



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela Politécnica  
Superior - Huesca  
**Universidad Zaragoza**

## Proyecto Fin de Carrera

Estudio del efecto del concentrado vínico  
de destilería sobre la flora arvense en el  
viñedo para la puesta en valor de este  
subproducto

Autor:

ANTONIO BÁGUENA MAISTERRA

Directores:

Joaquín Aibar Lete  
Carlos Zaragoza Larios

Titulación:

Ingeniero Agrónomo

Escuela Politécnica Superior de Huesca  
27 Agosto 2012



## **AGRADECIMIENTOS**

*En primer lugar un agradecimiento muy especial a mis tutores **Joaquín Aibar Lete** y **Carlos Zaragoza Larios**, por brindarme la oportunidad de trabajar con ellos, por estar siempre dispuestos a atenderme y por ser guía en la realización de este proyecto.*

*Agradecer a **Alicia Cirujeda** y **María León** su trabajo, dedicación, apoyo incondicional y tiempo invertido en este proyecto porque sin su ayuda no se hubiera podido realizar.*

*A todos los compañeros de la Unidad de Sanidad Vegetal del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) y, en particular, a **Ana Isabel, Fernando, Isaac, María, Rosa** y **Teresa**.*

*A mis padres (**Antonio** y **Ascensión**) y hermana (**Ana**), por haberme animado a estudiar esta carrera y por darme consejos que siempre me han ayudado. Por supuesto también agradecer al resto de mi familia, abuelas, tíos, primos y a **Lorena** por su confianza en mí.*

*Agradecer a **Juan A. Martínez** y a la **Destilería San Valero** el habernos facilitado siempre el concentrado vínico que hemos necesitado para la realización de los ensayos.*

*Finalmente, agradezco a todos aquellos de quienes he recibido directa o indirectamente apoyo, colaboración y aliento para realizar este trabajo.*

*A todos, MUCHAS GRACIAS.*

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	I
ÍNDICE .....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
RESUMEN .....	XV

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. EL CULTIVO DE LA VID</b> .....	<b>3</b>
1.2.1. HISTORIA DE LA VID .....	3
1.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA VID .....	5
1.2.2.1. CLASIFICACIÓN .....	5
1.2.2.2. MORFOLOGÍA .....	6
1.2.2.3. BIOLOGÍA Y CICLOS DE DESARROLLO DE LA VID .....	8
1.2.3. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS .....	11
1.2.4. TÉCNICAS DE CULTIVO .....	11
1.2.4.1. MANEJO DEL SUELO Y FERTILIZACIÓN .....	11
1.2.4.2. IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO, SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y PODA .....	13
1.2.4.3. ACCIDENTES, PLAGAS Y ENFERMEDADES .....	13
1.2.5. PRODUCCIÓN DE UNA PARA VINIFICACIÓN .....	14
<b>1.3. CONCENTRADO VÍNICO</b> .....	<b>16</b>
1.3.1. DESCRIPCIÓN .....	16
1.3.2. OBTENCIÓN .....	16
1.3.3. COMPOSICIÓN .....	23
1.3.4. POSIBLES EFECTOS EN EL SUELO DE ACUERDO A SU COMPOSICIÓN .....	25
1.3.5. ESTUDIOS REALIZADOS CON VINAZAS .....	27
<b>1.4. MALAS HIERBAS</b> .....	<b>29</b>



1.4.1. PROBLEMÁTICA DE LAS MALAS HIERBAS	29
1.4.2. MÉTODOS DE CONTROL DE MALAS HIERBAS EN VIÑAS	32
1.4.2.1. MÉTODOS CULTURALES	33
1.4.2.2. MÉTODOS FÍSICOS	33
1.4.2.3. MÉTODOS MECÁNICOS	33
1.4.2.4. MÉTODOS QUÍMICOS	33
1.4.2.5. CONTROL INTEGRADO	34
<b>2. OBJETIVOS DEL TRABAJO</b>	<b>35</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL	35
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>36</b>
3.1. PLANTEAMIENTO Y REALIZACIÓN DEL ENSAYO	38
3.1.1. PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DEL ENSAYO EN CAMPO	38
3.1.2. PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO	47
3.1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS	47
3.1.2.2. ENSAYO EN PREEMERGENCIA	53
3.1.2.3. ENSAYOS EN POSTEMERGENCIA PRECOZ	56
3.1.2.4. ENSAYOS EN POSTEMERGENCIA TARDÍA	62
3.1.3. PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO	66
3.2. TOMA DE MUESTRAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	72
3.2.1. ENSAYO EN CAMPO	72
3.2.2. ENSAYOS EN INVERNADERO	73
3.2.2.1. TRATAMIENTO EN PREEMERGENCIA	74
3.2.2.2. TRATAMIENTO EN POSTEMERGENCIA PRECOZ	74
3.2.2.3. TRATAMIENTO EN POSTEMERGENCIA TARDÍA	76
3.2.3. ENSAYOS EN LABORATORIO	77
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	79
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>81</b>
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO EN CAMPO	81
4.1.1. COBERTURA	81
4.1.2. DENSIDAD DE MALEZAS	84
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO	91

4.2.1. TRATAMIENTO EN PREEMERGENCIA	91
4.2.1.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	91
4.2.1.2. BIOMASA FRESCA DE LAS PLANTAS	95
4.2.2. TRATAMIENTO POSTEMERGENCIA PRECOZ	99
4.2.2.1. NOTA DE FITOTOXICIDAD (7 DDT)	99
4.2.2.2. BIOMASA FRESCA DE LAS PLANTAS	108
4.2.2.3. BIOMASA SECA DE LAS PLANTAS	115
4.2.3. TRATAMIENTO POSTEMERGENCIA TARDÍA	118
4.2.3.1. NOTA DE FITOTOXICIDAD (7 DDT)	118
4.2.3.2. BIOMASA FRESCA DE LAS PLANTAS	123
<b>4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO</b>	<b>129</b>
4.3.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	129
<b>4.4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS PRINCIPALES PARA TODOS LOS ENSAYOS</b>	<b>143</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>145</b>
5.1. CONCLUSIONES DEL ENSAYO DE CAMPO	145
5.2. CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO	145
5.2.1. TRATAMIENTO EN PREEMERGENCIA	145
5.2.2. TRATAMIENTO EN POSTEMERGENCIA PRECOZ	146
5.2.3. TRATAMIENTO EN POSTEMERGENCIA TARDÍA	146
5.3. CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO	147
5.4. CONCLUSIONES GENERALES	148
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>149</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Destilería “San Valero” S. Cooperativa (Cariñena) .....	3
Figura 2. Moneda fenicia .....	3
Figura 3. Agallas producidas por filoxera en hojas de vid americana .....	4
Figura 4. Momento de aparición de la plaga de la filoxera en las diferentes zonas vitícolas españolas .....	5
Figura 5. Sistema radicular de la vid .....	6
Figura 6. Hoja de vid .....	6
Figura 7. Zarcillos de vid .....	7
Figura 8. Formación de la flor y partes de la misma .....	7
Figura 9. Inflorescencia con casi el 100% de las caliptras caídas .....	9
Figura 10. Ciclos de desarrollo de la vid .....	9
Figura 11. Estados fenológicos de la vid .....	10
Figura 12. Distribución regional de la superficie de viñedo dedicado a la uva de vinificación .....	14
Figura 13. Distribución regional de la producción uva para vinificación en España .....	15
Figura 14. Distribución regional de la producción de vino en España .....	15
Figura 15. Recepción del orujo en la destilería .....	17
Figura 16. Detalle del orujo a destilar .....	17
Figura 17. Partes del desalcoholizados, serpentines sucesivos, condensadores y rectificador .....	18
Figura 18. Baterías de difusión .....	19
Figura 19. Zaranda donde se separa la granilla del resto del orujo .....	19
Figura 20. Depósitos de neutralización y baterías de hidrociclones .....	20
Figura 21. Cristales de tártaro obtenidos .....	20
Figura 22. Depósitos y piscina de concentrado vínico generado tras la destilación .....	20
Figura 23. Tromel utilizado para eliminar impurezas .....	21
Figura 24. Columnas de destilación .....	21
Figura 25. Situación en Aragón de la Comarca Campo de Cariñena .....	38
Figura 26. Parcela objeto del ensayo (Longares) (SIGPAC) .....	39
Figura 27. Detalle de la parcela objeto del ensayo .....	39
Figura 28. Parcela objeto del ensayo (Longares) .....	39
Figura 29. Esquema del diseño experimental del ensayo en campo .....	40
Figura 30. Estaquilla tratamiento campo .....	41

Figura 31. Esquema del proceso de verificación de la velocidad de avance del tractor (Doc. Hardi) .....	42
Figura 32. Comprobación del caudal de las boquillas (Doc. Hardi).....	43
Figura 33. Tractor realizando la pulverización.....	44
Figura 34. Instalaciones del CITA en Montañana .....	47
Figura 35. Planta adulta de <i>Sonchus oleraceus</i> en flor .....	48
Figura 36. Planta adulta de <i>Senecio vulgaris</i> en flor .....	48
Figura 37. Plantas adultas de <i>Setaria pumilia</i> en flor .....	49
Figura 38. Planta adulta de <i>Portulaca oleracea</i> en flor .....	49
Figura 39. Plantas de <i>Triticumaestivum</i> .....	50
Figura 40. Realización de la siembra ( <i>Senecio vulgaris</i> ) .....	51
Figura 41. Señalización de macetas mediante etiquetas .....	51
Figura 42. Detalle etiqueta (ejemplo 1) .....	52
Figura 43. Detalle etiqueta (ejemplo 2) .....	52
Figura 44. Aplicación tratamiento preemergencia .....	54
Figura 45. Tamaño de las plantas en el ensayo de postemergencia precoz	56
Figura 46. Siembra generalizada de <i>Setaria pumila</i> y <i>Sonchus oleraceus</i> ..	56
Figura 47. Pulverizador fijo utilizado y detalle de la barra de pulverización .	59
Figura 48. Boquillas utilizadas tratamiento invernadero pulverizador fijo .....	60
Figura 49. Aplicación tratamiento postemergencia precoz pulverizador fijo.	61
Figura 50. Tamaño de las plantas en el ensayo de postemergencia tardía .	62
Figura 51. Aplicación tratamiento postemergencia tardía .....	62
Figura 52. Señalización placas Petri .....	68
Figura 53. Disoluciones ensayo laboratorio .....	68
Figura 54. Tratamientos 0 y 4. Laboratorio antes y después de la siembra .	69
Figura 55. Placas en cámara de germinación .....	69
Figura 56. Diferencia tratamientos placas Petri.....	71
Figura 57. Conteo de flora arvense en parcela ensayo.....	72
Figura 58. Marco de muestreo empleado para los conteos .....	72
Figura 59. Proceso seguido para la obtención de la biomasa fresca y biomasa seca de <i>Setaria pumila</i> .....	73
Figura 60. Evaluación de la fitotoxicidad en invernadero .....	75
Figura 61. Evaluación germinación <i>Portulaca oleracea</i> y <i>Setaria pumila</i> con lupa de aumento. ....	77
Figura 62. Medición de la longitud de la raíz en <i>Senecio vulgaris</i> .....	77
Figura 63. Medición de la longitud de la raíz en <i>Sonchus oleraceus</i> .....	77

Figura 64. Medición de la longitud hoja en <i>Setaria pumila</i> .....	77
Figura 65. Observación germinación <i>Senecio vulgaris</i> con microscopio binocular .....	79
Figura 66. Efectos fitotóxicos producidos en <i>Lamium amplexicaule</i> .....	90
Figura 67. Efectos fitotóxicos producidos en <i>Lolium rigidum</i> .....	90
Figura 68. Ejemplo en <i>Sonchus oleraceus</i> y <i>Senecio vulgaris</i> de cómo el tratamiento testigo alcanzó un tamaño menor al resto de tratamientos. ....	96
Figura 69. Fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en <i>Sonchus oleraceus</i> .	101
Figura 70. Evolución de la fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en <i>Sonchus oleraceus</i> .....	101
Figura 71. Fitotoxicidad causada por el tratamiento testigo (mojante) y su evolución en <i>Sonchus oleraceus</i> .....	103
Figura 72. Fitotoxicidad producida en <i>Senecio vulgaris</i> a los 7 días después del tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo)	105
Figura 73. Detalle de los daños producidos en <i>Senecio vulgaris</i> a los 7 días después del tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo) .....	105
Figura 74. Detalle fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en <i>Senecio vulgaris</i> en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	107
Figura 75. Diferencias entre el tratamiento 0 y 3 en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).....	107
Figura 76. Diferencia de tamaños según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).....	111
Figura 77. Diferencia de tamaño en <i>Portulaca oleracea</i> 7 días después del tratamiento.....	114
Figura 78. Evolución de los tratamientos 0 y 3 en <i>Setaria pumila</i> .....	114
Figura 79. Diferencias de tamaño entre tratamientos en <i>Triticum aestivum</i> en ensayo 2 postemergencia precoz .....	114
Figura 80. Fitotoxicidad en <i>Lithospermum arvense</i> .....	119
Figura 81. Diferencias de fitotoxicidad producida en <i>Salsola kali</i> según tratamiento.....	119
Figura 82. Fitotoxicidad en <i>Portulaca oleracea</i> según tratamiento en ensayo postemergencia tardía .....	122
Figura 83. Fitotoxicidad en <i>Sonchus oleraceus</i> según tratamiento en ensayo postemergencia tardía .....	122
Figura 84. Fitotoxicidad en <i>Senecio vulgaris</i> según tratamiento en ensayo postemergencia tardía .....	122
Figura 85. Diferencia de tamaños entre plantas según tratamiento en ensayo 2 postemergencia tardía (27 de marzo) .....	127

Figura 86. Inicio de germinación en las diferentes especies .....	130
Figura 87. Germinación de las diferentes especies en el tratamiento testigo .. .....	130
Figura 88. Ausencia de germinación de las diferentes especies en el tratamiento 1.....	131
Figura 89. Germinación de <i>Portulaca oleracea</i> en los tratamientos 0 y 1 en ensayo 2 laboratorio .....	134
Figura 90. Germinación de <i>Setaria pumila</i> (1) y <i>Sonchus oleraceus</i> (2) en los tratamientos 0 y 1 en ensayo 3 laboratorio .....	136
Figura 91. Germinación en <i>Portulaca oleracea</i> según tratamiento en ensayo 3 laboratorio y detalle de germinación en el tratamiento 2.....	138
Figura 92. Germinación de <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Setaria pumila</i> y <i>Triticum aestivum</i> en los tratamientos 0 y 1 en ensayo 4 laboratorio.....	140
Figura 93. Diferencia de germinación de <i>Triticum aestivum</i> en tratamientos 0 y 4 en ensayo laboratorio 4 y detalle de germinación en el tratamiento 4.....	142

## **INDICE DE GÁFICOS**

Gráfico 1. Cobertura del suelo ocupada por malezas en cada tratamiento el 28 de abril .....	82
Gráfico 2. Cobertura del suelo ocupada por malezas en cada tratamiento el 8 de junio .....	83
Gráfico 3. Comparación de resultados de cobertura del suelo ocupada por malezas .....	83
Gráfico 4. Plantas de cada especie encontradas el 28 de abril.....	85
Gráfico 5. Densidad de malezas en cada tratamiento el 28 de abril .....	86
Gráfico 6. Plantas de cada especie encontradas el 8 de junio.....	88
Gráfico 7. Densidad de malezas en cada tratamiento el 8 de junio .....	89
Gráfico 8. Comparación de resultados para cobertura.....	89
Gráfico 9. Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo preemergencia (9 de junio).....	92
Gráfico 10. Porcentaje de germinación según especie en ensayo preemergencia (9 de junio).....	92
Gráfico 11. Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo preemergencia (1 de julio).....	94
Gráfico 12. Porcentaje de germinación según especie en ensayo preemergencia (1 de julio).....	94
Gráfico 13. Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo preemergencia (9 de junio).....	96
Gráfico 14. Biomasa fresca según tratamiento en ensayo preemergencia (1 de julio).....	97
Gráfico 15. Biomasa fresca según especie en ensayo preemergencia (1 de julio).....	98
Gráfico 16. Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo) .....	100
Gráfico 17. Nota de fitotoxicidad (7 DDT) según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo) .....	102
Gráfico 18. Nota de fitotoxicidad según especie en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo).....	103
Gráfico 19. Resultados nota fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo).....	104
Gráfico 20. Resultados nota fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).....	106
Gráfico 21. Biomasa fresca según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo).....	109
Gráfico 22. Biomasa fresca según especie en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo).....	109

Gráfico 23. Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).....	110
Gráfico 24. Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo) .....	112
Gráfico 25. Biomasa fresca según tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).....	113
Gráfico 26. Biomasa fresca según especie en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).....	113
Gráfico 27. Biomasa seca según especie ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	116
Gráfico 28. Biomasa seca según especie ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	116
Gráfico 29. Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía .....	118
Gráfico 30. Nota de fitotoxicidad según tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía .....	119
Gráfico 31. Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia tardía .....	120
Gráfico 32. Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo 2 postemergencia tardía .....	121
Gráfico 33. Biomasa fresca según tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía .....	123
Gráfico 34. Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía .....	123
Gráfico 35. Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo) .....	125
Gráfico 36. Biomasa fresca según especie ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo).....	125
Gráfico 37. Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (27 de marzo) .....	126
Gráfico 38. Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (27 de marzo) .....	127
Gráfico 39. Porcentaje de germinación según especie en ensayo 1 laboratorio.....	129
Gráfico 40. Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo 2 laboratorio (15 septiembre).....	132
Gráfico 41. Porcentaje de germinación según especie en ensayo 2 laboratorio (15 septiembre).....	132
Gráfico 42. Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 2 laboratorio (15 septiembre).....	133
Gráfico 43. Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo 3 laboratorio (11 noviembre).....	135



Gráfico 44. Porcentaje de germinación según especie en ensayo 3 laboratorio (11 noviembre).....	136
Gráfico 45. Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 3 laboratorio (14 diciembre) .....	137
Gráfico 46. Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 4 laboratorio (20 de abril).....	139
Gráfico 47. Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 4 laboratorio (10 de mayo).....	141

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Estados fenológicos de la vid según Baggionili.....	10
Tabla 2. Resumen proceso de obtención de concentrado vínico.....	22
Tabla 3. Análisis químico de la vinaza de vino empleada por Santos <i>et al.</i> (2008) y por Díez Rojo (2010).....	24
Tabla 4. Análisis químico de la vinaza de vino tinto (Álvarez González <i>et al.</i> 2007) .....	24
Tabla 5. Diferentes definiciones de la expresión “mala hierba”.....	30
Tabla 6. Resumen de todos los experimentos y ensayos realizados en este Proyecto Fin de Carrera.....	36
Tabla 7. Análisis químico del concentrado vínico empleado en este trabajo	37
Tabla 8. Tratamientos del ensayo en campo .....	39
Tabla 9. Caudal (l/min) de boquillas de hendidura en función de la presión (Doc. Hardi) .....	43
Tabla 10. Composición de las disoluciones para el tratamiento en campo ..	46
Tabla 11. Tratamientos invernadero ensayo preemergencia .....	53
Tabla 12. Composición de las disoluciones para el ensayo en preemergencia .....	55
Tabla 13. Tratamientos invernadero ensayo 1 postemergencia precoz.....	57
Tabla 14. Composición disoluciones ensayo 1 postemergencia precoz .....	58
Tabla 15. Tratamientos invernadero ensayo 2 postemergencia precoz.....	58
Tabla 16. Composición disoluciones ensayo 2 postemergencia precoz .....	61
Tabla 17. Tratamientos invernadero ensayo preliminar postemergencia tardía (otras especies) .....	63
Tabla 18. Composición disoluciones ensayo preliminar postemergencia tardía (otras especies) .....	63
Tabla 19. Tratamientos invernadero ensayo 1 postemergencia tardía .....	64
Tabla 20. Composición disoluciones ensayo 1 postemergencia tardía .....	64
Tabla 21. Tratamientos invernadero ensayo 2 postemergencia tardía .....	65
Tabla 22. Composición disoluciones ensayo 2 postemergencia tardía .....	65
Tabla 23. Composición tratamientos laboratorio ensayo 1 .....	70
Tabla 24. Composición tratamientos laboratorio ensayo 2 .....	70
Tabla 25. Composición tratamientos laboratorio ensayo 3 .....	71
Tabla 26. Composición tratamientos laboratorio ensayo 4 .....	71
Tabla 27. Fechas de evaluación germinación en preemergencia .....	74
Tabla 28. Método de evaluación herbicida.....	74

Tabla 29. Fechas de evaluación fitotoxicidad en postemergencia precoz ensayo 1 .....	75
Tabla 30. Fechas de evaluación fitotoxicidad en postemergencia precoz ensayo 2 .....	75
Tabla 31. Fechas de evaluación germinación ensayo 2 laboratorio.....	78
Tabla 32. Fechas de evaluación germinación ensayo 3 laboratorio.....	78
Tabla 33. Fechas de evaluación germinación ensayo 4 laboratorio.....	78
Tabla 34. Análisis de varianza para cobertura del suelo ocupada por las malezas el 28 abril ensayo campo.....	81
Tabla 35. Análisis de varianza para cobertura del suelo ocupada por las malezas el 8 de junio en ensayo campo .....	82
Tabla 36. Análisis de varianza para número de malas hierbas del 28 de abril en ensayo campo .....	86
Tabla 37. Análisis de varianza para número de malas hierbas del 8 de junio en ensayo campo .....	88
Tabla 38. Análisis de varianza para número de plantas nacidas en ensayo preemergencia (9 de junio).....	91
Tabla 39. Análisis de varianza para número de plantas nacidas en ensayo preemergencia (1 de julio) .....	93
Tabla 40. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo preemergencia (9 de junio).....	95
Tabla 41. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo preemergencia (1 de julio).....	97
Tabla 42. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo) .....	99
Tabla 43. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).....	102
Tabla 44. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo) .....	104
Tabla 45. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	106
Tabla 46. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo) .....	108
Tabla 47. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).....	110
Tabla 48. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo) .....	111
Tabla 49. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	112
Tabla 50. Análisis de varianza para biomasa seca en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	115

Tabla 51. Porcentaje de humedad de cada una de las especies en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo) .....	117
Tabla 52. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo) .....	120
Tabla 53. Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia tardía (12 de mayo) .....	121
Tabla 54. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo) .....	124
Tabla 55. Análisis de varianza para biomasa fresca del 12 de mayo en ensayo postemergencia precoz .....	126
Tabla 56. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 2 laboratorio (15 de septiembre) .....	131
Tabla 57. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 2 laboratorio (21 de octubre) .....	133
Tabla 58. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 3 laboratorio (11 de noviembre) .....	135
Tabla 59. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 3 laboratorio (14 de diciembre) .....	136
Tabla 60. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 4 laboratorio (20 de abril) .....	139
Tabla 61. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 4 laboratorio (10 de mayo) .....	141
Tabla 62. Resumen de las principales observaciones de los ensayos realizados en campo y en invernadero .....	143-144
Tabla 63. Resumen de las principales observaciones de los ensayos realizados en invernadero .....	144

## RESUMEN

Existe una necesidad importante de realizar investigaciones sobre el efecto biocida o fertilizante de subproductos agroindustriales que sirvan de base para el registro de una serie de biopesticidas, que serían de gran utilidad en agricultura. Así, el desarrollo de procedimientos para el aprovechamiento y transformación de los subproductos agroindustriales pueden llegar a la implantación de prácticas alternativas, respetuosas con el medio ambiente, y compatibles con los requerimientos de la agricultura ecológica.

Los residuos agroindustriales constituyen un problema grave a nivel mundial, debido a los grandes volúmenes que se generan y a su impacto ambiental. En general, su gestión se limita al vertido y sólo en forma muy concreta, donde se adopta un modelo de agricultura con criterios ecológicos, se les da un uso productivo con un valor añadido. Por ello, es necesario proponer alternativas de gestión, tanto en condiciones de laboratorio como en campo.

En este trabajo se aborda el estudio del posible impacto de diversos vertidos de concentrado vínico (residuo líquido final originado a partir de la extracción del alcohol de orujos y lías de vino), sobre la flora arvense. El estudio se ha llevado a cabo mediante evaluaciones tanto en campo, como en diferentes especies arvenses *in vivo* en diferentes momentos (preemergencia, postemergencia precoz y tardía), e *in vitro*.

Tras la aplicación del concentrado vínico se evaluaron los siguientes parámetros: densidad de malezas y porcentaje de cobertura que ocupaban en el ensayo de campo; germinación de las semillas (preemergencia), fitotoxicidad (postemergencia precoz y tardía) y biomasa de las plantas en ensayos *in vivo*; efecto sobre la germinación de las semillas en ensayos *in vitro*.

De los resultados obtenidos en campo e *in vivo*, se deduce que el vertido de concentrado vínico a las dosis estudiadas, provoca daños fitotóxicos en las especies arvenses pero sin causar la destrucción total de las mismas. Se observó también un incremento de la biomasa de las plantas supervivientes a medida que la dosis de concentrado vínico era mayor. Sin embargo, los resultados obtenidos *in vitro*, confirman la inhibición de la germinación por parte del concentrado vínico.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES

Las bases agronómicas tienen como objetivo principal el conocimiento de los elementos y procesos claves que regulan el funcionamiento de los cultivos, para establecer criterios científicos que permitan una gestión correcta de los sistemas agrarios en armonía con el ambiente. Dicho conocimiento promueve la preocupación por la salud de los ciudadanos, así como el bienestar social y económico de los agricultores. La sanidad vegetal ha sido enfocada tradicionalmente bajo el concepto de lucha y control, utilizando arsenales químicos o biológicos, pero en estos momentos, debe fundamentarse en criterios ecológicos y sostenibles (Bello *et al.* 2008).

La búsqueda de la sostenibilidad incluye, entre otras prácticas, la de minimizar la utilización de insumos para el control integrado de plagas y enfermedades mediante el empleo de productos de bajo poder contaminante, la utilización de enmiendas orgánicas, etc., reconociendo a su vez, que dichos insumos pueden ser productos generados por la actividad del mismo sistema (Jiménez Herrero, 1996). Además, la imperiosa necesidad de preservar el medio ambiente, junto a las tendencias actuales, científicas, tecnológicas, económicas, sociales y ambientales, son la causa de que se reconsideren las prácticas agrícolas tradicionales y se busquen alternativas de mayor eficacia y con menor impacto en el ambiente (López-Galvez y Peil, 2000).

Uno de los retos de la agroecología es el convertir y revalorizar los residuos que genera la actividad productiva (estiércol, restos de cosecha, residuos agroindustriales, etc.) en recursos que contribuyan a una mejora de los suelos, siendo aplicados para el manejo de patógenos como bacterias, hongos, nematodos, virus e incluso con acción herbicida o fertilización de suelos, permitiendo una reducción del consumo energético en los agrosistemas (Guzmán-Casado *et al.* 1999).

Con esto se consigue que la agricultura, en lugar de ser una actividad que origina contaminación, sea una vía para resolver problemas de impacto ambiental (Bello *et al.* 2008).

Dado que la producción de residuos es imposible de evitar, se trata en la actualidad, de minimizar o de reutilizar los mencionados restos empleándolos de manera racional, reciclándolos o dándoles aplicaciones de carácter secundario que favorezcan el proceso de asimilación o destrucción de los mismos, evitando sus efectos negativos sobre el medio ambiente y de forma que se mantengan los equilibrios ecológicos naturales (Ros, 2000).

El presente ensayo se plantea en una zona eminentemente vitícola con el objetivo de poner en valor uno de los residuos de la industria alcoholera: el concentrado vínico, también conocido como vinaza.

Los subproductos del proceso de vinificación como las heces (lías) y el orujo (raspones, pieles y semillas) se procesan en las destilerías para extraer alcohol de diferentes calidades, cristales de tártaro (ácido tartárico), granilla y lodos. Al finalizar este proceso queda como residuo de la destilación un material líquido denominado concentrado vínico, que es el objeto de este trabajo.

En Aragón solamente existe una empresa dedicada a este aprovechamiento de los subproductos de la fermentación vínica. Se trata de la Destilería “San Valero” S. Cooperativa, ubicada en Cariñena, entidad que nos facilitó el suministro del concentrado vínico requerido para la realización de los ensayos.

Esta empresa trabaja con los subproductos vínicos (orujo, lías, vinos de baja calidad) de todas las bodegas de Aragón y de otras zonas, manejando alrededor de 18 millones de kg de subproductos derivados de la uva al año, con una producción media de 1,5 millones de litros de alcohol, 800.000 kg de ácido tartárico y 3,5 millones de kg de granilla. Al final de todo su proceso industrial genera, aproximadamente, 2,5 millones de litros de residuos de concentrado vínico que son el objeto a valorizar en este trabajo.

Con el paso de los años y debido a las grandes cantidades generadas de este material, se considera interesante estudiar e investigar en nuevas aplicaciones para el aprovechamiento de sus propiedades fisicoquímicas.



**Figura 1.** Destilería “San Valero” S. Cooperativa (Cariñena).

## **1.2. EL CULTIVO DE LA VID**

Se ha escogido el cultivo de vid, aparte de por su importancia para el campo aragonés y la zona de la Comarca de Campo de Cariñena, por la necesidad de utilizar los subproductos generados por la actividad productiva pudiendo reducir costes de transporte, lo que constituye el principal factor limitante, y al mismo tiempo, cerrar los ciclos de materia en el cultivo.

### **1.2.1. Historia de la vid**

Existen evidencias arqueológicas en las que se indica que las primeras formas de vid provienen de Asia Occidental de una extensa área en la zona del Cáucaso, teniendo su origen hace aproximadamente 6.000-7.000 años.

Los primeros cultivos de vid ocurrieron en lugares cercanos a Oriente Próximo y Antiguo Egipto alrededor del tercer milenio a. J.C. No obstante, los verdaderos impulsores del cultivo fueron los iberos y los celtas, hacia el año 500 a. J.C., aunque fue posteriormente consolidado por los fenicios y sobre todo por los romanos. El cultivo de la vid para los fenicios gozaba de tanta importancia que en sus monedas imprimían un racimo de uvas (Duque y Yáñez, 2004).



**Figura 2.** Moneda fenicia (Duque y Yáñez, 2004).



En España diversas fuentes, avaladas por la presencia de los fenicios en la península hace unos 3.000 años, apuntan que los primeros viñedos se habrían asentado en el litoral sudoccidental andaluz constituyendo el punto de entrada y el lugar de las viñas más antiguas.

El comercio y la expansión de estas culturas e imperios hicieron que el vino y su cultivo se fuesen extendiendo por diversas regiones adoptando nuevos sabores y aromas, ayudado por la capacidad de la vid para adaptarse a las diferentes zonas.

La puesta en cultivo de la vid siendo una planta dioica y trepadora ha estado ligada a la selección hecha por el hombre hacia la elección de individuos hermafroditas y la domesticación del cultivo. La vid se convirtió por selección artificial de una variedad "salvaje" (de sexualidad dioica en su mayoría) a una "domesticada" (hermafrodita) (Duque y Yáñez, 2004).

Después de la caída del Imperio Romano, en Europa el desarrollo de la viticultura y de la enología corrió a cargo de los monjes cristianos.

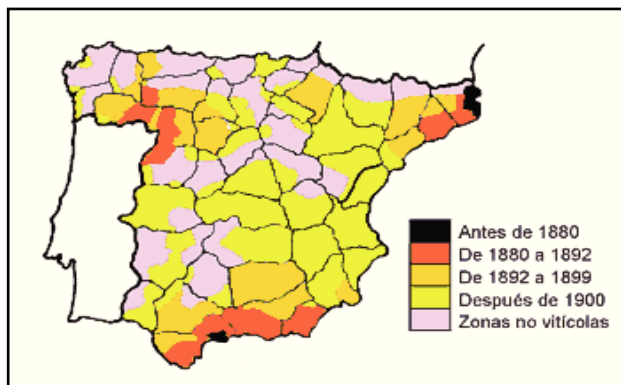
En la península, la llegada de los árabes en el siglo VIII se tradujo en algunas dificultades para el desarrollo de la vid y la elaboración del vino. Pese a ello, el cultivo continuó durante ese periodo, sobre todo en los monasterios.

En el siglo XIX la desgraciada llegada de la plaga de filoxera exportada de Norteamérica al norte de Europa, devastó progresivamente los viñedos a mediados de siglo, creando una profunda crisis en el sector vinícola. La solución vino también del nuevo mundo, injertando la viña europea sobre patrón americano se lograba una viña resistente a la plaga, que mantenía sus propiedades originales.



**Figura 3.** Agallas producidas por filoxera en hojas de vid americana (De Liñán, 1998).

A finales del siglo la plaga terminó afectando a la península, pero afortunadamente en aquel momento ya se conocía la solución para acabar con ella, con lo que la recuperación de las viñas y su producción resultó menos traumática que en otros países europeos.



**Figura 4.** Momento de aparición de la plaga de la filoxera en las diferentes zonas vitícolas españolas (García Santamaría y Martín Losa, 1982).

Durante el s. XX el cultivo de la vid se diversificó en dos aspectos: en buscar plantas resistentes a la plaga de la filoxera fundamentalmente con la utilización de patrones, y en diferenciar clones dentro de cada variedad que cumplan con unas exigencias específicas (Duque y Yáñez, 2004).

### 1.2.2. Descripción botánica de la vid

#### 1.2.2.1. Clasificación

La clasificación botánica de la vid según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Izco *et al.*, 2002) es:

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliópsida*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Rhamnales*

Familia: *Vitaceae*

Género: *Vitis*

Especie: *Vitis vinífera* L.

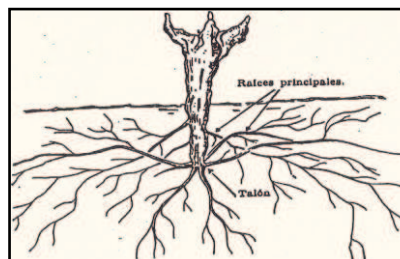
La *Vitis vinífera* L. es una de las aproximadamente sesenta especies del género *Vitis* existentes dentro de la familia de las *Vitaceae*. Es la especie a partir de la cual se derivan fundamentalmente las principales variedades comerciales cultivadas.

### 1.2.2.2. Morfología

La vid, también conocida como parra, es una planta leñosa trepadora que cuando se deja crecer libremente puede alcanzar hasta 30 metros, pero que, por la acción humana, podándola anualmente, queda reducida a un pequeño arbusto de 1 metro.

La planta de vid cultivada en explotaciones comerciales está compuesta por dos individuos, uno constituye el sistema radicular (*Vitis* spp. del grupo americano, en su mayoría), denominado patrón o portainjerto, y otro, la parte aérea (*Vitis vinifera* L.), denominada variedad. La unión entre ambas zonas se realiza a través del punto de injerto, siendo el conjunto lo que conocemos con el nombre de cepa (Lissarrague, 2006b).

El sistema radicular está formado raíces primarias que tienden a explorar el suelo en superficie, de las que parten las raíces secundarias que son las que tienden a colonizar el suelo en profundidad. Su extensión depende de la especie, marco de plantación, tipo de suelo y técnicas de cultivo.



**Figura 5.** Sistema radicular de la vid.  
(Fuente: Lissarrague, 2006b).

La parte aérea comprende el tronco, los brazos o ramas y los brotes.

- El tronco puede estar más o menos definido y ser más o menos alto según el sistema de formación. Es de aspecto retorcido, sinuoso y agrietado.
- Los brazos reparten la vegetación y los frutos en el espacio, y portan los tallos del año, denominados pámpanos cuando son herbáceos y sarmientos cuando están lignificados.

El pámpano porta las hojas, las yemas, los zarcillos y las inflorescencias.

- Las hojas generalmente son pentalobuladas con borde dentado y color verde más intenso en el haz que en el envés.



**Figura 6.** Hoja de vid

- Todas las yemas de la vid son mixtas y axilares, pudiendo ser normales (desarrolladas en el ciclo siguiente a su formación) o pronta o anticipada (desarrolladas en el año de su formación).

- Los zarcillos son estructuras comparables a los tallos cuya función principal es trepar y agarrarse a la estructura cercana.



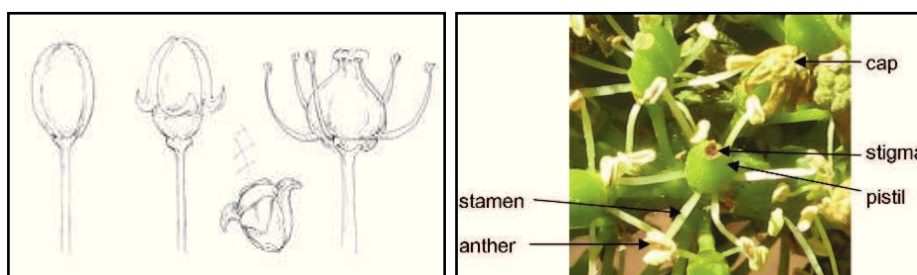
**Figura 7.** Zarcillos de vid

- La inflorescencia de la vid se conoce con el nombre de racimo y suele llevar de uno a tres por pámpano fértil.

Los racimos presentan un número de flores variable según la fertilidad de las yemas. La forma y tamaño final de los racimos es variable según la variedad, clon y el estado de desarrollo.

- Las flores de las vides cultivadas son, por lo general, hermafroditas. Se trata de una flor poco llamativa, de tamaño reducido y color verde. Se compone de un solo pistilo (gineceo) y cinco estambres (androceo).

Los pétalos se funden en una estructura denominada caliptra, que cubre los órganos reproductores. La caliptra se separa desde su base y cae en conjunto en la floración como se observa en la figura 8.



**Figura 8.** Formación de la flor (izda) y partes de la misma (dcha).

- El fruto es una baya de forma y tamaño variables, más o menos esférica u ovalada que consta de hollejo o piel, pulpa o parte carnosa y pepitas o semillas (Lissarrague, 2006b).

### 1.2.2.3. Biología y ciclos de desarrollo de la vid

En las regiones templadas, la vid está sometida a un ritmo o ciclo anual constituido por un periodo de vida activa, en el que se desarrollan los aparatos vegetativos y reproductores, y un periodo de reposo, coincidente en nuestras latitudes, con la estación fría. Durante el periodo de actividad anual podemos distinguir un ciclo vegetativo y un ciclo reproductor o fructífero, ambos simultáneos en el tiempo (Lissarrague, 2006a).

#### 1. Ciclo vegetativo:

El ciclo vegetativo de la vid comprende dos procesos importantes: el desarrollo de los órganos vegetativos (pámpanos, hojas, zarcillos y raíces) y el agostamiento. De esta forma, la vid asegura su desarrollo y producción en un año y adquiere condiciones para superar el periodo invernal e iniciar su actividad en el ciclo siguiente.

La primera manifestación visible de crecimiento es el *desborre*. Las yemas se hinchan debido al aumento del volumen de sus células y la borra se hace visible. El desborre sucede en condiciones medias en España, hacia el mes de abril.

A partir del desborre, se produce el *crecimiento del pámpano* en espesor y en longitud, que finaliza más tarde o más temprano en función de las condiciones ambientales, en particular de la disponibilidad hídrica.

Posteriormente se produce el *agostamiento*. El pámpano (herbáceo y de color verde) se transforma en sarmiento (lignificado y marrón). Este proceso comienza en agosto, coincidiendo con la parada de crecimiento, y termina cuantitativamente en septiembre (Lissarrague, 2006a).

#### 2. Ciclo reproductor:

Simultáneamente al desarrollo vegetativo se produce un desarrollo de los órganos reproductores de la vid.

La *iniciación floral* comienza tras el desborre desde abril a junio aproximadamente, y hace referencia a la diferenciación morfológica de las inflorescencias y de las flores dentro del racimo.

La *floración* comienza a mediados de junio con la apertura de la corola por su base. Se considera plena floración cuando han liberado la caliptra el 75% de las flores y final de floración, cuando todas han abierto.



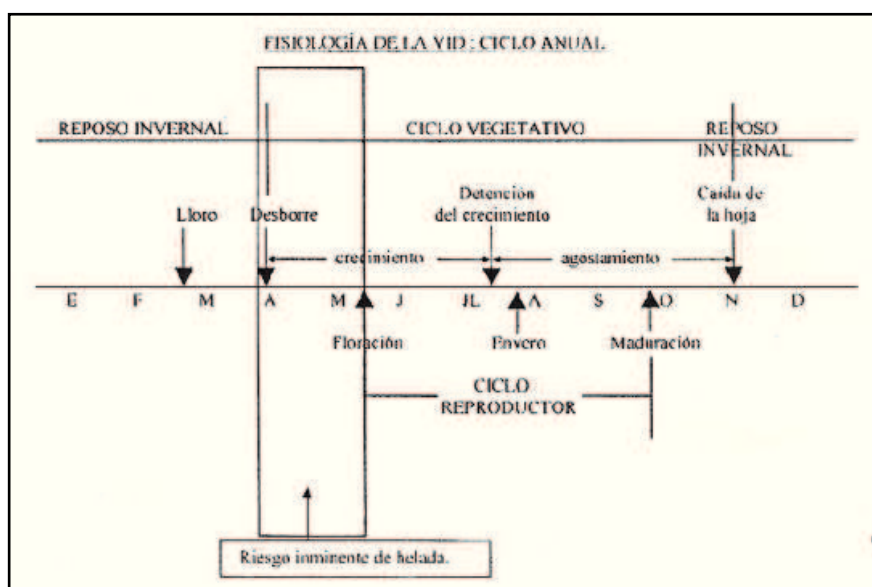
**Figura 9.** Inflorescencia con casi el 100% de las caliptras caídas.

El transporte del polen se lleva a término a través del aire, siendo la propia proyección de los granos de polen a la antera el mecanismo principal de transporte, si bien puede ser desplazado por el viento y eventualmente por algún insecto. La polinización puede ser alógama, existiendo un alto porcentaje de autogamia.

Posteriormente, la flor comienza a transformarse en fruto, produciéndose un engrosamiento de los ovarios fecundados. Esta transformación del ovario en fruto se denomina *cuajado*.

Tras el cuajado (a mediados de verano), se produce el *desarrollo y maduración de la baya*. El grano aumenta de tamaño, originándose un cambio de color de la baya denominado *envero*, para posteriormente producirse la maduración de la baya que pierde acidez y acumula azúcares.

En la figura 10 se resumen los ciclos de desarrollo de la vid:



**Figura 10.** Ciclos de desarrollo de la vid (Fuente: Lissarrague, 2006a).



Existen distintas versiones para definir los estados fenológicos de la vid. La más antigua es la de Baggiolini (1952) que definía 10 estados fenológicos desde la brotación hasta el envero. Posteriormente fue completada con 5 estados más hasta caída de la hoja (Baillod y Baggiolini, 1993), quedando como se detalla a continuación (tabla 1):

<b>A:</b> Yema invernal recubierta de escamas protectoras	<b>B:</b> Yema hinchada; aparición de la borra	<b>C:</b> Punta verde (extremidad del brote joven)
<b>D:</b> Salida de hojas	<b>E:</b> Apertura de hojas	<b>F:</b> Inflorescencia
<b>G:</b> Alargamiento del pámpano y separación de inflorescencias	<b>H:</b> Botones florales separados	<b>I:</b> Floración (apertura de las flores)
<b>J:</b> Cuajado	<b>K:</b> Grano verde tamaño guisante	<b>L:</b> Cerramiento del racimo
<b>M:</b> Envero	<b>N:</b> Maduración	<b>O:</b> Caída de las hojas

**Tabla 1.** Estados fenológicos de la vid según Baggiolini (Fuente: <http://urbinavinos.blogspot.com.es/>).



**Figura 11.** Estados fenológicos de la vid (Fuente <http://www.agrounica.com>).

### 1.2.3. Exigencias edafoclimáticas

Cuando se va a realizar una plantación de viñedo es importante conocer los factores climáticos y el tipo de suelo donde se quiere realizar esa plantación.

- **El suelo**

El relieve de los suelos es el factor que más inmediatamente se valora en el momento de su elección para el cultivo de la vid. Un terreno en pendiente es más sano que otro de configuración horizontal, siendo más apto para el cultivo de la vid, pero presentando otros inconvenientes por el encarecimiento de las labores de cultivo y los tratamientos. También el relieve condiciona la orientación del cultivo.

La vid es capaz de adaptarse a gran diversidad de suelos, siempre que no sean excesivamente húmedos.

- **El clima**

La influencia de la climatología es muy grande ya que condiciona la maduración del fruto y por tanto, el vino resultante. La vid tiene una gran capacidad de adaptación climática, ya que puede prosperar bajo muy diferentes condiciones. En general, la vid puede asentarse en cualquier país de clima templado, dándose mejor en los climas semi-secos o sub-húmedos.

### 1.2.4. Técnicas de cultivo

#### 1.2.4.1. Manejo del suelo y fertilización

Del manejo del suelo va a depender tanto la nutrición adecuada de la vid como una protección eficaz contra plagas, enfermedades y flora arvense.

Tanto la absorción de agua y de nutrientes como la sanidad de la viña van a mejorar siguiendo unas buenas prácticas: mínimo laboreo, aportación de materia orgánica, picado y reincorporación de restos de poda y uso de cubiertas vegetales (Mudarra y García, 2005).

Tradicionalmente, la viña se labra por dos motivos principales:

- Cerrar los canales de evaporación que se forman en el suelo, a fin de aumentar la retención de agua.



- Eliminar las malas hierbas, porque compiten con la cepa por el agua de lluvia en las épocas de crecimiento y aumentan el riesgo de propagación de plagas ([www.urbinavinos.blogspot.com](http://www.urbinavinos.blogspot.com)).

Respecto al manejo del suelo existen tres opciones iniciales, que son:

1.- Laboreo: controla la vegetación natural, favorece el enraizamiento en profundidad y permite incorporar fertilizantes y enmiendas, pero también produce pérdida de la estructura del suelo, formación de suelas de labor, rotura de raíces superficiales, transmisión de parásitos, etc.

2.- Establecimiento y mantenimiento de cubiertas: puede ser vegetación activa en siega controlada, adventicia o de siembra, restos de poda picados, compost procedente del compostaje de los restos de la vinificación como el raspón, lías, orujos, o procedentes de ganaderos de la zona, u otro tipo de componentes como paja, corteza de especies forestales, etc.

Contrariamente a lo que se cree, mantener el suelo cubierto, mejora el aprovechamiento del agua y los nutrientes, y aumenta la materia orgánica y la actividad biológica del mismo. Además, también mejoran la producción y sobre todo la calidad de las vendimias, la estructura del suelo, mantienen un ambiente microbiológico en el suelo más favorable para el desarrollo de las raíces de las cepas, reducen fuertemente la erosión al mejorar la infiltración del suelo, reducen la aparición de los síntomas de clorosis férrica en las cepas.

Este tipo de manejo está despertando un creciente interés en el ámbito de la gestión sostenible del viñedo, ya que une fertilización con control de hierbas, plagas y enfermedades reduciendo los costes de productos (Mudarra y García, 2005).

3.- Herbicidas o no laboreo: en principio es la técnica menos adecuada, al ser muchos de estos productos tóxicos o al menos agresivos con el entorno y la salud, pero que pueden resultar muy cómodos para el viticultor. Actualmente se tiende a la aplicación de éstos únicamente en los rodales infestados más problemáticos.

El conocimiento del tipo de suelo es imprescindible para decidir su manejo ([www.urbinavinos.blogspot.com](http://www.urbinavinos.blogspot.com)).

#### **1.2.4.2. Implantación del cultivo, sistemas de conducción y poda**

Las vides pueden ser propagadas por semillas, estacas, acodos o por injerto de púa o de yema. Las semillas se usan principalmente para la producción de nuevas variedades, en el caso de aquellos cultivares de difícil enraizamiento se usan acodos, mientras que en la escala comercial las más usadas son las estacas.

El sistema de conducción es la forma de disponer las vides en la parcela. Influye tanto en la cantidad como en la calidad. Esta disposición tiene que ver con el reparto de la energía solar y de ella depende el microclima.

La mayoría del viñedo se ha cultivado tradicionalmente en España bajo la forma de conducción en vaso, pero, en las dos últimas décadas, el cultivo del viñedo ha experimentado una evolución hacia formas de conducción en espaldera, persiguiendo un mayor grado de mecanización y más energía solar.

Los sistemas de poda, en definitiva, se determinan sobre todo según la variedad de planta y la disposición del tallo.

#### **1.2.4.3. Accidentes, Plagas y Enfermedades**

La acción del hombre también se dedica a cuidar la planta de los diferentes accidentes, plagas o enfermedades que puede sufrir la vid.

Los accidentes, normalmente, son difíciles de evitar; vienen dados por la sequía, el exceso de lluvias, el granizo, las heladas tardías o los vientos fuertes, causando daños que repercuten en la cantidad de las cosechas.

La mayor plaga conocida en la vid es la ya comentada filoxera, pero hay muchas otras como las producidas por araña roja, mariposas de la uva, altica (escarabajo que se alimenta de las hojas), piral (mariposa que se alimenta de las hojas y frutos), cochinillas etc. Afortunadamente, hoy existen tratamientos adecuados para muchas de estas plagas.

Por último, las enfermedades pueden alterar la fisiología de la planta, provocando cambios de color en las hojas, defoliaciones, marchitamiento o caída del fruto o cambio de aspecto, sabor o cualidades de la viña. Destacan entre estas enfermedades el *oidio*, el *mildiu*, la podredumbre gris, etc. Lo

importante para el correcto cuidado de la vid contra estas enfermedades es identificar el causante de la enfermedad y atacarlo después con el procedimiento adecuado.

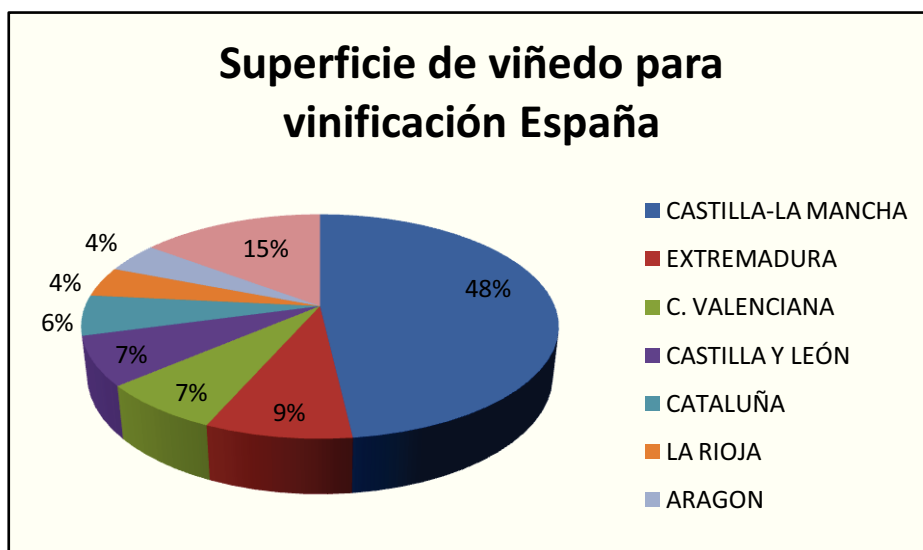
### 1.2.5. Producción de uva para vinificación

Se puede decir que en la actualidad la uva es la fruta más recolectada a nivel mundial, siendo el 70% de la misma dedicado a la producción de vino.

España es uno de los grandes productores mundiales de vino: primero en el ranking por superficie plantada, tercero por producción (debido a un rendimiento menor que el de Francia e Italia). Por su importancia en términos económicos, pero también sociales y medioambientales, así como por la importancia del vino como imagen del país en el exterior, el sector es de extraordinaria relevancia en España.

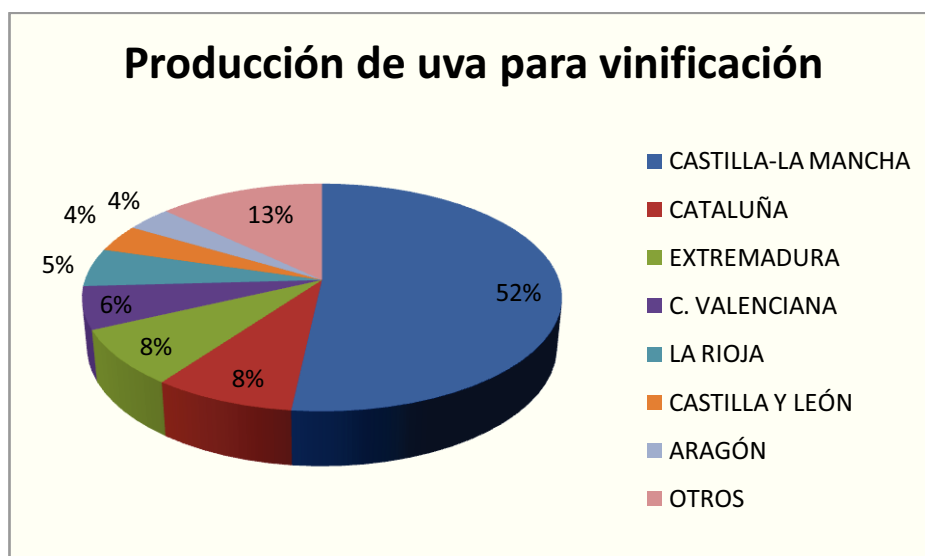
Dentro de la estabilidad general que experimenta la superficie dedicada a cultivos leñosos (frutales cítricos y no cítricos, viñedo y olivar) respecto al año 2010, se confirma la tendencia descendente de la superficie de viñedo, donde la disminución se cifra en un 5% (MAGRAMA, abril 2012).

La superficie española dedicada a la producción de uva para la vinificación es aproximadamente de 1 millón de ha, siendo en Aragón 44.571 las ha cultivadas (MARM, 2011; datos 2009).



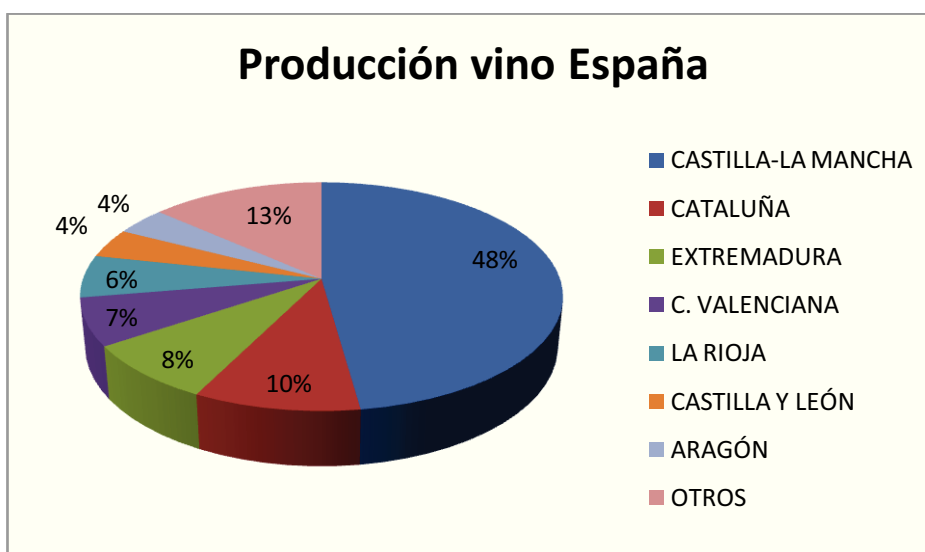
**Figura 12.** Distribución regional de la superficie de viñedo dedicado a la uva de vinificación (MARM, 2011).

Se estima que la producción de uva para vinificación es de 5.572 miles de toneladas, siendo en Aragón de 154,8 miles de toneladas (MARM, 2011; datos 2009).



**Figura 13.** Distribución regional de la producción uva para vinificación en España (MARM 2011).

La producción nacional de vino es de 35,49 millones de hl y la de Aragón de 1,4 millones de hl (MARM, 2011; datos 2009).



**Figura 14.** Distribución regional de la producción de vino en España (MARM 2011).

## 1.3. CONCENTRADO VÍNICO

### 1.3.1. Descripción

Uno de los residuos más comunes en el ámbito agrícola es el **concentrado vínico**, vulgarmente llamado vinaza.

Generalmente se denomina vinaza a los residuos agroindustriales de naturaleza líquida originados a partir de la extracción de alcohol o azúcar. En España pueden proceder de la obtención de alcoholes a partir del tratamiento del orujo y lías de vino, pero también de melazas de remolacha azucarera. En Sudamérica, las vinazas se obtienen fundamentalmente de la fermentación de la melaza y jugo de caña de azúcar en la producción de alcohol.

En nuestro caso es, pues, el residuo líquido final originado a partir de la extracción del alcohol de orujos y lías de vino. Se trata de un residuo orgánico relativamente nuevo y desconocido, que surge a partir del gran crecimiento industrial que ha tenido lugar en las últimas décadas en relación con el vino y sus derivados, siendo el suelo uno de los destinos finales más habituales (Álvarez González *et al.* 2007).

Díez Rojo, 2010, señala en su tesis que las vinazas de vino son el principal residuo de la industria alcoholera dedicada principalmente a la destilación de vino de baja calidad para la obtención de alcohol vínico como producto final.

Con el paso de los años y debido a las grandes cantidades generadas de este material, su acumulación es un problema cada vez más preocupante, que no sólo genera problemas de espacio, sino también de contaminación (Álvarez González *et al.* 2007).

### 1.3.2. Obtención

Las industrias alcoholeras se dedican al tratamiento de los residuos originados por las bodegas, contribuyendo a la depuración de los mismos y a la vez los aprovecha para sacar un valor añadido de los mismos.

Como ya se ha comentado, el concentrado vínico es un subproducto líquido obtenido en la industria del alcohol. Para conocer mejor de dónde y

cómo surge este residuo, detallamos a continuación el proceso que se sigue en la elaboración de alcohol en destilería, más concretamente en la Destilería San Valero Sociedad Cooperativa de Cariñena.

Según la teoría de la destilación, todos los líquidos expuestos a la acción del calor se dilatan, comenzando la destilación en las moléculas más próximas a las paredes del recipiente, que pierden peso y efectúan un movimiento ascensional hacia la superficie superior del líquido, mientras que las moléculas frías descienden ocupando el lugar que han dejado libre las calientes. Esta teoría se basa en 2 cambios de estado: ebullición y enfriamiento.

En la ebullición el líquido calentado se transforma a vapor, mientras que en el enfriamiento los vapores vuelven al estado líquido cuando ceden calor a un cuerpo que pueda apropiarse de él.

Las industrias dedicadas a la destilación de alcohol procedente de la uva, obtienen alcohol etílico como producto fundamental partiendo de materias primas como orujo, heces o lías y vinos de baja calidad. (Álvarez González *et al.* 2007).

En el caso de esta destilería, utilizan como materias primas orujo (sólido), lías o heces (semisólido) y en algunas ocasiones vinos de baja calidad. El proceso de destilación es diferente en cada caso.

#### 1) Destilación del orujo:

El orujo es el residuo que queda después del prensado de la uva (piel u hollejo, pepitas y células de pulpa del fruto desgarradas). Es el más importante de los subproductos del vino.

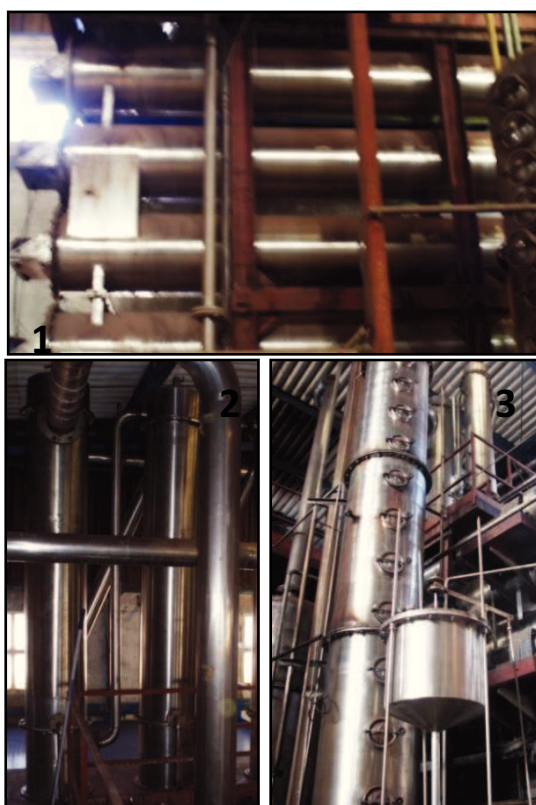


**Figura 15.** Recepción del orujo en la destilería.



**Figura 16.** Detalle del orujo a destilar.

Una vez transportado desde la bodega hasta la destilería, es depositado en una nave de almacenamiento, donde finaliza la fermentación de sus azúcares y se almacena, para su posterior procesamiento. El orujo se suministra automáticamente mediante una cinta transportadora hasta el desalcoholizador, donde se produce la vaporización de los elementos volátiles mediante serpentines sucesivos; el alcohol se vaporiza y posteriormente se condensa por enfriamiento, obteniéndose en este punto alcohol de unos 93°.



**Figura 17.** Partes del desalcoholizador. 1: serpentines sucesivos; 2: condensadores; 3: rectificador.  
(Destilería San Valero S. Coop., 2012)

El orujo desalcoholizado que queda, continúa en el proceso para extraerle el ácido tartárico que aún contiene:

1. Primero se introduce en una serie de baterías de difusión (bañeras) con agitación mecánica, en las que se añade ácido nítrico y agua caliente (proveniente de los condensadores del desalcoholizador). Al final de este proceso mediante un filtro se separan el orujo ya desalcoholizado y destartarizado de las aguas ácidas formadas.



**Figura 18.** Baterías de difusión. (Destilería San Valero S. Coop., 2012).

- a) El orujo desalcoholizado y destartarizado inicialmente se prensa para eliminar el agua retenida que aún pueda quedar, que se colecta de nuevo a las baterías de difusión. Posteriormente en una zaranda se separa la granilla, que se almacena para su venta (aceite y piensos), y el resto del orujo (pulpa y raspón) se seca en un secadero rotativo para eliminar la humedad residual y se quema en una caldera para la obtención del vapor necesario en el proceso.



**Figura 19.** Zaranda donde se separa la granilla del resto del orujo (Destilería San Valero S. Coop., 2012).

- b) Por otro lado, las aguas ácidas prefiltradas ( $\text{pH}=2$ ) se trasladan a unos depósitos de neutralización con agitación continua, en donde se añade carbonato cálcico para formar sales o cristales de tartrato ( $\text{pH}=5-6$ ). La separación de los cristales de tartrato de las aguas residuales se realiza mediante baterías sucesivas de hidrociclones.





**Figura 20.** Depósitos de neutralización y baterías de hidrociclones (Destilería San Valero S. Coop., 2012).

- i) El tartrato obtenido (producto pulverulento), es muy utilizado en enológica, alimentación, construcción, farmacia, etc.



**Figura 21.** Cristales de tártaro obtenidos (Destilería San Valero S. Coop., 2012).

- ii) Las aguas residuales finales se centrifugan dando lugar a:
  - (1) Lodos; sirven como abono orgánico.
  - (2) Aguas residuales sin lodos; se hacen pasar por un evaporador de 6 efectos para reducirlas y concentrar el residuo final. El agua evaporada y separada del concentrado, se condensa y se depura, quedando como residuo final el concentrado vínico utilizado en este trabajo, que se almacena en depósitos o piscinas.



**Figura 22.** Depósitos y piscina de concentrado vínico generado tras la destilación (Destilería San Valero S. Coop., 2012)

## 2) Destilación de las lías:

Las heces del vino o lías se forman y separan del líquido durante la primera fermentación del mosto de la uva, en la proporción del 7-10% del mosto fermentado. El poso formado está constituido por células de levadura y sustancias sólidas que se separan durante la fermentación.

Además de las sustancias albuminoideas y colorantes, separadas del mosto, contienen abundantes cristales de tártaro (bitartrato potásico) y de tartrato cálcico, arena, arcilla, pepitas de uva, etc. Las heces retienen más de la mitad de su volumen de vino.

Una vez recibidas en la destilería, se almacenan en depósitos para su posterior procesamiento. Primeramente se hacen pasar por un tromel para eliminar y quitar posibles impurezas que puedan llevar.



**Figura 23.** Tromel utilizado para eliminar impurezas (Destilería San Valero S. Coop., 2012).

A continuación se hacen pasar por unas columnas de destilación formadas por columnas destrozadoras, columnas hidroselectoras y columnas de rectificación.



**Figura 24.** Columnas de destilación.

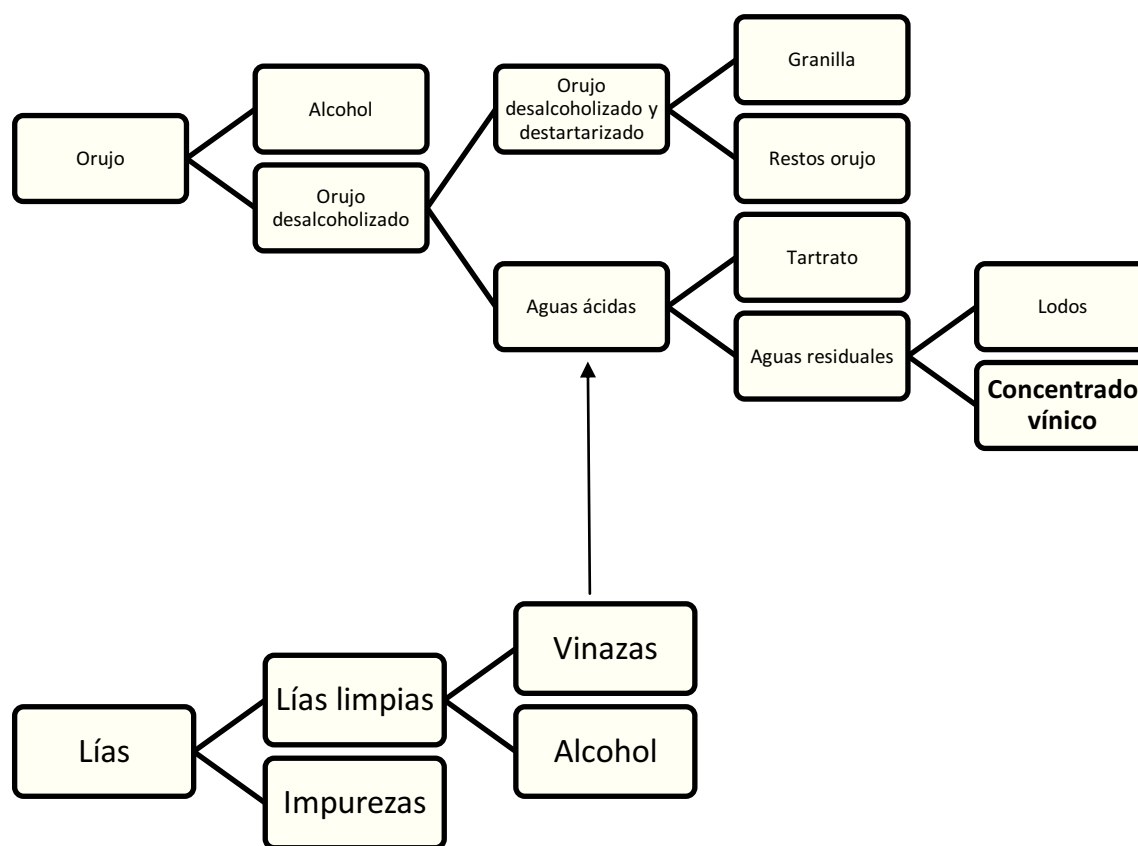
Estas columnas comprenden una serie de platos dispuestos en columna, por la parte superior de la cual se introduce el líquido a destilar. Estos platos

son verdaderos pequeños alambiques superpuestos y el líquido a destilar desciende de un plato al otro por dispositivos especiales, mientras el vapor sigue una marcha inversa y sube borboteando en el líquido.

Se separan las vinazas del alcohol, que entra a una segunda columna rectificadora, donde se obtiene alcohol de 96,5°.

A las vinazas obtenidas se las somete a la extracción de los cristales de tartrato de la misma forma anteriormente explicada para el orujo, quedando como residuos últimos lodos y el concentrado vínico objeto de este trabajo.

A continuación, en la tabla 2, queda resumido todo el proceso.



**Tabla 2.** Resumen proceso de obtención de concentrado vínico (Destilería San Valero S. Coop. 2012)

### 1.3.3. Composición

El concentrado vínico es un líquido de color oscuro, de olor fuerte, con pH ácido y más denso que el agua.

Tanto Rodella *et al.* (1981), como García y Rojas (2006), señalan que la composición química de la vinaza depende de las características de la materia prima utilizada en la producción de alcohol, de las condiciones climáticas y del proceso de destilación seguido para la obtención del alcohol, siendo variable su composición química.

El concentrado vínico, resultante de la destilación del orujo y de las lías, tiene una composición elemental interesante y contiene todos los componentes del vino que no han sido arrastrados por el vapor de agua así como cantidades de azúcar residual y componentes volátiles. De manera general, los constituyentes son los siguientes:

- Agua.
- Sustancias orgánicas (alcoholes, ácidos y azúcares residuales).
- Sustancias inorgánicas (N, K, Ca, etc.).
- Células muertas de levadura.

El concentrado vínico contiene una composición nutricional, química y biológica que lo convierten en un desecho con inmenso potencial fertilizante para uso agrario. Contiene principalmente materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Sin embargo, esta composición, como ya se ha comentado, es variable.

Para nuestros ensayos utilizamos concentrado vínico procedente de la Destilería San Valero ubicada en el término municipal de Cariñena (Zaragoza), el cuál fue caracterizado y analizado en el Laboratorio Agroambiental de la DGA-Centro de Transferencia Agroalimentaria en Montañana, como queda indicado en la tabla 7 (página 37).

En la bibliografía consultada se ha tenido acceso a varios análisis de vinazas de vino, que se muestran a continuación.

Tanto Santos *et al.* (2008), como Díez-Rojo (2010), utilizaron vinaza de vino en sus estudios con las siguientes características.

<b>Análisis químico vinaza de vino</b>	
Ph	3,61
N Total (g/l)	0,12-0,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/l)	0,21-0,36
K <sub>2</sub> O (g/l)	0,73-1,97
Calcio (g/l)	0,04-0,84
Magnesio (g/l)	0,08-0,15
Sodio (g/l)	0,06-0,21
Cloro (g/l)	0,10-0,14
Sal (g/l)	1,50
CE (ds/m)	2,87-3,68
Pb (mg/l)	0,57-0,88
Zn (mg/l)	0,35-0,91

**Tabla 3.** Análisis químico de la vinaza de vino empleada por Santos *et al* (2008) y por Díez Rojo (2010).

Para Díez Rojo se trata de un producto con elevado porcentaje de agua, y un alto contenido en nutrientes, materia orgánica y sales solubles.

Asimismo, según el I.G.M.E (1981), la composición química de las vinazas procedentes del vino tinto es la que aparece en la tabla 5.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>MÁXIMO</b>
pH	3,1	3,5	3,9
Materia orgánica total (%)	70,8	73,7	76,5
Tartrato (mg TH <sub>2</sub> /l)	0,62	1,02	1,42
Polifenoles (mg ác.gal/l)	742	1036	1330
Nitrógeno proteínico (mg N/l)	80	235	390
Fósforo (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l)	0,22	0,32	0,43
Potasio (g K <sub>2</sub> O/l)	0,63	1,95	3,17
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	26140	29385	32630
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	12821	14997	32630

**Tabla 4.** Análisis químico de la vinaza de vino tinto I.G.M.E 1981 (Álvarez González *et al.* 2007).

### 1.3.4. Posibles efectos en el suelo de acuerdo a su composición

- **Efecto sobre la materia orgánica:**

Por su elevado contenido en materia orgánica, Urbano P. (2002), lo considera un fertilizante orgánico. En su estudio ha comprobado que la relación C/N de las muestras ha descendido, lo que puede ser un síntoma claro del aumento del contenido en nitrógeno del suelo, y que no aumenta el contenido en materia orgánica de las muestras, lo que indica que la materia orgánica es muy lábil y que se ha descompuesto durante el tratamiento.

Para Álvarez González *et al.* (2007), su aplicación en suelos rojos (básicos) supone un aporte extra de materia orgánica al suelo, favoreciendo la estabilidad estructural del mismo y las propiedades físicas derivadas.

- **Efecto acidificador del suelo:**

Teniendo en cuenta el pH tan bajo que tiene el concentrado vínico, podría pensarse que su empleo continuado en el suelo podría producir su acidificación.

Para Urbano P. (2002) en muestras de suelos de todas las texturas, tratadas con vinazas, no se ha producido en ningún caso acidificación, manteniéndose el pH del suelo.

En cambio, para Álvarez González *et al.* (2007), la aplicación de vinazas de vino en los suelos rojos de La Mancha sí produce un ligero descenso del pH (mejorando las condiciones de asimilabilidad de nutrientes). Asimismo influye en el contenido de carbonatos del suelo, ya que al ser un residuo ácido, provoca la disolución de carbonatos para amortiguar el descenso de pH, descendiendo el porcentaje de  $\text{CaCO}_3$ .

Esto también es comentado por García y Rojas (2006), que observan como el efecto de su acidez elevada provoca la disolución de las diferentes formas de carbonatos, fosfatos de calcio y otros compuestos precipitados facilitando su lavado, con lo que se puede lograr una mejor nutrición de las plantas debido a una mayor disponibilidad de nutrientes acompañada de un mejor balance entre ellos.

- **Efecto salino:**

Para Urbano P. (2002), la carga de sales que lleva, hace que su uso en dosis masivas pueda provocar un incremento significativo de la salinidad del suelo. Explica que este efecto salino está relacionado con su contenido en nutrientes (potasio y magnesio), y es el que contrarresta en el suelo su acidez.

Álvarez González *et al.* (2007), observan en su estudio un aumento sensible de la conductividad eléctrica que conlleva riesgos de salinidad en los suelos. Esto puede afectar al equilibrio suelo-planta, tratándose de un efecto significativo que valoran negativamente. Proponen, en caso de adiciones sucesivas, un obligado seguimiento de la evolución de este parámetro.

- **Metales pesados:**

Para Álvarez González *et al.* (2007), el contenido de metales pesados tanto en los residuos orgánicos como en los suelos analizados es muy bajo, por lo que no supone ningún riesgo de contaminación para los suelos y cultivos.

De igual forma, para Urbano P. (2002), su muy bajo contenido en metales pesados, permite considerar que su empleo no debe entrañar riesgos desde los puntos de vista sanitario o de contaminación de los suelos por elementos pesados.

- **Efecto contaminante:**

García y Rojas (2006), comentan que, debido a su alto contenido en materia orgánica, presenta una elevada Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), lo que lo convierte en un agente muy contaminante del medio ambiente si se dispone directamente al agua en vías que no presentan el caudal suficiente como para provocar una dilución compatible con sus características, generando efectos desastrosos en la flora y fauna existentes por provocar un rápido agotamiento del oxígeno en el medio líquido.

En consecuencia a todo lo anterior, los aportes de estos residuos al suelo (exceptuando la salinidad y la demanda de oxígeno) afectan positivamente a la calidad del suelo. Esto hace que se posibilite su empleo por su alta concentración de nutrientes esenciales requeridos por diferentes tipos de cultivo.

### 1.3.5. Estudios realizados con vinazas

En los trabajos encontrados en la bibliografía se ha estudiado, fundamentalmente, los efectos de la aplicación de vinazas como biofertilizante y biodesinfectante del suelo. La mayoría de los estudios están realizados a partir de vinaza de remolacha o caña de azúcar y no existen apenas referencias del uso de concentrados vínicos, aunque se considera que pueden tener características, usos y efectos parecidos.

Todos estos estudios se enmarcan en la búsqueda de alternativas al uso de fumigantes químicos para el manejo de organismos fitopatógenos de origen edáfico, que sean económicamente rentables y ambientalmente compatibles. Los procesos de biofumigación se han venido considerando como una práctica de eficacia relevante para el manejo de fitopatógenos como bacterias, hongos, nematodos, virus e incluso con acción herbicida.

A continuación se hace referencia de los estudios encontrados realizados con vinazas, por orden cronológico:

- Garcia y Rojas (2006), reportan que la vinaza aumenta la actividad microbiana del suelo, debido a los contenidos de azúcares rápidamente utilizables y fácilmente descompuestos por los microorganismos durante los procesos de descomposición de la materia orgánica.

- Santos *et al.* (2006 y 2007), estudiaron el efecto biocida de diferentes tipos de vinaza (de remolacha, de caña de azúcar y de vino), siendo los resultados obtenidos difíciles de explicar y contrastar, ya que *in vitro* las vinazas lograban suprimir el crecimiento fúngico (la vinaza de vino consigue una inhibición aproximada del 100% para todos los hongos ensayados), mientras que en muestras de suelo la microbiota fusárica no disminuía sino que aumentaba. Además, los tratamientos aportaban altos contenidos de materia orgánica.

- Santos *et al.* (2008), estudiaron el efecto de la aplicación de vinaza de vino como biofertilizante y en el control de enfermedades en el cultivo de pepino, mostrando los resultados un incremento en la cantidad y en el peso de las raíces a medida que la concentración de vinaza era mayor, con un mejor aspecto general. Además, también se observó un incremento en la microbiota



beneficiosa, produciéndose un aumento en la diversidad biológica del suelo, que repercutió en el buen desarrollo de las plantas. Asimismo, destacan que cuando se realizan tratamientos aplicados con fertilizantes químicos no son tan positivos como cuando se incorpora vinaza.

- López-Pérez *et al.* (2010), observan que la aplicación de vinaza de vino tiene una eficacia similar a la de los fumigantes químicos convencionales, en cuanto al manejo de nematodos, fertilidad del suelo y producción. Las vinazas resultaron efectivas en el manejo de *Meloidogyne arenaria* y *Xiphinema index*, mejorando además la fertilidad del suelo.

- Los resultados obtenidos por Castro *et al.* (2010), demuestran que los restos agroindustriales utilizados (vinazas de vino y de caña de azúcar), fueron efectivos disminuyendo las poblaciones de nematodos formadores de nódulos (*Meloidogyne*) hasta un 98,9%. Por otra parte se observó un efecto favorable de los productos sobre la fauna de suelo benéfica evaluada. En cuanto a la incidencia sobre las plantas se encontró un incremento en todas las variables estudiadas al compararlas con el testigo.

- Díez-Rojo (2010), obtuvo en su tesis un resultado muy interesante, a partir del cual surgió la idea de este trabajo: la utilización de vinazas de remolacha provocó una disminución en el índice de flora arvense (índice de malas hierbas) con un nivel de infestación menor, confirmando que las vinazas de remolacha podían tener efecto herbicida. Además, observó cómo estos residuos (vinazas de vino y de remolacha) podían controlar, *in vitro* y en muestras de suelo, tanto *M. incognita* como *X. index*.

Todos los trabajos coinciden en el beneficio medioambiental de esta práctica, evitando el impacto de los pesticidas sobre la salud de los seres vivos y el ambiente, con especial referencia a la posibilidad de prescindir de los fumigantes del suelos, así como plantear un amplio campo de posibilidades para el desarrollo de alternativas futuras a los métodos químicos empleados en agricultura. Para utilizarlos, sería necesaria la optimización de las técnicas de aplicación en campo de estos subproductos.

Sin embargo, el principal problema que plantean es la alta variabilidad en la composición, que hace necesario caracterizar el material de partida y, en su caso, la necesidad de transformarlo para estabilizar su composición.

## 1.4. MALAS HIERBAS

### 1.4.1. Problemática de las malas hierbas

El término “mala hierba” suele resultar confuso para un gran sector de la sociedad, y no satisface a científicos o botánicos, que no sólo consideran dicho nombre como poco preciso, sino que además ven con disgusto que se catalogue como “malas” a determinadas especies vegetales. Por el contrario, a los agricultores les parece incomprensible que alguien pueda tener problemas para entender qué son.

El problema surge al no existir ninguna característica que permita catalogar de forma objetiva a una planta como mala hierba. El concepto de mala hierba es pues un concepto antropocéntrico y, por tanto, muy subjetivo.

La subjetividad del concepto se ve reflejada en las definiciones dadas por diversos autores, como se muestra en la siguiente tabla:

<p><i>Diversas definiciones de las malas hierbas</i></p> <p><i>(Pujadas y Hernández, 1988)</i></p>	
1. DEFINICIONES ANTROPOCÉNTRICAS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas fuera de lugar, o que crece donde no es deseada compitiendo con el hombre por la posesión del suelo (BLATCHLEY, 1912).</li> <li>- Plantas que llegan a ser perjudiciales o indeseables en determinado lugar y en cierto tiempo (MARZOC-CA, 1976).</li> <li>- Especies de plantas cuyos individuos a menudo se dan en lugares donde interfieren con los objetivos del empresario (VAN DER ZWEEP, 1979).</li> </ul>
2. DEFINICIONES ECOLÓGICAS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas pioneras de la sucesión secundaria; un campo cultivado, infestado de malas hierbas, es un caso especial (BUNTING, 1960).</li> <li>- Especies oportunistas que siguen la alteración humana del hábitat (PRITCHARD, 1960).</li> <li>- Plantas que son espontáneas y persistentes en hábitat que están continuamente alterados por el hombre (ZEVEN y DE WET, 1982).</li> </ul>

**3. DEFINICIONES MIXTAS:**

- Plantas adaptadas a proliferar en hábitats alterados por el hombre y que interfieren de alguna manera con las actividades humanas (HOLZNER, 1978).
- Plantas que crecen siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado (PUJADAS y HERNANDEZ, 1988).

**Tabla 5.** Diferentes definiciones de la expresión “mala hierba” (Pujadas y Hernández, 1988)

El que una planta sea deseable o no para el hombre dependerá de todo un conjunto de razones técnicas, económicas, medioambientales, culturales e incluso estéticas. En unas determinadas circunstancias una cierta planta puede resultar claramente indeseable mientras que en otras puede ser indiferente o incluso deseada.

Como ya se ha comentado, las malas hierbas son plantas capaces de invadir nuevos hábitats, de persistir en ellos a pesar de las numerosas y variadas alteraciones introducidas por el hombre y de competir de forma ventajosa con las plantas cultivadas.

Todo esto lo consiguen debido a ciertas características biológicas que tienen este tipo de plantas, que favorecen la invasión de los campos cultivados, como pueden ser:

- Fácil dispersión.
- Buena capacidad de persistencia: otorgada por una elevada producción de semillas, un largo periodo de viabilidad de las mismas, una germinación escalonada y cierta plasticidad fisiológica y genética.
- Buena capacidad de competencia: provocada por una elevada densidad y prolificidad, una nascencia sincronizada con el cultivo, un gran vigor y rápido desarrollo y su morfología y fisiología.

Toda esta lista de características definiría lo que sería la “mala hierba ideal”. Sin embargo, no existe ninguna planta que reúna todos estos atributos a la vez, sino que poseen combinaciones varias de éstos, siendo tanto más agresivas y problemáticas cuanto mayor es el número de características favorables que reúnen (García y Fernández-Quintanilla, 1991).

Dentro de las diferentes especies que pueden considerarse malas hierbas, se pueden clasificar según la duración de su ciclo de vida (Pujadas y Hernández, 1988):

- Anuales: son aquellas que solamente viven durante menos de un año. Son plantas que crecen rápidamente y tienen una duración muy corta. Dispersando sus semillas antes de que se recoja los frutos de las plantaciones donde crecen. Por tanto, completan su ciclo de vida en un único periodo de vegetación activa.
- Bienales: son aquellas que su ciclo se realiza en más de un año, pero en menos de 2. El primer año se produce el crecimiento, adquiriendo forma de roseta, en la que pasan el periodo invernal, En el segundo aparecen las flores y frutos. Habitualmente, las bienales necesitan del estímulo del frío para poder florecer, proceso que se denomina vernalización.
- Perennes: También denominada vivaz, son aquellas que viven varios años, floreciendo y dando semillas varias veces a lo largo de su vida o reproduciéndose por vía asexual (rizomas) Estas plantas suelen perder la parte aérea en periodos de parada vegetativa (invierno), pero las raíces sobreviven. Al llegar la primavera vuelven a rebrotar y florecen, repitiéndose el ciclo vegetativo.

Los daños originados por las malas hierbas son bastante más importantes de lo que comúnmente se piensa. Estos daños y pérdidas globales se deben a diversas causas:

- Reducción en los rendimientos de los cultivos: Como ya se ha mencionado, las malas hierbas tratan de utilizar los recursos disponibles en el medio (agua, luz, nutrientes, espacio), substrayéndoseles a los cultivos, produciendo como resultado una menor cosecha.
- Interferencia con la recolección: frecuentemente, la presencia de malas hierbas atrasa y dificulta la recolección en algunos cultivos al provocar atascos en cilindros y cribas de cosechadoras, mayor desgaste de equipos y aumento del número de averías.

- Reducción en el valor de los productos: en los cultivos infestados por las malas hierbas, con frecuencia aparecen numerosas semillas y restos vegetales junto con el producto cosechado. Dichas impurezas no solo ocasionan un aumento del contenido de humedad de la cosecha, sino que además le pueden conferir un olor, color o sabor no deseado.
- Incremento de los costes de producción: como consecuencia de la presencia de malas hierbas y de la necesidad de combatirlas, los costes de producción se ven aumentados de diversas formas. Por un lado aparecen unos costes directos asociados al empleo de herbicidas y labores suplementarias (escardas mecánicas o manuales). Además, existen otros costes indirectos (empleo de cultivos poco rentables en la rotación, retrasos fecha óptima siembra, etc.).

Asimismo, estas especies pueden ser huéspedes de enfermedades o plagas de los cultivos y contribuir a la propagación de insectos, hongos, bacterias o virus.

#### **1.4.2. Métodos de control de malas hierbas en viña**

Existen muchas especies de malas hierbas que afectan a los viñedos; monocotiledóneas y dicotiledóneas, de verano y de invierno, anuales y perennes. Las malas hierbas varían según el área y de año a año, incluso entre viñedos.

Como se ha comentado anteriormente en el apartado 1.2.4.1., existen tres opciones iniciales para el manejo del suelo (laboreo, cubiertas y herbicidas).

El control de hierbas se realiza desde febrero o marzo, en que comienza a brotar la vid y puede resentirse si no tiene suficiente agua.

A continuación se detallan los métodos de control con los que se puede luchar contra la flora arvense en el viñedo:

#### **1.4.3.1. Métodos culturales**

Los métodos de control culturales o agronómicos de malas hierbas se basan en la prevención.

Como se ha comentado en el apartado 1.2.4.1., será más sencillo y se conseguirán mejores resultados cuando se incluya en el manejo del suelo la cubierta vegetal, ya que va a controlar la aparición de otras especies vegetales que pueden convertirse en un problema: el suelo ya está ocupado y la flora arvense indeseable no ocupa este lugar.

A veces, estas prácticas de prevención no son suficientes, por lo que puede ser necesario algún tratamiento que reequilibre el sistema y controle el problema (Mudarra y García, 2005).

#### **1.4.3.2. Métodos físicos**

El acolchado, ya sea inerte, orgánico o inorgánico, es también una barrera física al desarrollo de flora arvense, evitando que la luz llegue a las semillas que están latentes en el suelo, o por simple barrera física impidiendo su emergencia.

Otra posibilidad es el control térmico o piroescarda (con quemadores), aunque esta opción generalmente resulta de mayor coste que los métodos químicos, principalmente por el alto coste de adquisición de la maquinaria y la baja capacidad de rendimiento en el campo.

#### **1.4.3.3. Métodos mecánicos**

El laboreo mecánico controla bien la vegetación natural o flora arvense en el viñedo, aunque se tiene que intentar realizar lo más superficial posible para evitar daños y pérdidas en la estructura del suelo.

Si el viñedo se conduce en espaldera existen aperos específicos para su control entre cepas. Para las calles existen diversos modelos de cultivadores y desbrozadoras (Mudarra y García, 2005).

#### **1.4.3.4. Métodos químicos**

En principio es la técnica menos adecuada, al ser muchos de estos productos tóxicos o al menos agresivos con el entorno y la salud, pero que pueden resultar muy cómodos para el viticultor.

Es necesario emplear con cuidado los herbicidas para evitar daños a la viña, evitar contaminación de aguas y mantener la flora arvense bajo control.

Para reducir el riesgo de aparición de poblaciones resistentes se recomienda evitar el uso continuado del mismo herbicida o de herbicidas que tengan el mismo modo de acción, y alternar con métodos no químicos (Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones N°3 Enero-Febrero 2012, Gobierno de Aragón).

El problema de muchos herbicidas es que, al igual que matan a la planta no deseada, pueden hacerlo con la cultivada o provocarle daños. Por ello requieren ser aplicados correctamente y en los momentos adecuados, teniendo en cuenta tanto el estado de desarrollo del cultivo como el de las plantas a controlar.

Según el Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones N°3 Enero-Febrero 2012 del Gobierno de Aragón, los herbicidas utilizables en viña pertenecen a tres grupos y son:

1. Persistentes o residuales: Flazasulfurón, Flumioxazina, Isoxaben, Orizalina, Oxifluorfen 24 – 48, Pendimetalia 33, Terbutilazina.
2. Foliares (sistémicos o de contacto): Amitrol, Amitrol + tiocianato amónico, Cicloxidim, Diquat, Fluazifop-p-butil, Glifosato, Glifosato + piraflufen etil, Glufosinato amónico, Oxadiazon, Quizalofop-p-etil 5 – 10.
3. Mezcla: Diflufenican + glifosato, Diflufenican + oxifluorfen, Glifosato + oxifluorfen, Glifosato + terbutilazina.

#### **1.4.3.5. Control integrado**

Para tener una disminución considerable de la población, la mejor forma es combinar alguno de los métodos antes descritos.

En general, se puede afirmar que la técnica que reúne mayor número de ventajas es mantener las entrelíneas o calles con hierba natural o sembrada, a la que se le dan cortes periódicos, y mantener la banda, a lo largo de la fila de las viñas, totalmente limpia a base de herbicidas o labores durante todo el año. (Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones N°3 Enero-Febrero 2012, Gobierno de Aragón).

## **2. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

En este trabajo se pretende poner en valor un residuo procedente de la industria alcoholera: los concentrados vínicos.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto herbicida del concentrado vínico sobre diferentes especies arvenses, *in vitro* e *in vivo*.
- Evaluar el efecto herbicida en campo del concentrado vínico en un cultivo de vid.
- Evaluar el posible efecto fertilizante si lo hubiese.



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este Proyecto Fin de Carrera se han planteado experimentos en campo, en invernadero y en laboratorio con el objetivo de averiguar el posible efecto herbicida del concentrado vínico sobre la flora arvense en diferentes escenarios.

Dependiendo del escenario se han diseñado diferentes tipos y número de ensayos:

- En campo se realizó un único ensayo debido a la escasa disponibilidad de parcelas experimentales.
- En invernadero se realizaron estudios en diferentes momentos (preemergencia, postemergencia precoz y postemergencia tardía) y con diferentes volúmenes y dosis, realizándose un total de 6 ensayos.
- En laboratorio se realizaron estudios con un mismo volumen de aplicación pero diferentes dosis de concentrado vínico, realizándose un total de 4 ensayos.

A continuación se resumen en la tabla 7 todos los experimentos y ensayos realizados:

EXPERIMENTACIÓN EN CAMPO		1 ensayo
EXPERIMENTACIÓN INVERNADERO	Preemergencia	1 ensayo
	Postemergencia precoz	2 ensayos
	Postemergencia tardía	3 ensayos
EXPERIMENTACIÓN LABORATORIO		4 ensayos

**Tabla 6.** Resumen de todos los experimentos y ensayos realizados en este Proyecto Fin de Carrera..

Todos los ensayos se realizaron utilizando el mismo concentrado vínico procedente de la Destilería San Valero ubicada en el término municipal de Cariñena (Zaragoza), el cuál fue caracterizado y analizado en el Laboratorio Agroambiental de la DGA-Centro de Transferencia Agroalimentaria en Montañana.

Las características físico-químicas del mismo se muestran a continuación (tabla 7).

PARÁMETROS	Muestra 1	Muestra 2
pH	3,39	3,5
Densidad (g/c.c)	1,05	1,17
N Total (%p/p)	1,7	1,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%p/p)	< 0,38	< 0,38
K <sub>2</sub> O (%p/p)	2,7	2,8
Calcio (%p/p)	0,5	0,4
Magnesio (%p/p)	0,16	0,17
Sodio (%p/p)	0,1	0,4
Mn (mg/kg)	5	4
Zn (mg/kg)	7	11
Materia orgánica (%p/p)	18,6*	21,4*
Ácidos húmicos (%p/p)	-*	-*
Ácidos fúlvicos (%p/p)	15,24*	13*

**Tabla 7.** Análisis químico del concentrado vínico empleado en este trabajo (CTA Aragón).

(\*) Análisis Destilería San valero, 2007.

Es significativo su contenido en nitrógeno total, que ronda el 2%. Notable es, asimismo, su riqueza potásica y los aportes que puede hacer de otros elementos (magnesio, sodio, etc.) y microelementos (zinc, manganeso, etc.) necesarios para la nutrición de las plantas.

Los resultados de los parámetros analizados en el concentrado vínico a utilizar en este trabajo, son similares a los encontrados en la bibliografía, ya comentados en el apartado 1.3.3 (introducción).

Salvo excepciones, todos los ensayos se realizaron 2 veces con 3-4 repeticiones en cada tratamiento.

### 3.1. PLANTEAMIENTO Y REALIZACIÓN DEL ENSAYO

#### 3.1.1. Planificación y realización del ensayo en campo

El estudio se ha llevado a cabo en una explotación de vid situada en el término municipal de Longares (Zaragoza), en el paraje denominado Majadillas, polígono 22, parcela 137, cuyas coordenadas son 41° 22' 33" de latitud Norte, 1° 10' 2" de longitud Oeste y una altura de 530 metros sobre el nivel del mar. Se trata de una plantación experimental de vid, en espaldera, perteneciente a Eduardo Artigas Losilla, de más de 20 años con riego por goteo y un marco de plantación de 2,2 m x 2,2 m.

La parcela objeto del ensayo está formada por diferentes variedades y portainjertos, con un suelo de textura franca (38% arcilla, 40% limo y 22% arcilla), pH básico (8,5), baja salinidad (0,12 dS/m) y contenido en materia orgánica del 1,5%.



Figura 25. Situación en Aragón de la Comarca Campo de Cariñena.



**Figura 26.** Parcela objeto del ensayo (Longares) (SIGPAC).



**Figura 27.**Detalle de la parcela objeto del ensayo.

Se ha realizado un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y 5 tratamientos en cada una de ellas, con parcelas elementales de 18 cepas.



**Figura 28.** Parcela objeto del ensayo (Longares).

El ensayo se realizó en el mes de abril de 2011 siendo aplicados los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)	Dosis Agua (l/ha)	Mojante(l/ha)
0	2700	0	2700	0
1	2700	700	2000	0
2	2700	666	2000	27 (1%)
3	5400	1350	4050	0
4	5400	1350	4000	68 (1%)

**Tabla 8.** Tratamientos del ensayo en campo.

El dispositivo experimental final queda como se indica en la figura adjunta:

		BLOQUE A						BLOQUE B						BLOQUE C							
Fila	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Tto		2	4	3	0	N	1	3	0	2	N	4	1	N	2	1	0	3	4		

0	TESTIGO
1	T1
2	T2
3	T3
4	T4
N	SIN TRATAMIENTO

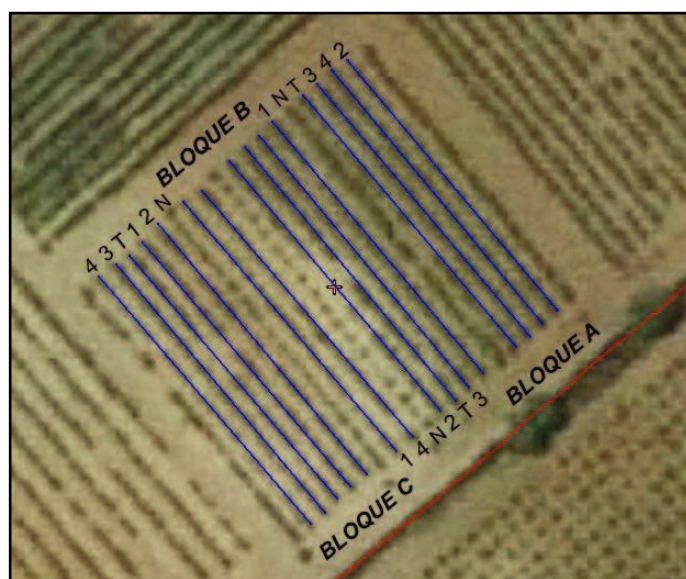


Figura 29. Esquema del diseño experimental del ensayo en campo.

La aplicación se efectuó el día 14-04-11, cuando la vid se encontraba en el estado fenológico D-E con la salida y crecimiento de hojas.

Para la realización del ensayo se siguió la siguiente metodología:

- 1) Señalización de las filas a tratar
- 2) Calibración del tractor y del pulverizador
- 3) Tratamiento pulverizador

### 1) Señalización filas parcela

Unos días antes de la realización del ensayo, para llevar un control de los distintos tratamientos, se realizó la señalización de las filas tanto al inicio como al final de las mismas, marcándose con estaquillas numeradas como se muestra en la figura 35, de acuerdo al diseño experimental planteado anteriormente.



Figura 30. Estaquilla tratamiento campo.

### 2) Calibración del tractor y del pulverizador

Antes de efectuar el ensayo en campo se realizó una calibración del tractor y pulverizador a utilizar. La calibración se llevó a cabo ya que el volumen de caldo (l/ha) a aplicar depende de:

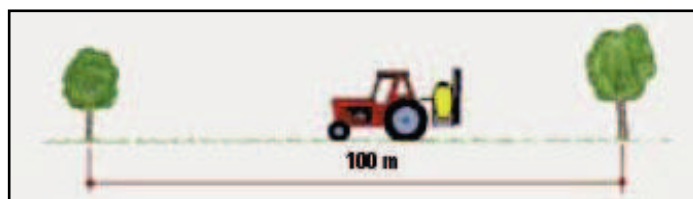
- La velocidad de avance del tractor.
- La anchura de aplicación de cada boquilla.
- El caudal pulverizado por cada boquilla.

A continuación se detallan cada uno de los pasos seguidos para la calibración:

#### - Velocidad de avance del tractor:

Inicialmente, se realizó con el tractor una prueba para conocer su velocidad en cada marcha. Para ello se utilizó una cinta métrica de 100 metros colocada en línea recta por dónde el tractor circulaba y un cronómetro para conocer el tiempo que le costaba recorrerlos.





**Figura 31.** Esquema del proceso de verificación de la velocidad de avance del tractor (Doc. Hardi).

Conocido el tiempo que tarda en circular una determinada distancia se conoce la velocidad:

$$Velocidad \left( \frac{km}{h} \right) = \frac{Distancia (km) \times 3600 (seg/h)}{Tiempo (seg)}$$

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- 1ª marcha: 0,486 km/h
- 2ª marcha: 0,657 km/h
- 3ª marcha: 1,18 km/h
- 4ª marcha: 2 km/h
- 5ª marcha: 3,39 km/h

Se decidió realizar los ensayos en 2ª marcha a 0,657 km/h.

- Anchura de aplicación de cada boquilla:

Tras conocer la velocidad de avance del tractor, se eligió un tipo de boquilla a utilizar en el ensayo que fuera compatible con el tratamiento.

Se optó por una boquilla de chorro plano o abanico de bordes decrecientes para una cobertura uniforme en aplicaciones al voleo, muy usadas en tratamientos herbicidas donde se requiere rociar un área específica o en bandas.

Dentro de todas las opciones de boquillas que hay de este tipo se eligió la boquilla Hardi 4110-24.

Dicha boquilla tienen un ángulo de pulverización de 110° con el que consigue una anchura de aplicación de 50 cm para la altura a la que se encuentra el pulverizador (50 cm).

- Caudal pulverizado por cada boquilla:

La boquilla elegida debía tener una capacidad de 1,48 l/min, calculada con la ecuación citada en el catálogo de boquillas Hardi:

$$\text{Caudal boquilla} \left( \frac{l}{min} \right) = \frac{\text{Volumen} \left( \frac{l}{ha} \right) \times \text{Velocidad} \left( \frac{km}{h} \right) \times \text{Distancia boquillas} (cm)}{60000}$$

$$\text{Caudal boquilla} \left( \frac{l}{min} \right) = \frac{2700 \left( \frac{l}{ha} \right) \times 0,657 \left( \frac{km}{h} \right) \times 50 (cm)}{60000} = 1,48 l/min$$

Para que el caudal suministrado por la boquilla fuera el requerido se tuvo que regular la presión de trabajo de la misma. Para ello se utilizó una probeta (para recoger el agua pulverizada) y un cronómetro (para medir el tiempo de trabajo), a parte del propio tractor y pulverizador.



**Figura 32.** Comprobación del caudal de las boquillas (Doc. Hardi).

Como se indica en la siguiente tabla, la boquilla elegida (Hardi 4110-24) alcanza el caudal requerido para la realización del tratamiento con una presión de trabajo de 1,5 bar, con la que se trabajó.

Boquilla Nº	PRESIÓN (bar)					
	1.5	2	2.5	3	4	5
4110-10	0.33	0.38	0.42	0.47	0.54	0.60
4110-12	0.52	0.60	0.67	0.73	0.85	0.95
4110-14	0.64	0.74	0.83	0.91	1.05	1.17
4110-16	0.79	0.91	1.02	1.11	1.29	1.44
4110-18	0.94	1.08	1.21	1.32	1.53	1.71
4110-20	1.13	1.30	1.45	1.59	1.84	2.06
4110-24	<b>1.47</b>	1.70	1.90	2.08	2.40	2.69
4110-30	2.08	2.40	2.68	2.94	3.39	3.79

**Tabla 9.** Caudal (l/min) de boquillas de hendidura en función de la presión (Doc. Hardi).



### 3) Tratamiento pulverizador

Como se ha comentado, el tratamiento se realizó mediante un pulverizador con una sola boquilla de chorro plano para una cobertura uniforme en aplicaciones al voleo, para tratar líneas de cepas con una anchura de 0,5 metros a ambos lados de la fila.

En el momento de aplicación había gran variedad de flora arvense en la entrelínea en diferentes estados.



**Figura 33.** Tractor realizando la pulverización.

Con el diseño planteado y citado anteriormente en la tabla (), se calculan las disoluciones a preparar para cada tratamiento.

Como cada tratamiento está compuesto por tres repeticiones, estando cada una de ellas formada por 18 cepas de vid con una separación de 2,2 metros entre ellas, la superficie a tratar por cada tratamiento es:

$$[(18 \times 2,2) + 0,4] \times 3 = 120 \text{ m}^2$$

Añadimos 20 cm más a tratar antes del inicio de la fila y otros 20 cm después del final de la fila, de ahí el 0,4 añadido en la fórmula.

Con la superficie a tratar y los volúmenes planteados se calculan las disoluciones a preparar en cada tratamiento como se muestra a continuación:

#### - Tratamiento 0:

Siendo el volumen a aplicar de 2700 l/ha, en 120 m<sup>2</sup> es:

$$\frac{2700 \text{ l}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{10000 \text{ m}^2} \times \frac{120 \text{ m}^2}{\text{tto 0}} = 32,4 \text{ l/tto 0}$$

En este tratamiento testigo el volumen total está formado únicamente por agua.

- Tratamiento 1 y 2:

El volumen total de disolución a preparar es el mismo que en el tratamiento testigo, siendo también de 32,4 litros.

Del volumen total, la cantidad de agua y de concentrado es:

$$\frac{32,4 \text{ l}}{\text{tto 2}} \times \frac{2000 \text{ l agua}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{2700 \text{ l}} = 24 \text{ litros agua tto 2}$$

$$\frac{32,4 \text{ l}}{\text{tto 2}} \times \frac{700 \text{ l concentrado}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{2700 \text{ l}} = 8,4 \text{ litros concentrado tto 2}$$

En el tratamiento 2 se añadió el 1% de mojante para facilitar la fijación de la vinaza a las malas hierbas.

- Tratamiento 3 y 4:

En ambos tratamientos se planteó el doble de volumen de caldo que en el resto de tratamientos, pues se realizaron 2 pasadas.

Siendo el volumen a aplicar de 5400 l/ha, en 120 m<sup>2</sup> es:

$$\frac{5400 \text{ l}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{10000 \text{ m}^2} \times \frac{120 \text{ m}^2}{\text{tto 3}} = 64,8 \text{ l/tto 3}$$

Del volumen total, la cantidad de agua y de concentrado es:

$$\frac{32,4 \text{ l}}{\text{tto 3}} \times \frac{4050 \text{ l agua}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{5400 \text{ l}} = 48,6 \text{ litros agua tto 3}$$

$$\frac{64,8 \text{ l}}{\text{tto 3}} \times \frac{1350 \text{ l concentrado}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{5400 \text{ l}} = 16,2 \text{ litros concentrado tto 3}$$

En el tratamiento 4 se añadió el 1% de mojante para facilitar la fijación de la vinaza a las malas hierbas.

El mojante empleado para la realización de los tratamientos 2 y 4 fue PG SuperMojante de Dow AgroSciences.

Las disoluciones preparadas para cada tratamiento quedan formadas de la siguiente manera:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado		Mojante	
	(l/ha)	(l/tto)	(l/ha)	(l/tto)	(l/ha)	(l/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	2700	32,4	2700	32,4	0	0	0	0
1	2700	32,4	2000	24	700	8,4	0	0
2	2700	32,4	2000	24	666	8	27	0,32 (1%)
3	5400	64,8	4050	48,6	1350	16,2	0	0
4	5400	64,8	4000	48	1350	16,2	68	0,64 (1%)

**Tabla 10.** Composición de las disoluciones para el tratamiento en campo.

### 3.1.2. Planificación y realización de los ensayos en invernadero

El estudio en invernadero se ha llevado a cabo tanto en las instalaciones del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), situado en Montañana (Zaragoza), como en la Escuela Politécnica Superior en Huesca.



Figura 34. Instalaciones del CITA en Montañana (Zaragoza).

Se ha estudiado el efecto que tiene el concentrado vínico sobre 4 especies de malas hierbas (*Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Setaria pumila* y *Portulaca oleracea*) en invernadero, en diferentes momentos (preemergencia, postemergencia precoz y tardía). Además también se ha ensayado con diferentes dosis de concentrado vínico.

Simultáneamente se realizaron ensayos sobre cereal (*Triticum aestivum*) para conocer la reacción del cultivo tras la aplicación de concentrado vínico en él.

#### 3.1.2.1. Características de las especies utilizadas

- *Sonchus oleraceus* L.

Nombres vulgares: Lechacino, cerraja, cerrajón.

Planta anual perteneciente a la familia de las asteráceas (compuestas), de germinación otoñal-invernal y ocasionalmente primaveral, que puede alcanzar un tamaño de 20 a 80 cm.

Plántula en roseta, glauca, glabra o con pelos dispersos de color blanco, a menudo teñida de rojo por el envés. En general, a partir de la cuarta hoja presenta látex. Cotiledones redondeados y ligeramente truncados en el ápice, de 6-12 mm de longitud.

Hojas verdaderas alternas y peciolo anchos. La primera hoja se estrecha bruscamente en el peciolo, mientras la tercera se arquea en la base adoptando forma de violín. Las hojas siguientes suelen ser desde pinnatipartidas a pinnatisectas.

Capítulos florales de color amarillo con brácteas desprovistas de pelos o un poco algodonosas. El fruto es un aquenio plateado, fuertemente arrugado transversalmente.

Crece durante todo el año en cultivos de toda España, especialmente en regadío (Recasens y Conesa, 2009; Carretero, 2004; Bonnier y De Layens, 1990).



Figura 35. Planta adulta de *Sonchus oleraceus* en flor.

- *Senecio vulgaris* L.

Nombres vulgares: Hierba cana, hierba de las quemaduras, zuzón, pan de pájaros, hierba conejera.

Planta anual perteneciente a la familia de las asteráceas (compuestas), de germinación otoñal e invernal.

Plántula erecta de hasta 40 cm, con pelosidad rizada. Cotiledones peciolados, glabros, oval-alargados, hasta de 11 mm de longitud, carnosos y en ocasiones rojizos por el envés.

Hojas verdaderas alternas, carnosas e inicialmente dentadas; las siguientes, lobuladas e incluso pinnatipartidas.

Flores sin lígula o con lígulas muy cortas de color amarillo. El fruto es un aquenio de color pardo o grisáceo.

Ampliamente extendida en los cultivos, especialmente de regadío, de toda España (Recasens J. y Conesa, 2009; Carretero, 2004; Bonnier y De Layens, 1990).



Figura 36. Planta adulta de *Senecio vulgaris* en flor.

- *Setaria pumila*

Nombres vulgares: Almorejo, hopillo, lagartera, limpia tubos.

Planta anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas) de germinación primaveral-estival, de 10 a 50 cm de talla.

Plántula con prefoliación enrollada, hojas glaucas y base de la vaina coloreada de pigmentación rojo-violeta. A partir de la tercera hoja el limbo muestra unos característicos pelos largos próximos a la lígula.

Inflorescencia cilíndrica y no adherente.

Mala hierba ampliamente distribuida por toda España, especialmente en regadío (Recasens y Conesa, 2009; Carretero, 2004; Bonnier y De Layens, 1990).



**Figura 37.** Plantas adultas de *Setaria pumila* en flor.

- *Portulaca oleracea*

Nombres vulgares: Verdolaga, malmuere, siempreviva.

Planta anual perteneciente a la familia de las portulacáceas, de germinación primaveral-estival.

Plántula pequeña, glabra y en roseta, más tarde decumbente. Cotiledones oval-alargados, carnosos como las hojas. Hojas verdaderas opuestas y sésiles, muy similares a los cotiledones, aunque más anchas.

Flores solitarias o en grupos de 2-3, la mayoría en las axilas de las hojas superiores, de color amarillo. Fruto en cápsula con dehiscencia transversal.

Mala hierba de verano ampliamente extendida por el regadío y seco poco severo de toda España (Recasens y Conesa, 2009; Carretero, 2004; Bonnier y De Layens, 1990).



**Figura 38.** Planta adulta de *Portulaca oleracea* en flor.

- *Triticum aestivum*

Nombre vulgar: Trigo harinero.

Planta anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). Es el cereal panificable más cultivado en el mundo.

Su crecimiento se divide en diferentes periodos o fases, cada una de las cuales es designada por las características que la planta manifiesta durante el mismo: ahijado, encañado, espigado y maduración.

El tallo es una caña con nudos y entrenudos. Las hojas son paralelinervias y terminadas en punta. La inflorescencia es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas o glumas, a ambos lados. El fruto es una cariopside con el pericarpo soldado al tegumento seminal.



**Figura 39.** Plantas de *Triticum aestivum*.

Todos los ensayos se realizaron por duplicado exceptuando los ensayos en postemergencia tardía, y se llevaron a cabo siguiendo la misma metodología, indicada a continuación, diferenciándose únicamente en el estado en el que se encontraban las plantas a la hora de realizar el tratamiento.

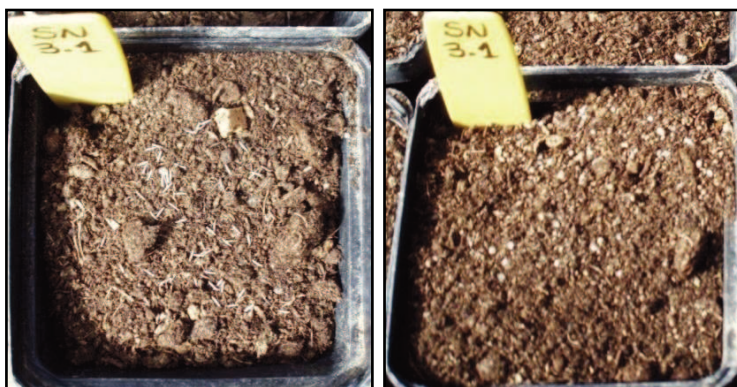
- 1) Siembra y preparación de las macetas
- 2) Etiquetado e identificación de las macetas
- 3) Riego de las macetas
- 4) Escarda manual (excepto en ensayo preemergencia)
- 5) Tratamiento pulverizador



### 1) Siembra y preparación de macetas:

Todos los ensayos se realizaron en macetas cuadradas de plástico negro de 8x8x8,5 cm utilizando sustrato compuesto por Humin-Substrat (42%), arena (29%) y tierra (29%).

Se rellenaron las macetas hasta dejar 1-2 cm para posteriormente realizar la siembra y a continuación añadir de nuevo una pequeña capa de turba para cubrir las semillas.



**Figura 40.** Realización de la siembra (*Senecio vulgaris*).

### 2) Etiquetado e identificación:

Al mismo tiempo que se efectuaba la siembra, para poder llevar un control de los distintos tratamientos aplicados, se realizó una señalización de cada una de las macetas mediante etiquetas, quedando todas ellas identificadas. En ellas se diferenciaba la especie, el tratamiento y la repetición.



**Figura 41.** Señalización de macetas mediante etiquetas.

En las etiquetas primero se indicaba la especie, posteriormente el tratamiento al que pertenecía y por último la repetición, quedando como se muestra a continuación a modo de ejemplo:



SN.2.3 → Especie: *Senecio vulgaris*  
Tratamiento: 2  
Repetición: 3



Figura 42. Detalle etiqueta (ejemplo1)

ST.0.3 → Especie: *Setaria pumila*  
Tratamiento: 0  
Repetición: 3



Figura 43. Detalle etiqueta (ejemplo 2)

### 3) Riego:

En todos los ensayos antes de sembrar se humedeció la turba para la compactación de la misma, y una vez realizada la siembra se procedió a un riego abundante de las macetas.

Después, se realizaron riegos periódicos cada 1-2 días, siempre a primera hora de la mañana evitando las altas temperaturas que pudieran dañar a las plantas.

### 4) Escarda manual (excepto en preemergencia):

Para dar uniformidad a todas las muestras del ensayo y evitar posibles variaciones de los datos a obtener (posible diferencia de crecimiento si hay más o menos plantas por maceta), se eliminaron plantas manualmente hasta dejar 10 por maceta.

#### 5) Tratamiento pulverizador:

Para realizar las aplicaciones se prepararon las disoluciones correspondientes a cada uno de los tratamientos y mediante un pulverizador fijo de precisión (equipo AZO Sprayers, Holanda) o manual (marca Matabi) se aplicaron a una bandeja ocupada por las macetas de las plantas a tratar.

Conociendo los volúmenes planteados en el ensayo (l/ha) y la superficie que se iba a tratar, se calcularon las disoluciones a preparar para cada uno de los tratamientos.

Aunque la metodología empleada fue la misma en todos los experimentos en invernadero, existen ciertas particularidades para cada ensayo, que se detallan a continuación:

#### 3.1.2.2. Ensayo en preemergencia:

El objetivo de este ensayo fue conocer la influencia del concentrado vínico aplicado en preemergencia.

Se establecieron 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno para las 4 especies citadas anteriormente.

Se aplicaron diferentes volúmenes de tratamiento (5000, 10000 y 15000 l/ha) con diferentes dosis de concentrado vínico (1000, 2000 y 3000 l/ha), además del correspondiente tratamiento testigo, tratado solamente con agua.

Los volúmenes y dosis planteados para cada tratamiento fueron de la siguiente forma:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)	Dosis Agua (l/ha)
0	5000	0	5000
1	5000	1000	4000
2	10000	2000	8000
3	15000	3000	12000

**Tabla 11.** Tratamientos invernadero ensayo preemergencia.

Con el diseño planteado en este ensayo de 4 tratamientos y 4 repeticiones para las 4 especies, se necesitaron un total de 64 macetas.

En la primera repetición se realizó una siembra de 10 semillas por maceta. En consecuencia, las semillas empleadas de cada una de las especies fueron:

$$4 \text{ ttos} \times 4 \frac{\text{repeticiones}}{\text{tto}} \times 10 \frac{\text{semillas}}{\text{repetición}} = 160 \text{ semillas}$$

Tras la realización de la primera repetición y a la vista de la baja germinación que se obtuvo de *Portulaca oleracea*, se decidió realizar en la segunda repetición una siembra de 30 semillas por maceta de esta especie, siendo utilizadas un total de 480 semillas:

$$4 \text{ ttos} \times 4 \frac{\text{repeticiones}}{\text{tto}} \times 30 \frac{\text{semillas}}{\text{repetición}} = 480 \text{ semillas}$$

La siembra se realizó el día 08/06/2011 para la 1ª repetición y el día 30/06/2011 para la 2ª repetición.

El etiquetado e identificación de las macetas y el riego se realizó como se ha descrito anteriormente en la metodología general.

Para realizar las aplicaciones se prepararon las 4 disoluciones correspondientes a cada uno de los tratamientos y después, mediante un pulverizador manual se aplicaron de forma uniforme, sobre una bandeja ocupada por las macetas a tratar (figura 44).



**Figura 44.** Aplicación tratamiento preemergencia.

Las aplicaciones se realizaron un día después de haber realizado la siembra, antes de que se produjera la germinación de las mismas.

Con el diseño citado anteriormente, se calcularon las disoluciones a preparar para cada tratamiento.

Como la superficie de la bandeja es de 2106 cm<sup>2</sup> (54cm largo x 39 cm ancho), el volumen que hay que preparar para cada tratamiento es:

- Tratamiento 0 y 1:

$$5000 \frac{l}{ha} \times \frac{1 ha}{10000 m^2} \times 1000 \frac{ml}{l} \times \frac{1 m^2}{10000 cm^2} = 0,05 ml/cm^2$$

$$2106 cm^2 \times 0,05 ml/cm^2 = 105,3 ml \text{ a aplicar en la bandeja.}$$

- Tratamiento 2:

$$10000 \frac{l}{ha} \times \frac{1 ha}{10000 m^2} \times 1000 \frac{ml}{l} \times \frac{1 m^2}{10000 cm^2} = 0,1 ml/cm^2$$

$$2106 cm^2 \times 0,1 ml/cm^2 = 210,6 ml \text{ a aplicar en la bandeja.}$$

- Tratamiento 3:

$$15000 \frac{l}{ha} \times \frac{1 ha}{10000 m^2} \times 1000 \frac{ml}{l} \times \frac{1 m^2}{10000 cm^2} = 0,15 ml/cm^2$$

$$2106 cm^2 \times 0,15 ml/cm^2 = 315,9 ml \text{ a aplicar en la bandeja.}$$

Las disoluciones preparadas para cada tratamiento quedan por tanto formadas por:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	105	5000	105	0	0
1	5000	105	4000	83	1000	22
2	10000	210	8000	168	2000	42
3	15000	315	12000	253	3000	63

**Taba 12.** Composición de las disoluciones para el ensayo en preemergencia.

Como se ha comentado, las aplicaciones se realizaron un día después de la siembra, siendo los días 09/06/2011 para la primera repetición y 01/07/2011 para la 2ª repetición.

### 3.1.2.3. Ensayos en postemergencia precoz:

El objetivo de estos ensayos fue conocer y evaluar la fitotoxicidad del concentrado vínico aplicado en postemergencia precoz, cuando las plantas se encontraban en un estado fenológico de 2-4 hojas.



Figura 45. Tamaño de las plantas en el ensayo de postemergencia precoz.

A diferencia de la siembra realizada en el ensayo de preemergencia, se realizó una siembra generalizada de numerosas semillas (siembra a voleo), para procurar una germinación mínima de 10 semillas por maceta, sabiendo que el porcentaje de germinación no iba a ser del 100%.

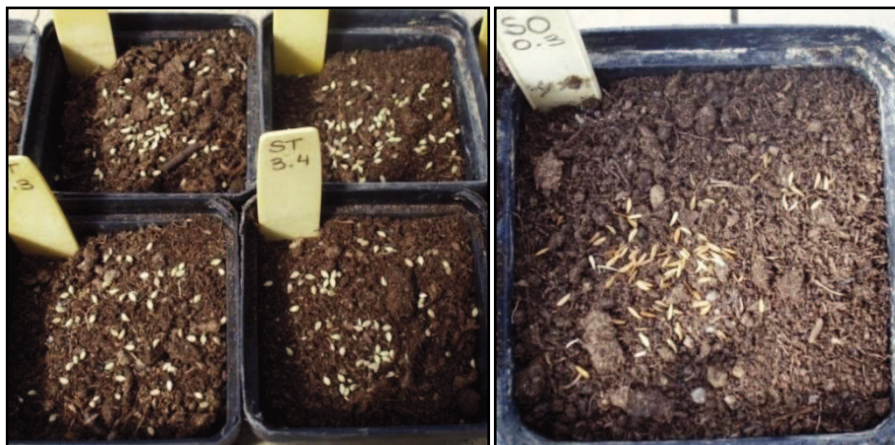


Figura 46. Siembra generalizada de *Setaria pumila* y *Sonchus oleraceus*.

El etiquetado de las macetas, el riego y la escarda manual se realizó como se ha descrito anteriormente en la metodología general.

Se planteó un diseño con 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno para las 4 especies citadas anteriormente.

A continuación se detallan los 2 ensayos que se realizaron para este estado fenológico variando la dosis de concentrado vínico.

a) Ensayo 1:

En un primer ensayo se probó con un mismo volumen de tratamiento (5000 l/ha) pero variando la dosis de concentrado vínico (0, 500, 750 y 1000 l/ha).

Los tratamientos planteados fueron:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)	Dosis Agua (l/ha)	Mojante (l/ha)
0	5000	0	5000	10 (0,2%)
1	5000	500	4500	10 (0,2%)
2	5000	750	4250	10 (0,2%)
3	5000	1000	4000	10 (0,2%)

**Tabla 13.** Tratamientos invernadero ensayo 1 postemergencia precoz.

Con el diseño planteado en este ensayo se necesitaron un total de 64 macetas, y la siembra se realizó el día 20/04/2011 para la 1ª repetición y el día 01/07/2011 para la 2ª repetición.

Para realizar las aplicaciones se prepararon las 4 disoluciones correspondientes a cada uno de los tratamientos y después, mediante un pulverizador manual, se aplicaron a una bandeja ocupada por las macetas de las plantas a tratar de la misma superficie que la utilizada para el ensayo en preemergencia.

A los tratamientos se añadió PG SuperMojante de Dow AgroSciences para favorecer la fijación del concentrado vínico a las plantas y potenciar su posible acción herbicida.

Aplicando los mismos cálculos anteriormente citados en el ensayo en preemergencia se obtuvieron las disoluciones a preparar para cada tratamiento:

Tratamiento	Volumen (l/ha) (ml/tto)		Agua (l/ha) (ml/tto)		Concentrado (l/ha) (ml/tto)		Mojante (l/ha) (ml/tto)	
0	5000	105	5000	105	0	0	10	0,21
1	5000	105	4500	94	500	11	10	0,21
2	5000	105	4250	89	750	16	10	0,21
3	5000	105	4000	83	1000	22	10	0,21

**Tabla 14.** Composición disoluciones ensayo 1 postemergencia precoz.

Las aplicaciones se realizaron los días 09/05/2011 y 19/07/2011 para la 1ª y 2ª repetición respectivamente.

b) Ensayo 2:

En un segundo ensayo se probó con el mismo volumen de tratamiento que en el primero (5000 l/ha) pero con mayores dosis de concentrado vínico (0, 1000, 1500 y 2500 l/ha).

Los tratamientos planteados fueron:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)		Dosis Agua (l/ha)
0	5000	0		5000
1	5000	1000		4000
2	5000	1500		3500
3	5000	2500		2500

**Tabla 15.** Tratamientos invernadero ensayo 2 postemergencia precoz.

En este caso el diseño planteado es el mismo (4 tratamientos y 4 repeticiones), pero se añadió Trigo a las especies utilizadas, por lo que se utilizaron 80 macetas.

La siembra se realizó el día 25/01/2012 para la 1ª repetición y el día 09/03/2012 para la 2ª repetición.

Para la realización de este ensayo se utilizó el pulverizador fijo de precisión de la Escuela Politécnica Superior de Huesca (EPSH) que se muestra a continuación (figura 47).





**Figura 47.** Pulverizador fijo utilizado (izda). Detalle de la barra de pulverización (dcha).

Antes de efectuar el ensayo se tomaron las características del aparato y se realizó una calibración del pulverizador. La calibración se llevó a cabo ya que el volumen de caldo (l/ha) a aplicar depende de:

- Velocidad de avance de la barra pulverizadora.
- Anchura de aplicación de cada boquilla.
- Caudal pulverizado por cada boquilla.

A continuación se detallan cada uno de los pasos seguidos para la calibración:

- Velocidad de avance de la barra pulverizadora:

Longitud de trabajo: 3,75 m.

Tiempo: 21 segundos.

Velocidad pulverizador: 0,643 km/h (No se pudo modificar).

- Anchura de aplicación de cada boquilla:

Se utilizó una boquilla de chorro plano o abanico de bordes decrecientes para una cobertura uniforme en aplicaciones de tratamientos herbicidas donde se requiere rociar un área específica o en bandas.



Dentro de todas las opciones de boquillas que hay de este tipo se eligió la boquilla Teejet TP8020 de gran caudal, dado que el volumen necesario para el tratamiento es elevado (5000 l /ha) y la capacidad de la boquilla nos permite alcanzarlo, a la vez que permite el paso del concentrado vínico sin obturación de la misma.



**Figura 48.** Boquillas utilizadas tratamiento invernadero pulverizador fijo.

Dicha boquilla tienen un ángulo de pulverización de 80° con el que consigue una anchura de aplicación de 75 cm para la altura a la que se encuentra la barra portadora de las boquillas (50 cm).

- Caudal pulverizado por cada boquilla:

Con los datos característicos del equipo y del ensayo que queremos realizar, se puede calcular el caudal que debe pulverizar la boquilla:

$$\text{Caudal boquilla} \left( \frac{l}{min} \right) = \frac{\text{Volumen} \left( \frac{l}{ha} \right) \times \text{Velocidad} \left( \frac{km}{h} \right) \times \text{Distancia boquillas} (cm)}{60000}$$

$$\text{Caudal boquilla} \left( \frac{l}{min} \right) = \frac{5000 \left( \frac{l}{ha} \right) \times 0,643 \left( \frac{km}{h} \right) \times 75 (cm)}{60000} = 4 l/min$$

Como la velocidad del aparato era fija, se tuvo que regular la presión de trabajo para que el caudal suministrado por la boquilla fuera el requerido, el cual se consiguió con una presión de trabajo de 3 bar.

Aplicando cálculos semejantes a los citados en los ensayo anteriores se obtuvieron las disoluciones a preparar para cada tratamiento.

Como la superficie a tratar es de 2,81 m<sup>2</sup> (3,75 m largo x 0,75 m ancho), el volumen a preparar en cada disolución es:

$$5000 \frac{l}{ha} \times \frac{1 ha}{10000 m^2} = 0,5 l/m^2$$

$$\frac{2,81 m^2}{tto} \times \frac{0,5 l}{m^2} = 1,4 \frac{l}{tto}$$

Las disoluciones para cada tratamiento quedan por tanto formadas por:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(l/tto)	(l/ha)	(l/tto)	(l/ha)	(l/tto)
0	5000	1,40	5000	1,40	0	0
1	5000	1,40	4000	1,12	1000	0,28
2	5000	1,40	3500	0,98	1500	0,42
3	5000	1,40	2500	0,7	2500	0,70

**Tabla 16.** Composición disoluciones ensayo 2 postemergencia precoz.



**Figura 49.** Aplicación tratamiento postemergencia precoz pulverizador fijo.

La aplicación se realizó el día 01/03/2012 para la 1ª repetición y el día 27/03/2012 para la 2ª repetición.

#### 3.1.2.4. Ensayos en postemergencia tardía:

El objetivo de estos ensayos fue conocer y evaluar la fitotoxicidad del concentrado vínico aplicado en postemergencia tardía, cuando las plantas se encontraban en un estado fenológico de más de 4 hojas.



**Figura 50.** Tamaño de las plantas en el ensayo de postemergencia tardía.

Se realizó una siembra generalizada mínima de 10 semillas por maceta, para dejar ese número de plantas por maceta.

El etiquetado de las macetas, el riego y la escarda manual se realizó como se ha descrito anteriormente en la metodología general.

Para realizar las aplicaciones se prepararon las disoluciones correspondientes a cada uno de los tratamientos y después, mediante un pulverizador manual se aplicaron a una bandeja ocupada por las macetas de las plantas a tratar de superficie conocida (figura 51).



**Figura 51.** Aplicación tratamiento postemergencia tardía.

Aplicando los mismos cálculos anteriormente citados en el ensayo en preemergencia se obtuvieron las disoluciones a preparar en cada ensayo y para cada tratamiento.

A continuación se especifican los 3 ensayos que se realizaron para este estado fenológico:

a) Ensayo preliminar:

Se realizó un ensayo preliminar con diferentes especies arvenses de las que se disponía y que se citan a continuación:

*Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Salsola kali*, *Galium aparine*, *Lithospermum arvense*, *Vulpia myuros*, *Amaranthus blitoides*, *Dittrichia viscosa* y *Digitaria sanguinalis*.

Por no disponer de suficientes plantas, se establecieron únicamente 2 tratamientos sin repetición en el caso de *Amaranthus blitoides*, *Dittrichia viscosa* y *Digitaria sanguinalis*, y con repetición en el resto de especies citadas anteriormente.

Los 2 tratamientos se realizaron con el mismo volumen (5000 l/ha), variando la dosis de concentrado, quedando cómo se indican en la siguiente tabla:

Tratamiento	Volumen	Dosis Concentrado	Dosis Agua
0	5000	0	5000
1	5000	2500	2500

**Tabla 17.** Tratamientos invernadero ensayo preliminar postemergencia tardía (otras especies).

Con el diseño planteado en este ensayo se necesitaron un total de 30 macetas y las disoluciones preparadas fueron:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	105	5000	105	0	0
1	5000	105	2500	52,5	2500	52,5

**Tabla 18.** Composición disoluciones ensayo preliminar postemergencia tardía (otras especies).

La aplicación se realizó el día: 01/03/2011.

b) Ensayo 1:

Se planteó un diseño con 4 tratamientos y 2 repeticiones cada uno.

Se probó con un mismo volumen de tratamiento (5000 l/ha) pero variando la dosis de concentrado vínico (0, 500, 750 y 1000 l/ha).

Los tratamientos que se plantearon quedan de la siguiente forma:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)	Dosis Agua (l/ha)	Mojante (l/ha)
0	5000	0	5000	10
1	5000	500	4500	10
2	5000	750	4250	10
3	5000	1000	4000	10

**Tabla 19.** Tratamientos invernadero ensayo 1 postemergencia tardía.

Con el diseño planteado en este ensayo de 4 tratamientos y 2 repeticiones para las 4 especies arvenses ya conocidas, se necesitaron un total de 32 macetas.

La siembra se realizó el día 07/04/2011.

El mojante empleado para la realización de los tratamientos fue PG SuperMojante de Dow AgroSciences al 0,2%.

Para el diseño planteado en este ensayo, las disoluciones preparadas quedan:

Tratamiento	Volumen (l/ha) (ml/tto)		Agua (l/ha) (ml/tto)		Concentrado (l/ha) (ml/tto)		Mojante (l/ha) (ml/tto)	
0	5000	105	5000	105	0	0	10	0,21
1	5000	105	4500	94	500	11	10	0,21
2	5000	105	4250	89	750	16	10	0,21
3	5000	105	4000	83	1000	22	10	0,21

**Tabla 20.** Composición disoluciones ensayo 1 postemergencia tardía.

La aplicación se realizó el día 09/05/2011.

c) Ensayo 2:

Se planteó un diseño con 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno.

Se efectuó con diferentes volúmenes de tratamiento (5000, 10000 y 15000 l/ha) y con diferentes dosis de concentrado (1000, 2000 y 3000 l/ha).

Los volúmenes y dosis planteados para cada tratamiento quedan de la siguiente forma:

Tratamiento	Volumen (l/ha)	Dosis Concentrado (l/ha)	Dosis Agua (l/ha)	Mojante (l/ha)
0	5000	0	5000	10
1	5000	1000	4000	10
2	10000	2000	8000	20
3	15000	3000	12000	30

**Tabla 21.** Tratamientos invernadero ensayo 2 postemergencia tardía.

Con el diseño planteado en este ensayo de 4 tratamientos y 2 repeticiones para las 4 especies arvenses ya conocidas, se necesitaron un total de 32 macetas.

La siembra se realizó el día 07/04/2011.

Con el diseño planteado las disoluciones fueron:

Tratamiento	Volumen (l/ha) (ml/tto)		Agua (l/ha) (ml/tto)		Concentrado (l/ha) (ml/tto)		Mojante (l/ha) (ml/tto)	
0	5000	105	5000	105	0	0	10	0,21
1	5000	105	4000	83	1000	21	10	0,21
2	10000	210	8000	168	2000	42	20	0,42
3	15000	315	12000	252	3000	63	30	0,63

**Tabla 22.** Composición disoluciones ensayo 2 postemergencia tardía.

La aplicación se realizó el día 12/05/2011.

### 3.1.3. Planificación de los ensayos en laboratorio

Al igual que el ensayo en invernadero, el ensayo en laboratorio se ha llevado a cabo en el CITA, en los laboratorios de la sección de malherbología en la unidad de Sanidad Vegetal.

Se ha estudiado el efecto que tiene el concentrado vínico sobre la germinación de las mismas especies utilizadas en los ensayos en invernadero (*Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Setaria pumila* y *Portulaca oleracea*) en una cámara de germinación.

En todos los ensayos se planteó un diseño con 5 tratamientos y 3 repeticiones cada uno para las 4 especies citadas anteriormente.

Los ensayos se realizaron con un mismo volumen de tratamiento (5000 l/ha) pero variando la dosis de concentrado vínico en cada tratamiento, como se muestra en las tablas 23, 24, 25 y 26. La dosis de concentrado se fue reduciendo para conocer la dosis mínima con la que no hubiera germinación de las semillas en las placas Petri.

De esta manera, se comenzaron los tratamientos utilizando dosis elevadas de concentrado vínico para después ir disminuyéndolas y ajustándolas a la obtención de la dosis mínima requerida.

Todos los ensayos se realizaron por duplicado menos el primer ensayo, dado que con la primera repetición se observó que sólo había germinación en el tratamiento testigo, y se llevaron a cabo siguiendo la misma metodología.

- 1) Tratamiento de desinfección de las semillas a utilizar
- 2) Señalización de las placas Petri
- 3) Preparación de las disoluciones
- 4) Realización del tratamiento
- 5) Colocación en cámara de germinación

1) Tratamiento desinfección semillas a utilizar:

Aunque las semillas a emplear fueran seleccionadas de plantas totalmente sanas y de frutos también sanos y perfectamente conformados, se creyó conveniente realizar un tratamiento de desinfección de las semillas unos días antes de proceder a la realización del ensayo.

Se realizó un método de desinfección con hipoclorito sódico o lejía al 3%, ya que reduce los niveles de contaminación por hongos y bacterias en la semilla. Se utilizó una botella de 5 litros de hipoclorito sódico al 4% de la marca Quicesa Lixivia, ya que es apta para la desinfección de agua de boca.

La cantidad a utilizar dependerá de la concentración de cloro activo que posea la lejía que se utilice. Lo más frecuente es que la concentración de cloro en la lejía sea de 40 g/l ó de 50 g/l.

El proceso de desinfección seguido fue:

- Medición de la cantidad de lejía y adicción de agua para la mezcla.

En nuestro caso, la lejía utilizada contiene cloro al 4%. Como el tratamiento se basó en 100 ml de lejía al 3%, la mezcla a realizar es:

75 ml de lejía (4%) + 25 ml agua = 100 ml solución

- Inmersión de las semillas en la mezcla durante 10 minutos, agitando frecuentemente.
- Lavado sumergiendo las semillas en agua limpia durante 10 minutos. Tres veces.
- Secado semillas.

2) Señalización placas Petri:

Para poder llevar un control de los distintos tratamientos aplicados, se realizó una señalización de cada una de las placas Petri, quedando todas ellas identificadas. En ellas se diferenciaba la especie, el tratamiento y la repetición, de la misma manera que en los ensayos en invernadero.

Con el diseño planteado en estos ensayos de 5 tratamientos y 3 repeticiones para las 4 especies, se necesitaron un total de 60 placas Petri, a



excepción del ensayo 4 que se añadió trigo y se utilizaron 15 placas más (75 placas Petri).

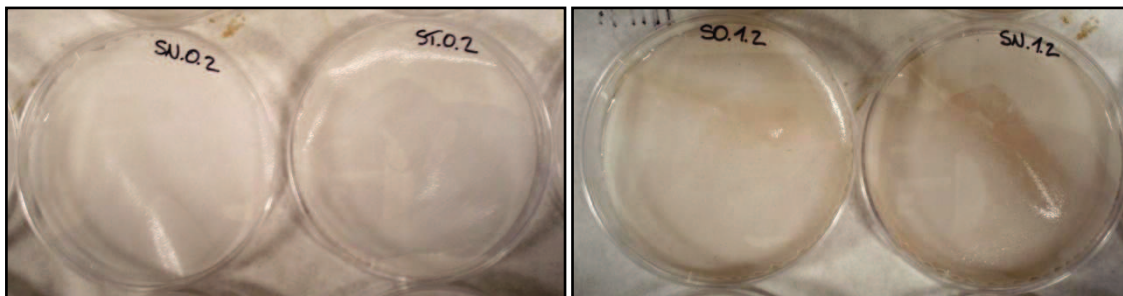


Figura 52. Señalización placas Petri.

### 3) Preparación disoluciones:

Como se quiere aplicar un volumen total de caldo de 5000 l/ha, sabiendo que el diámetro de la placa es 9 cm y su superficie 63,6 cm<sup>2</sup>, cada placa requiere 3,18 ml:

$$\frac{5000 \text{ l}}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{10000 \text{ m}^2} \times \frac{\text{m}^2}{10000 \text{ cm}^2} \times 63,6 \text{ cm}^2 \times \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} = 3,18 \text{ ml}$$

Contando que por cada tratamiento hay 12 placas Petri (4 especies y 3 repeticiones) y sabiendo de las numerosas aplicaciones a realizar para la elaboración del ensayo, se decidió simplificarlo realizando soluciones para cada tratamiento a partir de las cuales se realizaron todas las aplicaciones.

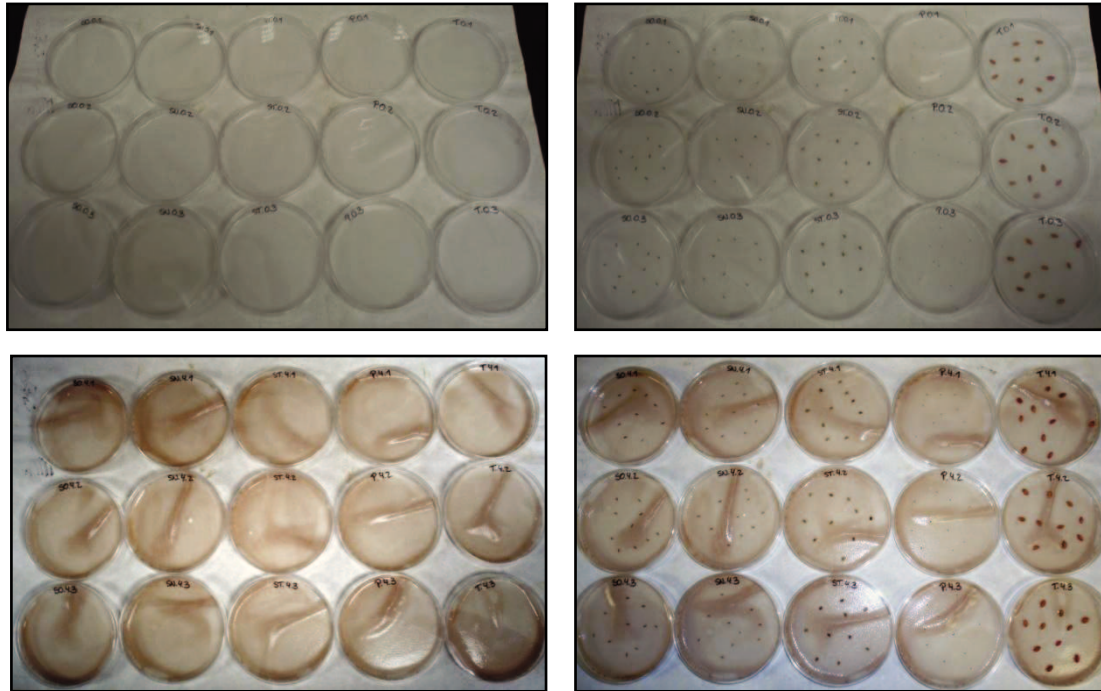


Figura 53. Disoluciones ensayo laboratorio.

### 4) Tratamiento:

El tratamiento se aplicó directamente sobre el papel de filtro situado en las placas Petri utilizando una pipeta automática de 5 ml.

A continuación se sembró cada placa con 10 semillas de la especie que correspondía, de las 4 especies arvenses utilizadas, y se cerró con parafilm.



**Figura 54.** Tratamientos 0 (arriba) y 4 (abajo) laboratorio antes (izda) y después (dcha) de la siembra.

5) Cámara de germinación:

Preparadas y selladas las placas convenientemente se introdujeron en una cámara de germinación donde se simularon unas condiciones similares a las que pueda haber en el campo en primavera, ya que las especies ensayadas eran de germinación primaveral:

- Tª: 28°C día; 20°C noche
- Fotoperiodo: 16/8 horas (luz/oscuridad)



**Figura 55.** Placas en cámara de germinación.

Para llevar un control de las temperaturas se colocó en la cámara un termómetro de máximas y mínimas así como un registrador continuo electrónico para tomar la temperatura en el interior cada 15 min, y comprobar que las condiciones se cumplieran.

A continuación se enumeran los diferentes ensayos que se realizaron:

a) Ensayo 1:

Los tratamientos que se plantearon y las disoluciones aplicadas fueron:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	3,18	5000	3,18	0	0
1	5000	3,18	4000	2,54	1000	0,64
2	5000	3,18	2500	1,59	2500	1,59
3	5000	3,18	1000	0,64	4000	2,54
4	5000	3,18	0	0	5000	3,18

**Tabla 23.** Composición tratamientos laboratorio ensayo 1.

La aplicación de los tratamientos y la siembra se realizó el día: 20/07/2011.

b) Ensayo 2:

A la vista de los resultados obtenidos en el primer ensayo, se disminuyó la dosis de concentrado utilizada:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	3,18	5000	3,18	0	0
1	5000	3,18	4750	3,02	250	0,16
2	5000	3,18	4500	2,86	500	0,32
3	5000	3,18	4250	2,7	750	0,48
4	5000	3,18	4000	2,54	1000	0,64

**Tabla 24.** Composición tratamientos laboratorio ensayo 2.

La aplicación se realizó el día 15/09/2011 para la 1ª repetición y el 21/10/2011 para la 2ª repetición.

c) Ensayo 3:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	3,18	5000	3,18	0	0
1	5000	3,18	4800	3,053	200	0,127
2	5000	3,18	4600	2,93	400	0,25
3	5000	3,18	4400	2,8	600	0,38
4	5000	3,18	4250	2,7	750	0,48

**Tabla 25.** Composición tratamientos laboratorio ensayo 3.

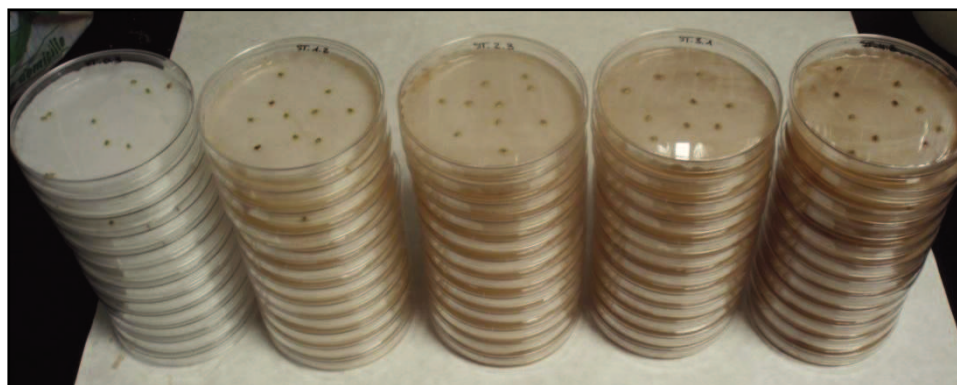
La aplicación se realizó el día 11/11/2011 para la 1ª repetición y el 14/12/2011 para la 2ª.

d) Ensayo 4:

Tratamiento	Volumen		Agua		Concentrado	
	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)	(l/ha)	(ml/tto)
0	5000	3,18	5000	3,18	0	0
1	5000	3,18	4875	3,10	125	0,08
2	5000	3,18	4750	3,02	250	0,16
3	5000	3,18	4625	2,94	375	0,24
4	5000	3,18	4500	2,86	500	0,32

**Tabla 26.** Composición tratamientos laboratorio ensayo 4.

Las aplicaciones se realizaron los días 20/04/2012 y 10/05/2012 para la 1ª y 2ª repetición respectivamente.

**Figura 56.** Diferencia tratamientos placas Petri. De izda a dcha tratamientos 0, 1, 2, 3 y 4.

## 3.2. TOMA DE MUESTRAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

### 3.2.1. Ensayo en campo

Se realizaron 2 conteos de malas hierbas a los 15 días después del tratamiento y transcurrido un mes y medio del mismo respectivamente. Se llevaron a cabo en cada uno de los lados de las filas tratadas y se identificaron y anotaron las especies arvenses presentes, así como el porcentaje de cobertura que ocupaban, utilizando un marco de muestreo de 100cm x 20cm de superficie.



**Figura 57.** Conteo de flora arvense en parcela ensayo.

Los conteos tuvieron lugar en las siguientes fechas:

- (1) 28-04-11
- (2) 08-06-11

Para desarrollar la evaluación se efectuaron 4 tiradas al azar del marco de muestreo por lado de cada fila de cepas tratada, donde se realizaron los conteos, lo que supusieron 8 conteos por fila tratada y un total de 24 conteos por tratamiento.



**Figura 58.** Marco de muestreo empleado para los conteos.



### 3.2.2. Ensayos en invernadero

La toma de datos y evaluación de los ensayos en invernadero se inició una semana después de la realización del tratamiento, siguiendo un criterio cualitativo (visual) y cuantitativo (biomasa).

De forma visual se utilizaron diferentes criterios en función de si el ensayo era en preemergencia o en postemergencia, quedando detallados a continuación en los subapartados correspondientes.

De forma cuantitativa se determinó la biomasa fresca de las plantas, y en algunos ensayos también se obtuvo la biomasa seca de las mismas. Para ello se cortó la parte aérea de las plantas presentes en cada repetición y se pesaron mediante una balanza de precisión. Para obtener la biomasa seca, las plantas cortadas se secaron en una estufa a 55°C durante 4 días.



**Figura 59.** Proceso seguido para la obtención de la biomasa fresca y biomasa seca de *Setaria pumila* (1: antes del corte; 2: después del corte; 3: biomasa fresca; 4: introducción en sobre; 5: estufa; 6: biomasa seca).

**3.2.2.1. Tratamiento en preemergencia:**

El método de evaluación consistió en el conteo de la nascencia de las plantas cada 7 días, hasta 3 semanas después del tratamiento.

Las fechas de evaluación fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
16/06/2011	08/07/2011
23/06/2011	15/07/2011
28/06/2011	22/07/2011

**Tabla 27.** Fechas de evaluación germinación en preemergencia.

Además se realizó una pesada de plantas para obtener la biomasa fresca de las mismas para cada tratamiento. Las fechas de obtención de la misma fueron los días 29/06/2011 para la 1ª repetición y 22/07/2011 para la 2ª repetición.

**3.2.2.2. Tratamiento en postemergencia precoz:**

Se evaluó la fitotoxicidad cada 7 días, hasta 3 semanas después del tratamiento, dando notas de 0 a 10 de acuerdo a los métodos de evaluación herbicida propuestos para el Grupo de Herbicidas de Sanidad Vegetal (1994).

FITOTOXICIDAD	ESCALA GRUPO
Cultivo completamente destruido	10
Sólo algunas plantas de cultivo supervivientes	9
Cultivo casi destruido	8
Daños muy importantes	7
Daños importantes no recuperables	6
Daños leves pero pasajeros	4
Daños muy leves y pasajeros	3
Apreciable decoloración o depresión	2
Ligera decoloración o depresión	1
Cultivo sin daños	0

**Tabla 28.** Método de evaluación herbicida (Grupo de Herbicidas de Sanidad Vegetal, 1994).

Esta evaluación de la fitotoxicidad se realizó para cada una de las macetas sin conocer previamente el tratamiento al que pertenecían para no influir en la notación. Para minimizar el error, las observaciones fueron realizadas por el autor y otra persona de la Unidad de Sanidad Vegetal del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

a) Ensayo 1:

Las fechas de evaluación en el primer ensayo fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
17/05/2011	26/07/2011
25/05/2011	02/08/2011
01/06/2011	09/08/2011

**Tabla 29.** Fechas de evaluación de la fitotoxicidad en postemergencia precoz ensayo 1.



**Figura 60.** Evaluación de la fitotoxicidad en invernadero

Las fechas de obtención de la biomasa fresca fueron los días 01/06/2011 y 09/08/2011 para la 1ª y 2ª repetición respectivamente.

b) Ensayo 2:

En el segundo ensayo las fechas de evaluación fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
08/03/2012	02/04/2012
15/03/2012	09/04/2012

**Tabla 30.** Fechas de evaluación de la fitotoxicidad en postemergencia precoz ensayo 2.

Las fechas de obtención de la biomasa fresca fueron el día 15/03/2012 para la 1ª repetición y el día 12/04/2012 para la 2ª repetición.



En la 2ª repetición de este ensayo además se obtuvo la biomasa seca de cada una de las macetas. Para ello se introdujeron las plantas de cada una de las macetas en sobres debidamente marcados, que a su vez se metieron en una estufa a 55°C durante 4 días.

La fecha de obtención de la biomasa seca de la 2ª repetición fue el día 16/04/2012.

### **3.2.2.3. Tratamiento en postemergencia tardía:**

Se evaluó la fitotoxicidad de la misma forma que para el tratamiento en postemergencia precoz.

#### **a) Ensayo preliminar:**

Las fechas de evaluación en este ensayo fueron los días 8/03/2011 (7ddt) y 15/03/2011 (14ddt).

El día 15/03/2011 también se obtuvo la biomasa fresca.

#### **b) Ensayo 1:**

Las fechas de evaluación en este primer ensayo realizado para este estado fenológico fueron los días 17/05/2011 (8ddt), 25/05/2011 (16ddt) y 01/06/2011 (21ddt).

El día 01/06/2011 también se obtuvo la biomasa fresca de cada una de las macetas.

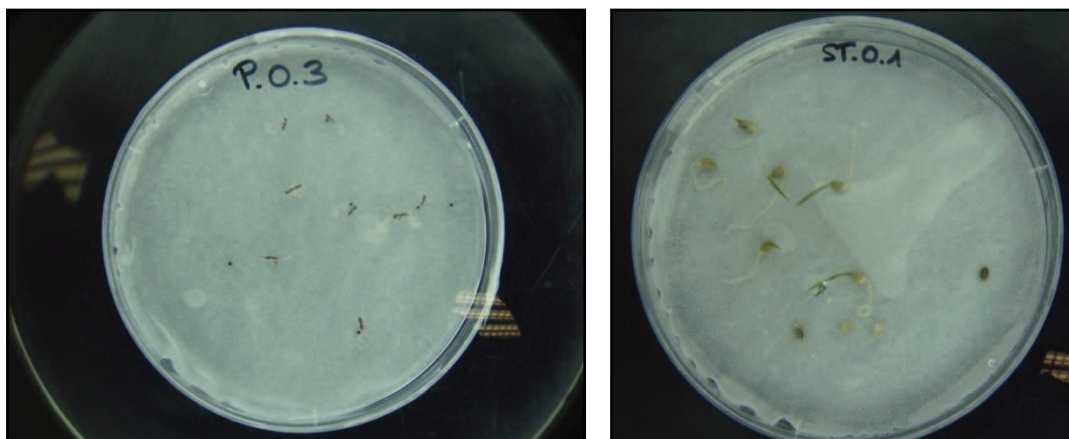
#### **c) Ensayo 2:**

Las fechas de evaluación fueron los días 20/05/2011 (8ddt), 26/05/2011 (14ddt) y 03/06/2011 (22ddt).

De igual forma, el día 03/06/2011 se obtuvo la biomasa fresca de las plantas.

### 3.2.3. Ensayos en laboratorio

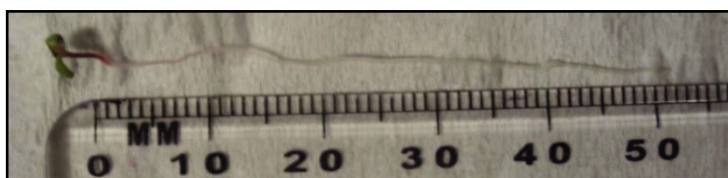
Se realizó un método de evaluación contando las semillas germinadas en las placas Petri cada 7 días, hasta 2 semanas después del tratamiento. Para ello se utilizó una lámpara de aumento o una lupa binocular.



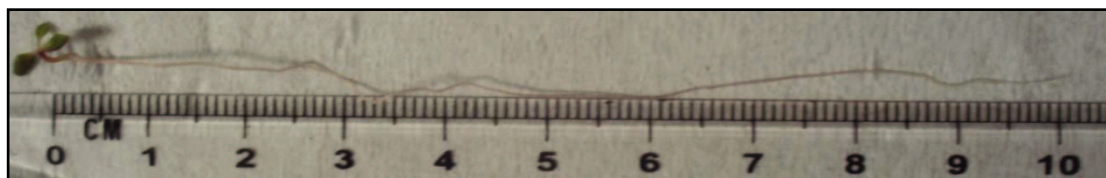
**Figura 61.** Evaluación de la germinación *Portulaca oleracea* y *Setaria pumila* con lupa de aumento.

Además se realizó una medida de la longitud de la raíz para las especies de *Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris* y *Portulaca oleracea*, y una medida de la longitud del hipocotilo para *Setaria pumila*.

Para la realización de la medición de raíz y hoja se utilizó una regla calibrada tanto en centímetros como en milímetros.



**Figura 62.** Medición de la longitud de la raíz en *Senecio vulgaris*.



**Figura 63.** Medición de la longitud de la raíz en *Sonchus oleraceus*.



**Figura 64.** Medición de la longitud hoja en *Setaria pumila*.

a) Ensayo 1:

Las fechas de evaluación en el primer ensayo fueron los días 27/07/2011 y 03/08/2011.

Las medidas de raíz y hoja se obtuvieron el día 03/08/2011.

b) Ensayo 2:

Las fechas de evaluación del segundo ensayo fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
21/09/2011	28/10/2011
29/09/2011	04/11/2011

**Tabla 31.** Fechas de evaluación de la germinación en ensayo 2 laboratorio.

Las fechas en las que se obtuvieron las medidas de raíz y hojas fueron los mismos días en que se evaluó por última vez, es decir, los días 29/09/2011 y 04/11/2011 para la 1ª y 2ª repetición respectivamente.

c) Ensayo 3:

Las fechas de evaluación del tercer ensayo fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
18/11/2011	21/12/2011
25/11/2011	28/12/2011

**Tabla 32.** Fechas de evaluación de la germinación en ensayo 3 laboratorio.

Las fechas en las que se obtuvieron las medidas de raíz y hojas fueron los mismos días en que se realizó la última evaluación.

d) Ensayo 4:

Las fechas de evaluación del cuarto ensayo fueron las siguientes:

1ª repetición	2ª repetición
27/04/2012	17/05/2012
04/05/2012	24/05/2012

**Tabla 33.** Fechas de evaluación de la germinación en ensayo 4 laboratorio.

Al igual que en los ensayos anteriores, las medidas de raíz y hojas se obtuvieron el día de la última evaluación.

Para la realización de fotografías de germinación de las semillas en su primera fase se utilizó un microscopio binocular con cámara integrada.



**Figura 65.** Observación germinación *Senecio vulgaris* con microscopio binocular.

### 3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Durante el desarrollo del ensayo se han ido recogiendo numerosos datos, y para procesarlos se han utilizado diversas herramientas informáticas. Primero se utilizó el programa Excel, con el cual se ordenaron los datos y se realizaron tablas y gráficos para representar los resultados.

Para realizar el análisis estadístico de los datos, se ha utilizado en primer lugar el programa Minitab, con el cual se comprueba si los datos se distribuyen de forma normal con el test de normalidad de Anderson-Darling, y si cumplen el criterio de homogeneidad de varianza, que se analizó mediante los test de Barlett y de Levene. Si los datos cumplen estos criterios, se puede realizar el análisis de varianza ANOVA. En caso de que no se cumplan, se tienen en cuenta las recomendaciones de transformación de la función Box-Cox del programa estadístico Minitab y se trabaja con los datos transformados. Las transformaciones que se han realizado más frecuentemente han sido:  $\sqrt{y}$  para datos de biomasa,  $\text{Arcoseno}(\sqrt{(x / 100)})$  para datos de porcentaje de germinación y  $\sqrt[4]{x + 0,01}$  para datos con muchos ceros como es el caso de las notas de fitotoxicidad.

El análisis de varianza ANOVA nos sirve para saber si hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Para realizar este análisis se utilizó el programa estadístico SAS. Una vez determinado si había diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la separación de medias utilizando el método Duncan. En caso de existir interacciones significativas se analizaron y se realizó un análisis de t-student tratamiento por tratamiento.

Para el ensayo en campo se realizó un análisis de varianza con un diseño de 3 bloques al azar y tres factores: tratamiento, lado de conteo y bloque. En cambio, para los ensayos de invernadero y laboratorio se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente aleatorizado bifactorial: tratamiento y especie.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se han analizado los resultados obtenidos de los ensayos realizados, mostrando en primer lugar los resultados obtenidos en el ensayo de campo (apartado 4.1); a continuación se muestran los resultados obtenidos en invernadero (apartado 4.2) y en laboratorio (apartado 4.3).

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO EN CAMPO

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los conteos de malas hierbas realizados 14 y 55 días después del tratamiento, tras anotar las especies arvenses presentes así como el porcentaje de cobertura del suelo que ocupaban.

#### 4.1.1. Cobertura

En primer lugar se estudió la cobertura del suelo ocupada por el total de las malezas en cada tratamiento.

- **Día 28 de abril (14 DDT)**

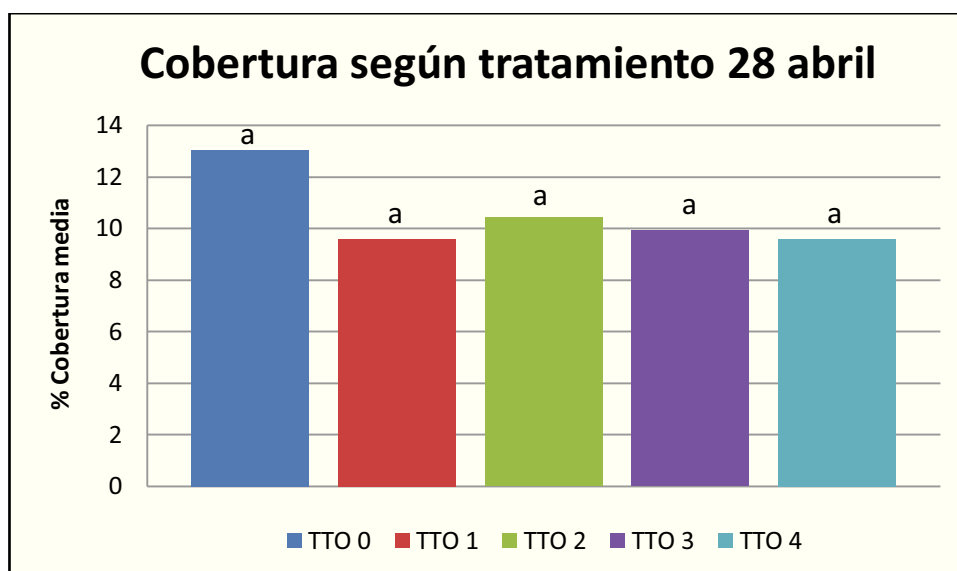
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable cobertura con el factor tratamiento, lado, bloque y la interacción tratamiento-bloque, del 28 de abril.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	4	214,0685	53,5171	1,08	0,3711
lado	1	0,0000	0,0000	0,00	1,0000
bloque	2	209,5052	104,7526	2,11	0,1265
tto*lado	4	164,7681	41,1920	0,83	0,5089

**Tabla 34.** Análisis de varianza para cobertura del suelo ocupada por las malezas el 28 abril ensayo campo.

Como se observa en la tabla, no existen diferencias significativas en ninguno de los tres factores analizados para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

A continuación se muestran los datos de cobertura del suelo recogidos el día 28 de abril para el factor tratamiento (gráfico 1).



**Gráfico 1.** Cobertura del suelo ocupada por malezas en cada tratamiento el 28 de abril. Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

El tratamiento testigo tuvo mayor porcentaje de suelo cubierto por malezas sin ser estadísticamente significativo según las observaciones de campo realizadas.

Para los factores lado y bloque no se representan los análisis de rango múltiple de la variable cobertura, ya que no fueron significativas.

#### • Día 8 de junio (55 DDT)

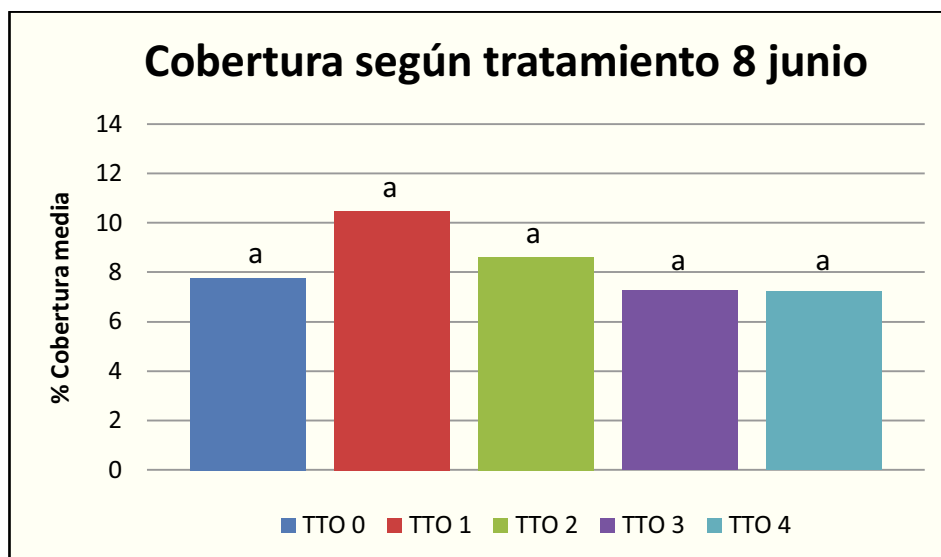
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable cobertura del suelo del 8 de junio.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	4	1,8810	0,4702	0,42	0,7949
lado	1	2,5355	2,5355	2,26	0,1363
bloque	2	4,2635	2,1317	1,90	0,1555
tto*lado	4	1,9919	0,4979	0,44	0,7770

**Tabla 35.** Análisis de varianza para cobertura del suelo ocupada por las malezas el 8 de junio en ensayo campo.

Al igual que en el anterior conteo, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los tres factores analizados a los 55 días después del tratamiento para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

A continuación se muestran los datos de cobertura recogidos el día 8 de junio para el factor tratamiento (gráfico 2).

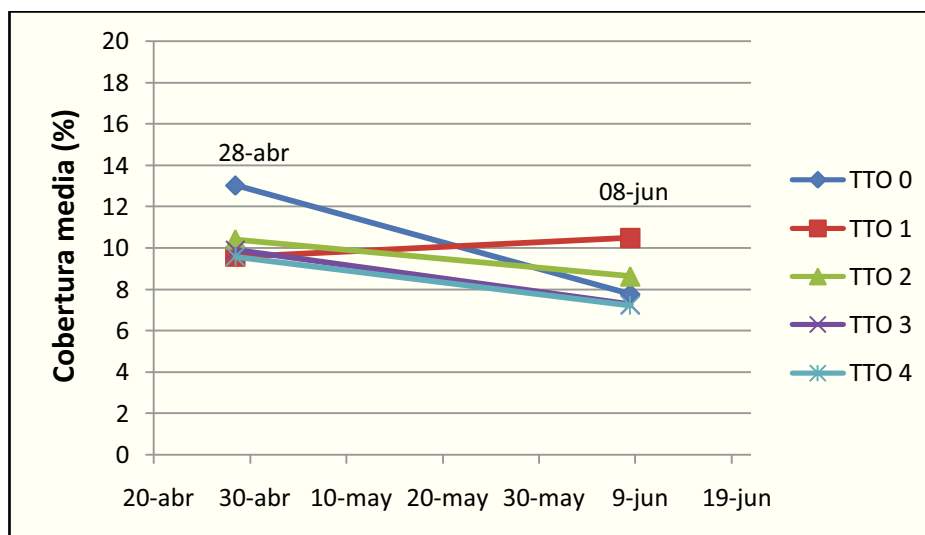


**Gráfico 2.** Cobertura del suelo ocupada por malezas en cada tratamiento el 8 de junio. Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Para los factores lado y bloque no se representan los análisis de rango múltiple de la variable cobertura, ya que no fueron significativas.

- **Comparación de cobertura en ambos días**

A continuación se muestra en el gráfico 3 la comparación de cobertura media que hubo en ambos días de conteo.



**Gráfico 3.** Comparación de resultados de cobertura del suelo ocupada por malezas.

Con el paso de los días se observó una ligera disminución generalizada en la cobertura ocupada por la flora arvense en su conjunto, salvo en el



tratamiento 1, el cual podría haber tenido un ligero efecto estimulante sobre ellas.

En este caso pudo ocurrir un fenómeno de respuesta a dosis, caracterizado por una estimulación por dosis baja y una inhibición para dosis altas, que se conoce con el nombre de hormesis. De esta forma, el concentrado vínico aplicado a bajas dosis podría producir el efecto contrario al que tiene en dosis más elevadas.

#### **4.1.2. Densidad de malezas**

En segundo lugar se estudió el número de individuos de cada especie presentes por unidad de superficie (plantas/m<sup>2</sup>).

En la parcela objeto del ensayo se encontraron, en ambos conteos realizados, tanto plantas monocotiledóneas como dicotiledóneas.

- **Día 28 de abril (14 DDT)**

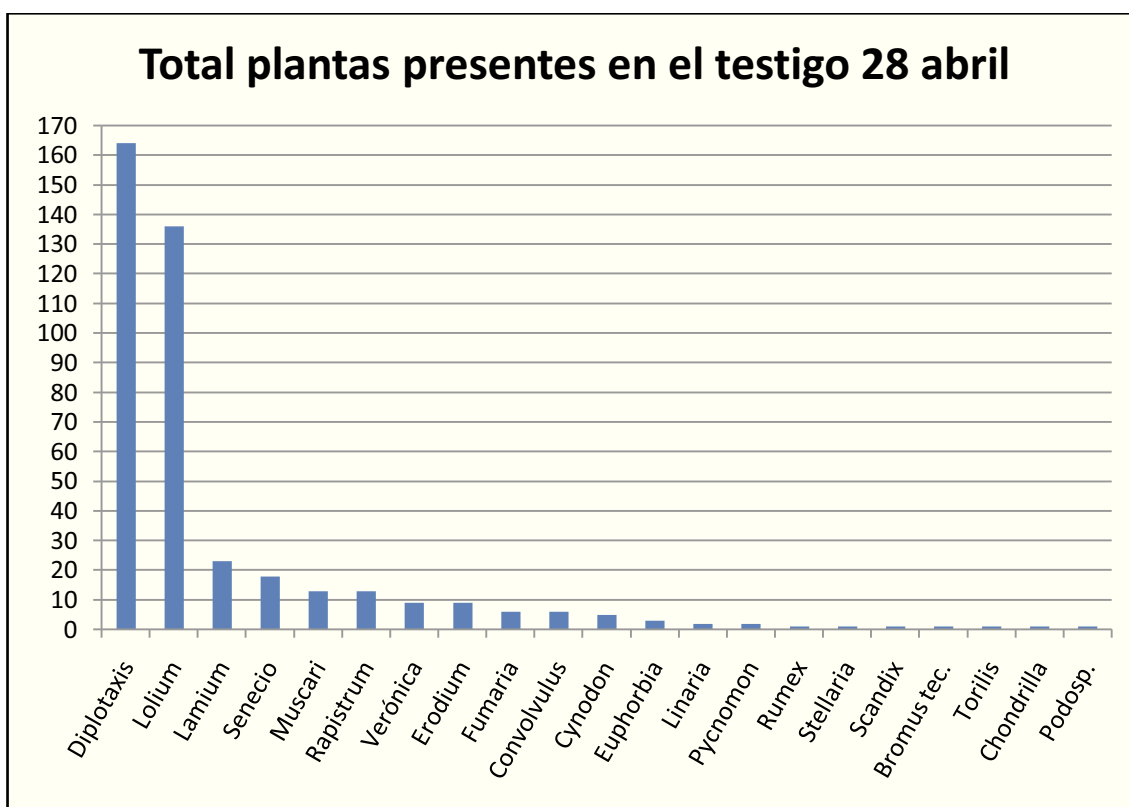
En este primer conteo, se encontró un total de 21 especies, 17 de ellas dicotiledóneas y 4 de ellas monocotiledóneas. Las malas hierbas con mayor grado de presencia fueron las de hoja ancha (63% del total). Dentro de este grupo encontramos como especie más destacada a *Diploaxis erucoides* (planta anual de germinación otoño-invernal), que representa el 62,6% de todas las plantas dicotiledóneas presentes. Las siguientes especies dicotiledóneas más abundantes, pero presentes en mucha menor densidad, fueron *Lamium amplexicaule* que representó el 8,8%, seguida de *Senecio vulgaris* con el 6,9% de las dicotiledóneas.

En cuanto a las monocotiledóneas, se encontró mucha menos diversidad comparando con las dicotiledóneas, siendo la especie más destacada *Lolium rigidum* (planta anual de germinación otoño-invernal), representando el 88,31% de las plantas monocotiledóneas. Esta especie es muy problemática y de difícil control si no se interviene a tiempo, ya que una vez enraizada y con hijuelos es muy difícil su eliminación.

Otras especies presentes, ordenadas de mayor a menor densidad fueron:

*Rapistrum rugosum*, *Muscari neglectum*, *Verónica polita*, *Erodium ciconium*, *Fumaria officinalis*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Euphorbia serrata*, *Linaria arvensis*, *Pycnomon acaule*, *Stellaria media*, *Rumex pulcher*, *Scandix pecten-veneris*, *Bromus tectorum*, *Torilis arvensis*, *Chondrilla juncea*, *Podospermum laciniatum*.

La mayoría de estas plantas son especies anuales de germinación otoño-invernal, salvo *C. arvensis* (vivaz estival), *E. serrata* (vivaz primaveral), *C. juncea* (plurianual primaveral) y *R. pulcher* (plurianual invernal). El tamaño era muy diverso, encontrándose tanto plántulas como plantas adultas de algunas especies.



**Gráfico 4.** Plantas de cada especie encontradas el 28 de abril.

En el gráfico anterior se muestra el número total de plantas halladas de cada una de las especies. Se observa como sólo dos especies comprenden el 72,1% del total de flora arvense encontrada, siendo *Diplotaxis eruroides* la especie más repetida (39,4% del total), seguida de *Lolium rigidum* (32,7% del total).

La mayoría de especies se encontraban en estado adulto en el momento del tratamiento, lo que posiblemente redujo el efecto herbicida de los

concentrados, ya que la mayoría de herbicidas son más efectivos sobre plántulas.

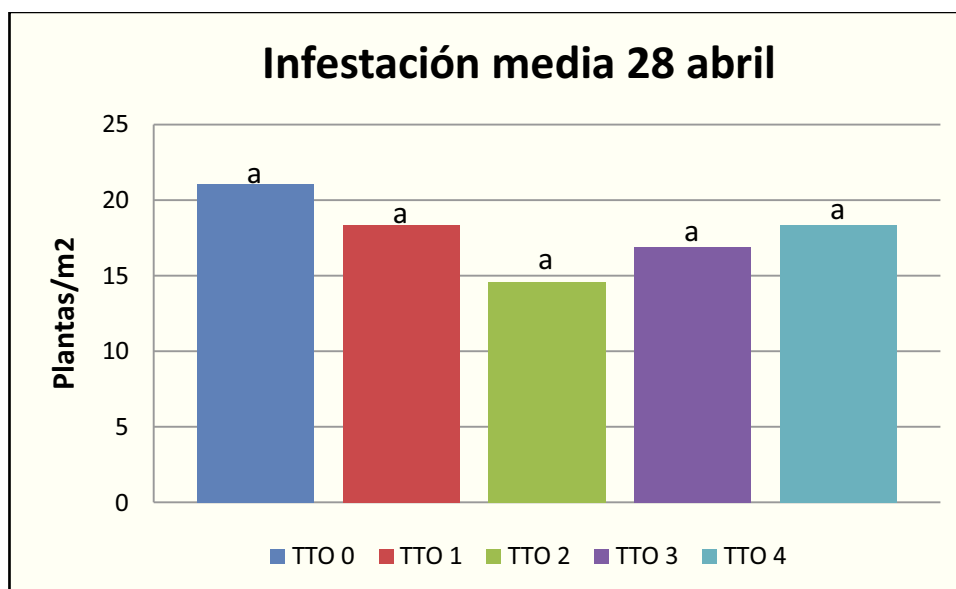
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable número de malas hierbas, del 28 de abril.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	4	24,7117	6,1779	1,89	0,1181
lado	1	5,1579	5,1578	1,58	0,2119
bloque	2	55,2083	27,6041	8,45	<b>0,0004</b>
tto*lado	4	13,3064	3,3266	1,02	0,4017

**Tabla 36.** Análisis de varianza para número de malas hierbas del 28 de abril en ensayo campo.

En este caso sí existieron diferencias significativas para el factor bloque, pero no en el factor tratamiento que es el que nos interesa, por lo que podemos afirmar que no hubo un efecto de la dosis del concentrado vínico sobre las malas hierbas.

A continuación se muestran los datos de número de malas hierbas recogidos el día 28 de abril para el factor tratamiento (gráfico 5).



**Gráfico 5.** Densidad de malezas en cada tratamiento el 28 de abril. Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

A pesar de que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se observó una tendencia de mayor número de malas hierbas en el testigo y también ligeros efectos fitotóxicos sobre algunas malas hierbas.

Se obtuvo diferencias significativas entre bloques, teniendo el bloque A una mayor infestación que los bloques B y C, posiblemente debido a la mayor humedad encontrada en el bloque A.

Para el factor lado no se representan los análisis de rango múltiple, ya que no se obtuvieron diferencias significativas.

- **Día 8 de junio (55DDT)**

La densidad de malas hierbas de hoja ancha se igualó a las de hoja estrecha (53% de dicotiledóneas frente al 47% de monocotiledóneas).

Al igual que en el conteo anterior, se encontró una mayor diversidad de flora arvense de dicotiledóneas (21 especies) que de monocotiledóneas (2 especies).

Sólo la especie *Lolium rigidum* constituyó el 97,1% de las monocotiledóneas encontradas, mientras que para las dicotiledóneas, *Diploaxis eruroides* representó un menor porcentaje respecto al anterior conteo, con el 48,7%, aumentando la presencia de *Convolvulus arvensis* (12,6%) y *Erodium ciconium* (10,1%).

Otras especies encontradas, ordenadas de mayor a menor densidad, fueron las siguientes:

*Rapistrum rugosum*, *Podospermum laciniatum*, *Euphorbia serrata*, *Cynodon dactylon*, *Galium tricornutum*, *Fumaria officinalis*, *Verónica polita*, *Lactuca saligna*, *Rumex pulcher*, *Pycnomon acaule*, *Salsola kali*, *Senecio vulgaris*, *Crepis taraxifolia*, *Torilis arvensis*, *Linaria arvensis*, *Chondrilla juncea*, *Sonchus oleraceus*, *Amaranthus blitoides*, *Holosteum umbellatum*.

La mayoría de estas plantas son especies anuales de germinación otoño-invernal. En cuanto al tamaño de las plantas encontradas en este segundo conteo, la mayoría se encontraban en estado adulto.

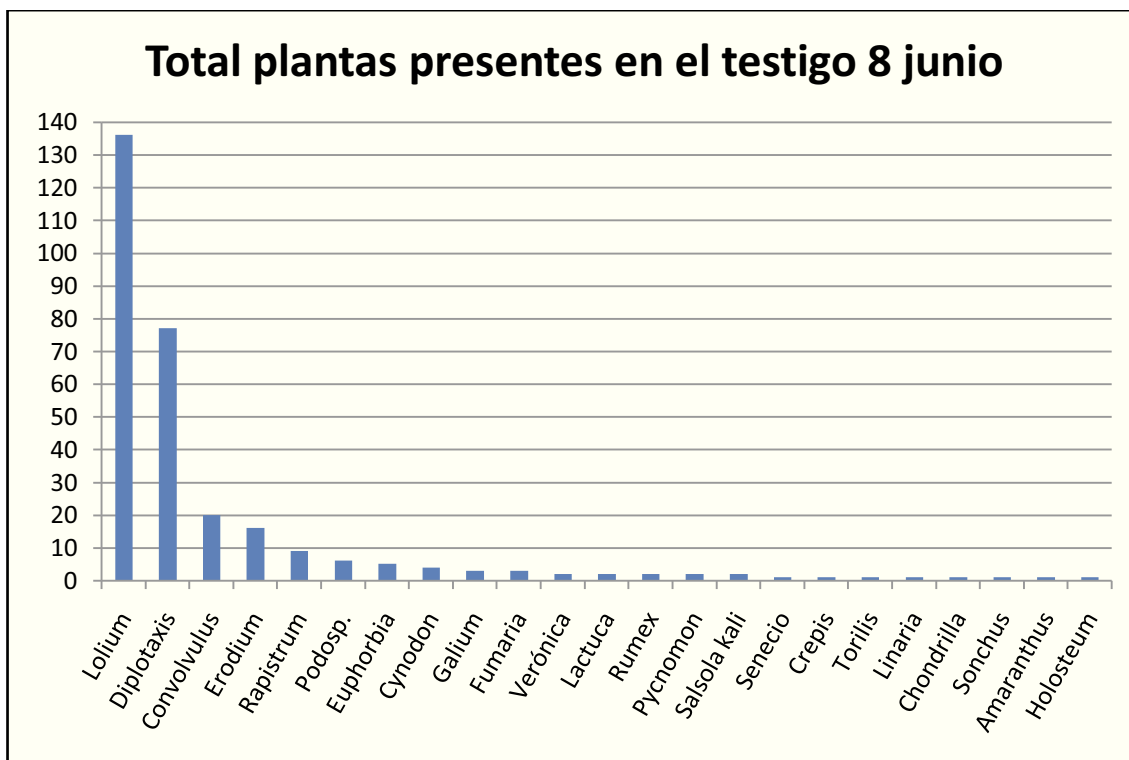


Gráfico 6. Plantas de cada especie encontradas el 8 de junio.

En el gráfico se observa como las mismas dos especies que en el conteo anterior comprenden la mayoría del total de la flora arvense encontrada (71,4%). En este caso es *Lolium rigidum* la especie más repetida (45,6% del total), seguida de *Diplotaxis erucoides* (25,8% del total).

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable número de malas hierbas, del 8 de junio.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	4	2,1142	0,5285	0,17	0,9521
lado	1	11,7902	11,7902	3,84	0,0529
bloque	2	9,5763	4,7881	1,56	0,2153
tto*lado	4	2,3378	0,5844	0,19	0,9429

Tabla 37. Análisis de varianza para número de malas hierbas del 8 de junio en ensayo campo.

En este caso, como se observa en la tabla anterior, no existieron diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ), para ninguno de los tres factores analizados.

A continuación se representan los datos de número de malas hierbas recogidos el día 8 de junio para el factor tratamiento (gráfico 7).

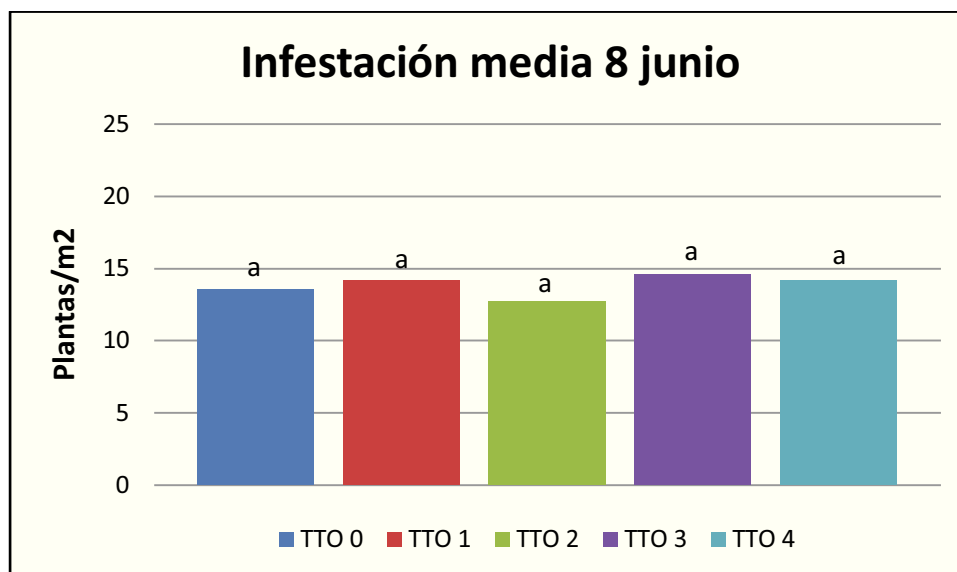


Gráfico 7. Densidad de malezas en cada tratamiento el 8 de junio. Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Para los factores lado y bloque no se representan los análisis de rango múltiple de la variable cobertura, ya que no fueron significativas.

#### • Comparación de densidad de malezas en ambos días

En el segundo conteo, el vallico (*Lolium rigidum*), mantuvo su presencia respecto al primer conteo, mientras que la ilviana *Diplotaxis eruroides* vió disminuida su densidad casi a la mitad. Asimismo, en ambos casos se encontró mayor diversidad de especies dicotiledóneas que de monocotiledóneas.

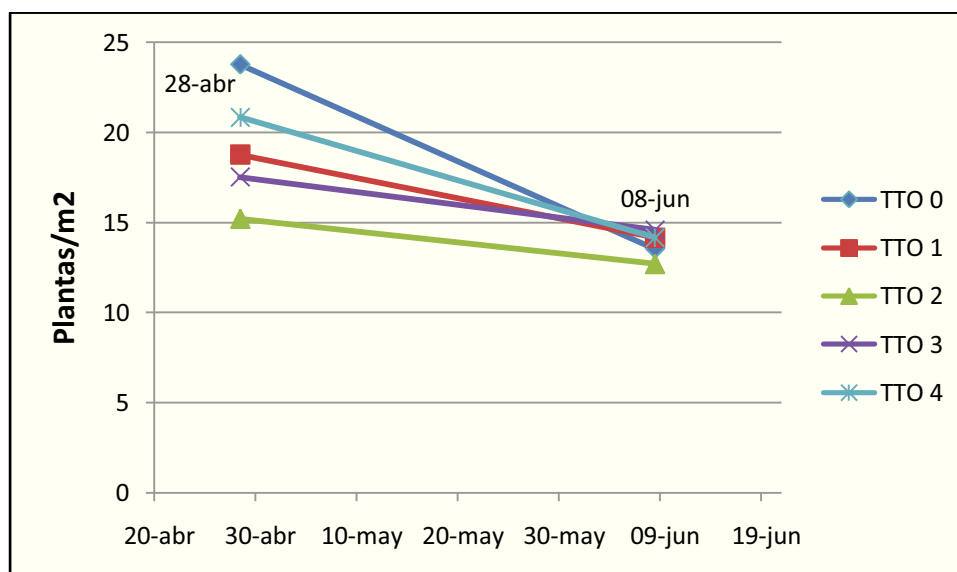


Gráfico 8. Comparación de resultados para cobertura.

El 28 de abril se observó una tendencia de mayor densidad de malas hierbas en el testigo frente a las parcelas tratadas, pero el 8 de junio dichas diferencias disminuyeron.

Con el paso de los días hubo una disminución generalizada en el número de plantas por m<sup>2</sup>. Probablemente fue debido al aumento de calor, que no soportan estas especies invernales.

Esta reducción en el número de plantas va relacionada con la cobertura, que también disminuyó con el tiempo (gráfico 8).

No se observaron efectos fitotóxicos en las cepas transcurridos 15 y 30 días de los tratamientos.

En algunas especies como *Lamium amplexicaule* y *Lolium rigidum* sí se observaron lo que pueden ser daños causados por el tratamiento con el concentrado vínico.



**Figura 66.** Efectos fitotóxicos producidos en *Lamium amplexicaule* (izda: planta afectada, dcha: planta sana).



**Figura 67.** Efectos fitotóxicos producidos en *Lolium rigidum* (izda: planta afectada, dcha: planta sana).

## 4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO

Se muestran los resultados obtenidos en los diferentes momentos de aplicación (preemergencia, postemergencia precoz y postemergencia tardía).

### 4.2.1. Tratamiento en preemergencia

A continuación se presentan los resultados de las dos aplicaciones realizadas los días 09/06/11 y 01/07/11, de la posible influencia del concentrado vínico en la nascencia de las diferentes especies utilizadas, con los datos de las observaciones visuales de las plántulas germinadas por maceta en todos los tratamientos transcurridos 21 días después del tratamiento. Además, también se muestran los datos de biomasa fresca obtenida de las mismas.

#### 4.2.1.1. Porcentaje de germinación

En este caso se presentan los datos del porcentaje de germinación de las semillas con respecto a los tratamientos aplicados, las especies utilizadas y la interacción de ambas para un nivel de confianza del 95%.

- **Tratamiento realizado el día 9 de junio de 2011:**

En este caso los datos no cumplían los requisitos de homogeneidad y normalidad, los cuales se consiguieron mediante la transformación de los datos mediante:

$\text{Arcoseno} \left( \sqrt{x/100} \right)$  siendo x el porcentaje de germinación.

En la tabla 38 se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable estudiada con el factor tratamiento herbicida, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	3	0,5478	0,1826	2,24	0,0958
especie	3	0,6437	2,2145	27,22	<b>&lt;0,0001</b>
especie*tto	9	0,3591	0,0399	0,49	0,8734

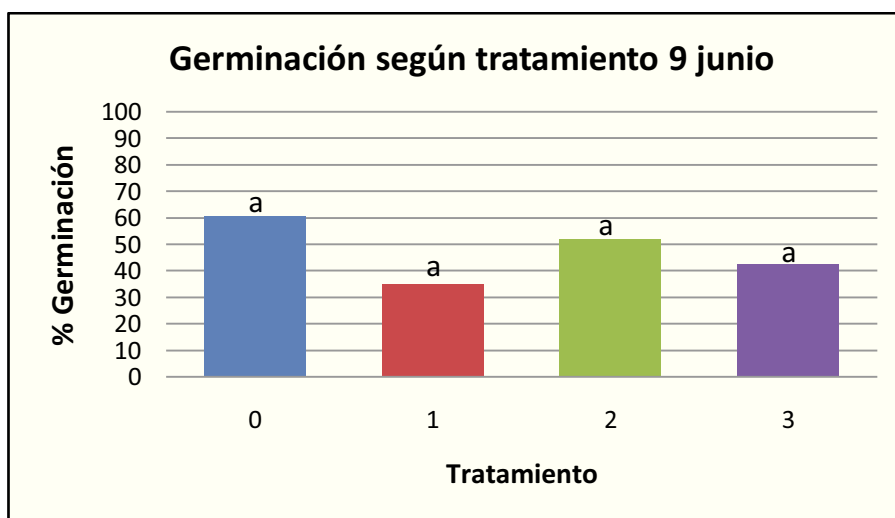
**Tabla 38.** Análisis de varianza para número de plantas nacidas en ensayo preemergencia (9 de junio).



Como se observa en la tabla anterior, en este caso, no hubo diferencias significativas para el factor tratamiento pero sí para el factor especie ( $p < 0.05$ ).

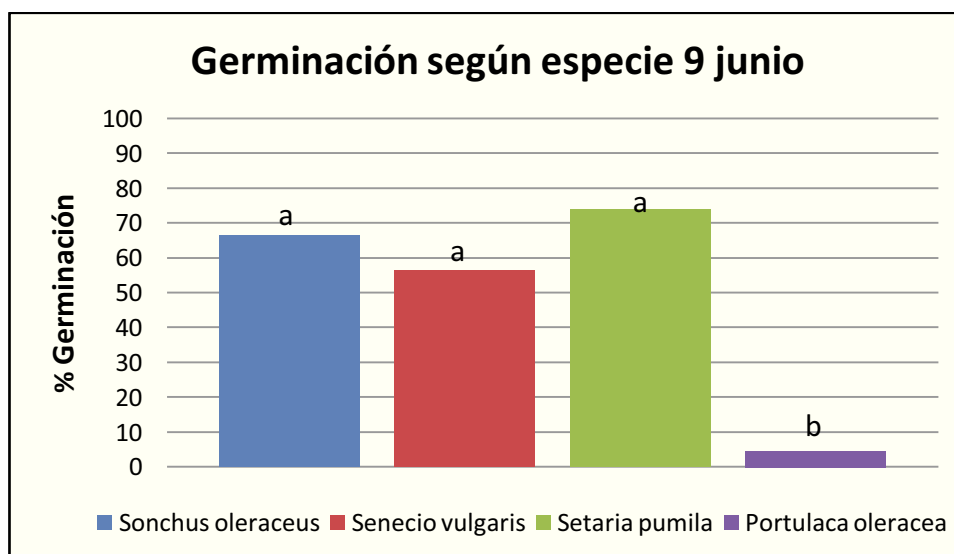
A continuación se representan los datos de número de plantas nacidas recogidos para cada uno de los factores.

Como ya se ha comentado y se observa en el siguiente gráfico, todos los tratamientos tuvieron una misma respuesta a la germinación con las dosis de concentrado vínico utilizado. Aún así, el tratamiento testigo mostró una tendencia a alcanzar un mayor porcentaje de germinación que el resto.



**Gráfico 9.** Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo preemergencia (9 de junio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Por especies, observamos que sí existieron diferencias significativas entre *Portulaca oleracea* y el resto de especies, teniendo ésta una menor nascencia (gráfico 10).



**Gráfico 10.** Porcentaje de germinación según especie en ensayo preemergencia (9 de junio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Según Lara y Fernández (2008) el porcentaje de germinación de *Portulaca oleracea* se sitúa en torno al 25-30% para semillas colocadas superficialmente, mientras que este porcentaje se ve reducido al 2-17% en semillas ligeramente enterradas. Así, se demuestra que la germinación de esta especie se ve afectada por el efecto de la luz, resultado que coincide con el reportado por Baskin y Baskin (1988). Cross (2007) señala que la profundidad a la cual las semillas se colocan al momento de la siembra también influye sobre la germinación mejorando en la medida que están menos profundas.

Según el protocolo de siembra seguido para todas las especies sin excepción, se aplicó una ligera capa de turba para cubrir las semillas en función del tamaño de las mismas. En el caso de *Portulaca oleracea*, al ser una semilla de muy pequeño tamaño, se añadió una suave capa de turba de acuerdo al mismo, lo que posiblemente causó el bajo porcentaje de germinación.

Arrieta (2004) obtuvo un porcentaje de germinación en *Sonchus oleraceus* de más del 65%, similar al obtenido en estos ensayos.

- **Tratamiento realizado el día 1 de julio de 2011:**

En este caso no hubo que realizar ninguna transformación de datos para poder realizar el análisis estadístico. En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado.

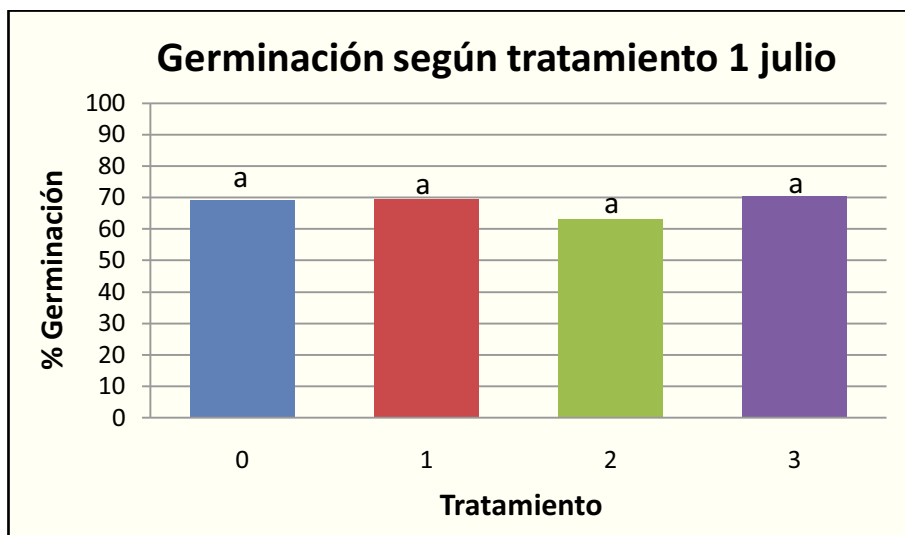
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	3	534,90	178,30	0,68	0,5675
especie	3	20733,79	6911,26	26,43	<b>&lt;0,0001</b>
especie*tto	9	2687,20	298,57	1,14	0,3531

**Tabla 39.** Análisis de varianza para número de plantas nacidas en ensayo preemergencia (1 de julio).

Los resultados coinciden con los observados en el ensayo anterior: no hubo diferencias significativas para el factor tratamiento y sí para el factor especie ( $p < 0.05$ ).

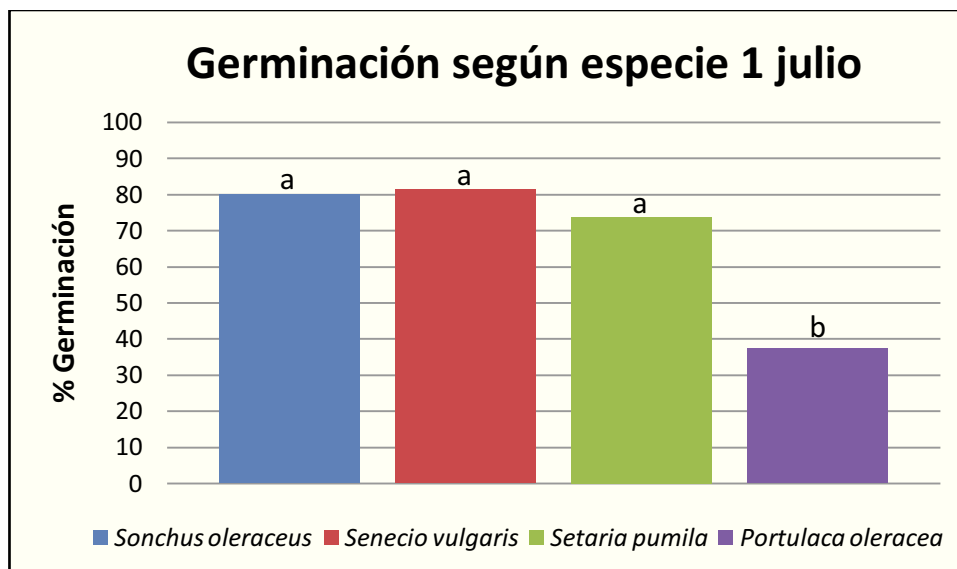
A continuación se representan los datos de número de plantas nacidas recogidos para cada uno de los factores.

En cuanto al factor tratamiento, en este caso no se observó siquiera una tendencia de diferencias (gráfico 11).



**Gráfico 11.** Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo preemergencia (1 de julio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

En cuanto a las especies, al igual que en el ensayo anterior, también existieron diferencias significativas entre *Portulaca oleracea* y el resto de plantas, teniendo ésta una menor nascencia (gráfico 12).



**Gráfico 12.** Porcentaje de germinación según especie en ensayo preemergencia (1 de julio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Aún así, se consiguió un porcentaje de germinación de *Portulaca olerácea* superior al encontrado anteriormente (37,3% frente al 4,6%). Esto fue debido a la siembra más superficial realizada en este segundo caso.

- **Resultados destacados respecto al porcentaje de germinación en ensayo preemergencia**

- En ambos ensayos no se obtuvieron diferencias entre tratamientos, por lo que el concentrado vínico utilizado a las dosis que se emplearon, no afecta la germinación de ninguna de las 4 especies estudiadas.

- En ambos ensayos, *Portulaca oleracea* tuvo un porcentaje de germinación significativamente inferior a las demás, producido porque es una especie con menor porcentaje de germinación que el resto (25-30% frente a más del 60%).

#### 4.2.1.2. Biomasa fresca de las plantas

En este caso se presentan los datos de biomasa fresca de las plantas con respecto a los tratamientos aplicados, las especies utilizadas y la interacción de ambas para un nivel de confianza del 95%.

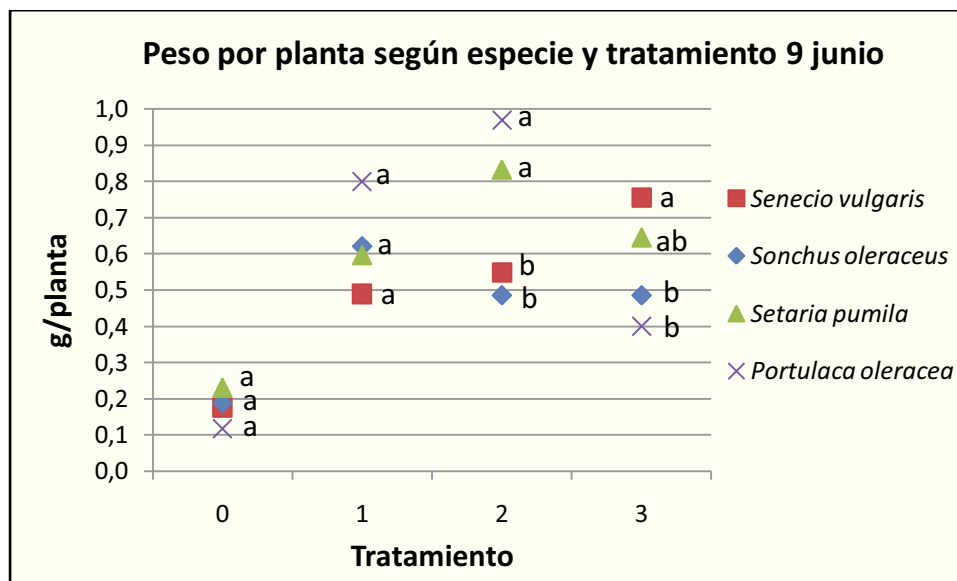
- **Tratamiento realizado el día 9 de junio de 2011:**

No fue necesario realizar ninguna transformación de datos para poder realizar el análisis estadístico. En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	3	2,3678	0,7892	25,04	<0,0001
especie	3	0,1676	0,0558	1,77	0,1678
especie*tto	9	0,7396	0,0821	2,61	<b>0,0180</b>

**Tabla 40.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo preemergencia (9 de junio).

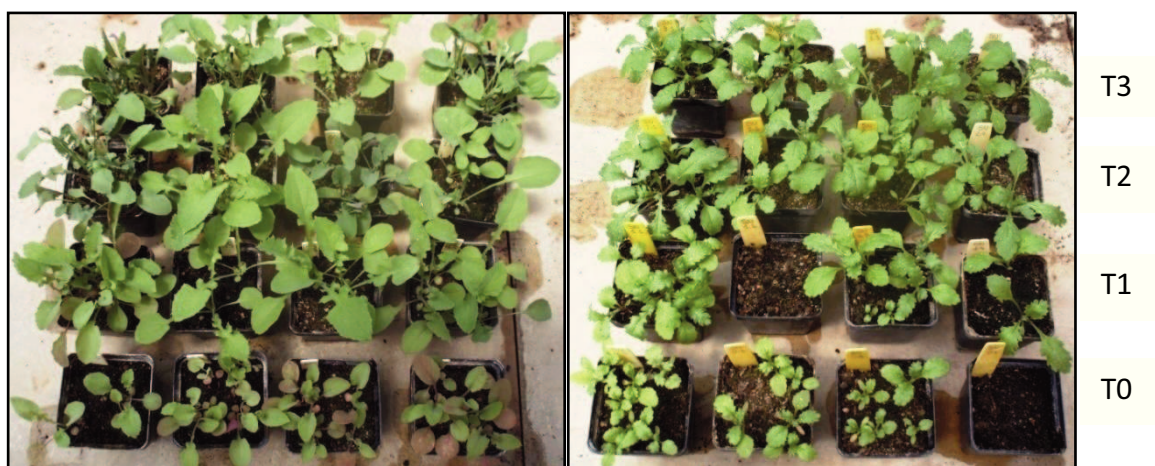
En este caso, como se observa en la tabla anterior, se obtuvieron diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ) para la interacción especie-tratamiento, lo que significa que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis de tratamiento (gráfico 13).



**Gráfico 13.** Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo preemergencia (9 de junio). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa como las plantas tratadas únicamente con agua (tratamiento testigo) alcanzaron una biomasa significativamente inferior a las tratadas con concentrado vínico, lo que parece corroborar el aporte extra de materia orgánica que supone la aplicación del mismo al suelo como indican Álvarez González *et al.* (2007).

En la figura mostrada a continuación se aprecia visualmente como el tratamiento testigo tuvo un crecimiento menor al resto de tratamientos dentro de la misma especie.



**Figura 68.** Ejemplo en *Sonchus oleraceus* y *Senecio vulgaris* de cómo el tratamiento testigo alcanzó un tamaño menor al resto de tratamientos. (Filas de abajo a arriba: Tratamiento 0, 1, 2 y 3.)

En cuanto a la interacción, en general hubo mayor biomasa para el tratamiento 2 que para los tratamientos 1 y 3, pero sólo para las especies

*Setaria pumila* y *Portulaca oleracea*; en cambio *Senecio vulgaris* tuvo mayor biomasa para el tratamiento 3 que para 1 y 2.

- **Tratamiento realizado el día 1 de julio de 2011:**

En este caso no hubo que realizar ninguna transformación de datos para poder realizar el análisis estadístico. En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado.

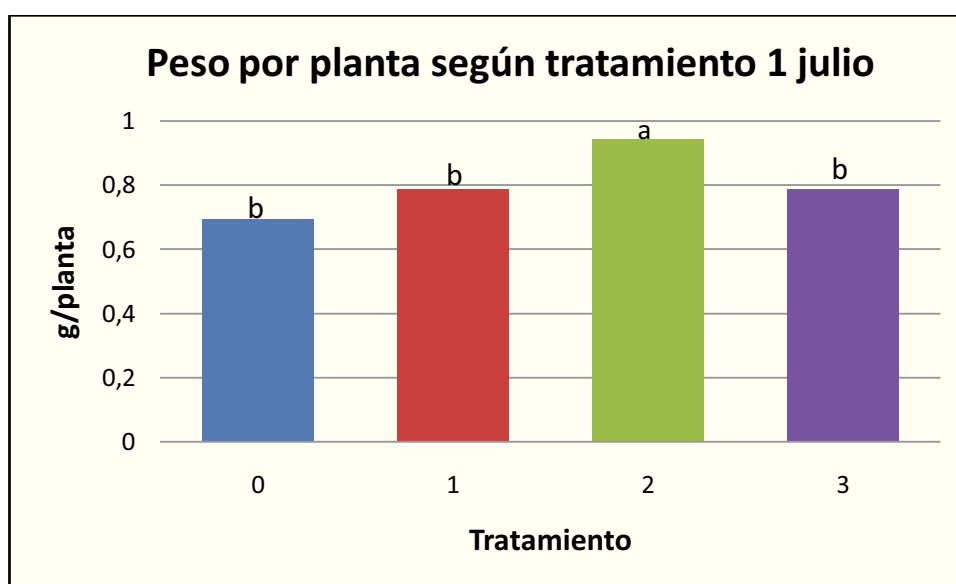
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
tto	3	0,5100	0,1700	4,72	<b>0,0057</b>
especie	3	0,6269	0,2089	5,80	<b>0,0018</b>
especie*tto	9	0,5982	0,0664	1,85	0,0839

**Tabla 41.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo preemergencia (1 de julio).

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existieron diferencias significativas tanto para el factor tratamiento como para la especie ( $p < 0.05$ ).

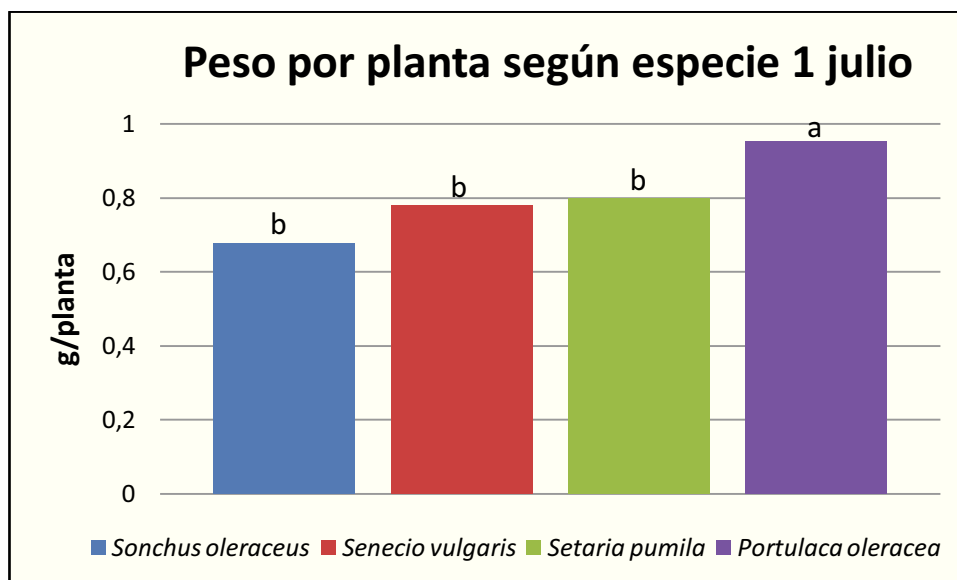
A continuación se representan los datos de biomasa recogidos para cada uno de los factores.

En cuanto al factor tratamiento se observó una mayor biomasa de las plantas tratadas con el tratamiento 2 que del resto, lo que confirma lo observado en el ensayo anterior (9 de junio).



**Gráfico 14.** Biomasa fresca según tratamiento en ensayo preemergencia (1 de julio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

En este caso, *Portulaca oleracea* alcanzó una biomasa significativamente superior al resto, lo que puede ser debido a su morfología más carnosa y a su elevada tasa de crecimiento por ser una especie de vía fotosintética C4 (Radosevich et al.; 1984), y a su menor necesidad de agua para la formación de materia seca (Black, et al.1969 y Cobb 1992).



**Gráfico 15.** Biomasa fresca según especie en ensayo preemergencia (1 de julio). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

- **Resultados destacados respecto a la biomasa fresca de las plantas en ensayo preemergencia**

- La biomasa obtenida en el tratamiento testigo fue inferior al alcanzado por las plantas del resto de tratamientos, siendo las plantas del tratamiento 2 ligeramente más pesadas.

- *Portulaca oleracea* alcanzó mayor biomasa que el resto de especies, producido por su morfología más carnosa y por su mayor tasa de crecimiento y menor necesidad de agua para la formación de materia seca.

#### 4.2.2. Tratamiento postemergencia precoz

A continuación se describen los ensayos en los que se ha estudiado la influencia de la aplicación de concentrado vínico sobre las diferentes especies utilizadas en estado de plántulas (2-4 hojas), para lo cual se realizaron observaciones visuales de la fitotoxicidad causada en cada maceta en todos los tratamientos transcurridos 7, 14 y 21 días después del tratamiento. Además, también se muestran los datos de biomasa fresca de las mismas.

Para la realización del análisis estadístico se tuvo en cuenta únicamente la primera nota de fitotoxicidad asignada, ya que los daños tendieron a disminuir en el tiempo, y la biomasa fresca de cada repetición.

##### 4.2.2.1. Nota de fitotoxicidad (7 DDT)

A continuación se muestran los valores de la nota de fitotoxicidad a los 7 días después del tratamiento para los 2 ensayos realizados.

###### a) Ensayo 1 (con adición de mojante)

Se presentan los resultados realizados por duplicado los días 09/05/11 y 19/07/11.

- **Tratamiento realizado el día 9 de mayo de 2011:**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxicidad con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

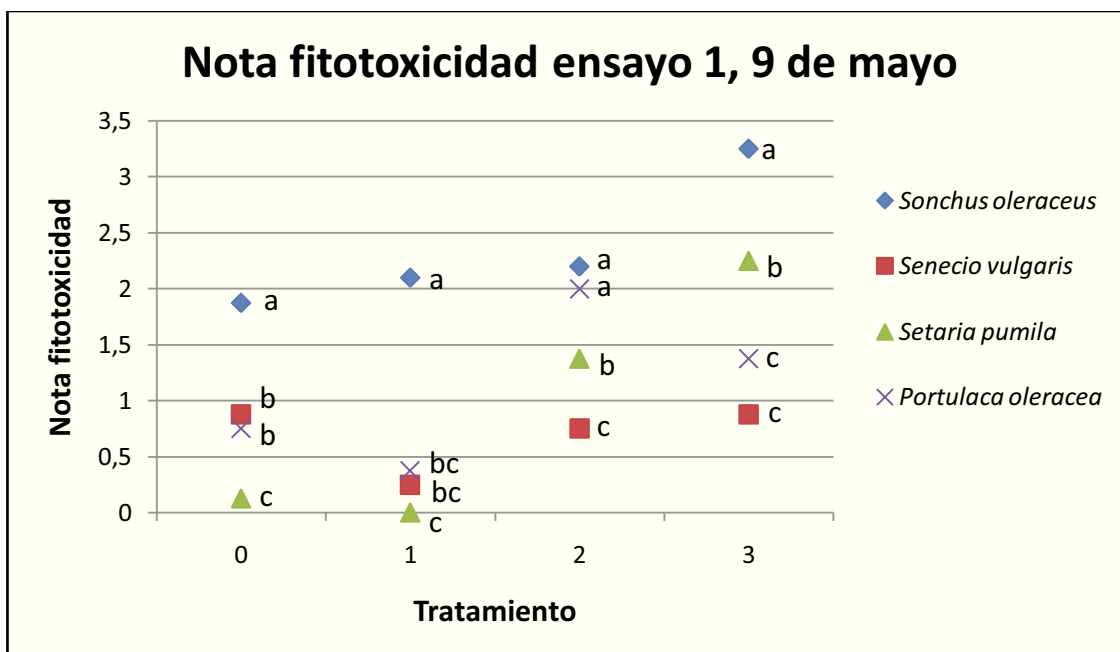
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	15,4492	5,1497	28,05	<0,0001
Especie	3	25,5117	8,5039	46,32	<0,0001
especie*tto	9	8,2226	0,9136	4,98	<0,0001

**Tabla 42.** Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo).

Como se observa en la tabla anterior, se hallaron diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ) para todos los factores incluida la interacción, que es la que se analiza. Ello significa que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis del tratamiento.



A continuación se muestran los datos de fitotoxicidad recogidos para la interacción (gráfico 16).



**Gráfico 16.** Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se puede observar como la especie *Sonchus oleraceus* es la que albergó notas de fitotoxicidad mayores para todos los tratamientos, seguida de *Portulaca oleracea* y *Setaria pumila*, siendo *Senecio vulgaris* la menos afectada por el concentrado vínico.

Se observa como los tratamientos 3 y 2 otorgaron una mayor fitotoxicidad que el resto de tratamientos, pero provocando sólo daños leves y pasajeros (según el método de evaluación herbicida propuesto para el Grupo de Sanidad Vegetal, 1994). Se observa también como en el tratamiento testigo, aunque menor que en los demás tratamientos, la nota de fitotoxicidad no fue 0, lo que pudo ser debido a que el mojante empleado ocasionara efecto fitotóxico en las plantas.

Con el paso del tiempo (14 y 21 días después del tratamiento), las notas de fitotoxicidad dadas fueron cada vez menores (tendiendo a 0), igualándose y desapareciendo las diferencias iniciales (figura 70).



**Figura 69.** Fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en *Sonchus oleraceus*.



**Figura 70.** Evolución de la fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en *Sonchus oleraceus* (izda: imagen 7 días después del tratamiento; dcha: imagen 14 días después del tratamiento).

- **Tratamiento realizado el 19 de julio de 2011:**

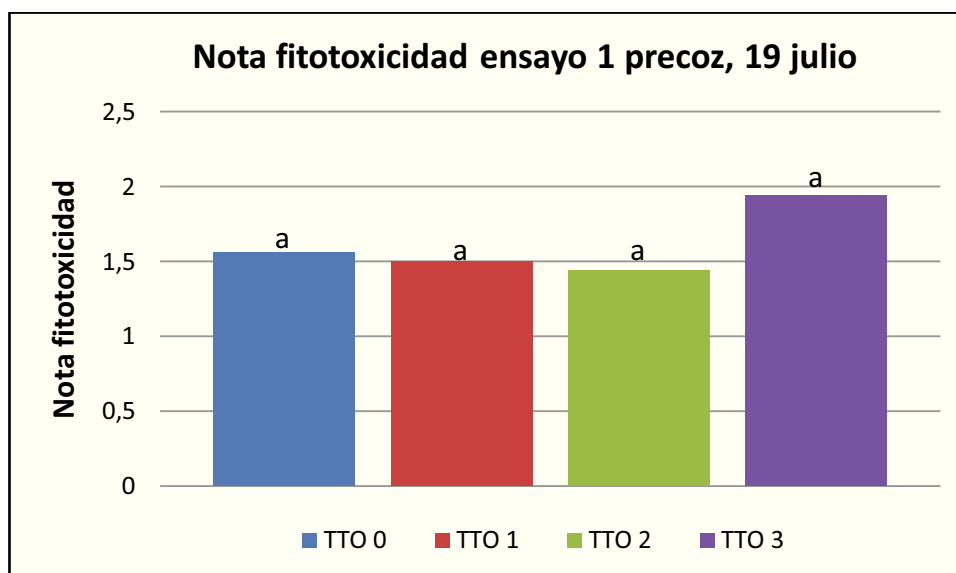
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxicidad con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	2,1729	0,7243	0,96	0,4196
Especie	3	12,1542	4,0514	5,37	<b>0,0029</b>
especie*tto	9	6,2001	0,6889	0,91	0,5225

**Tabla 43.** Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).

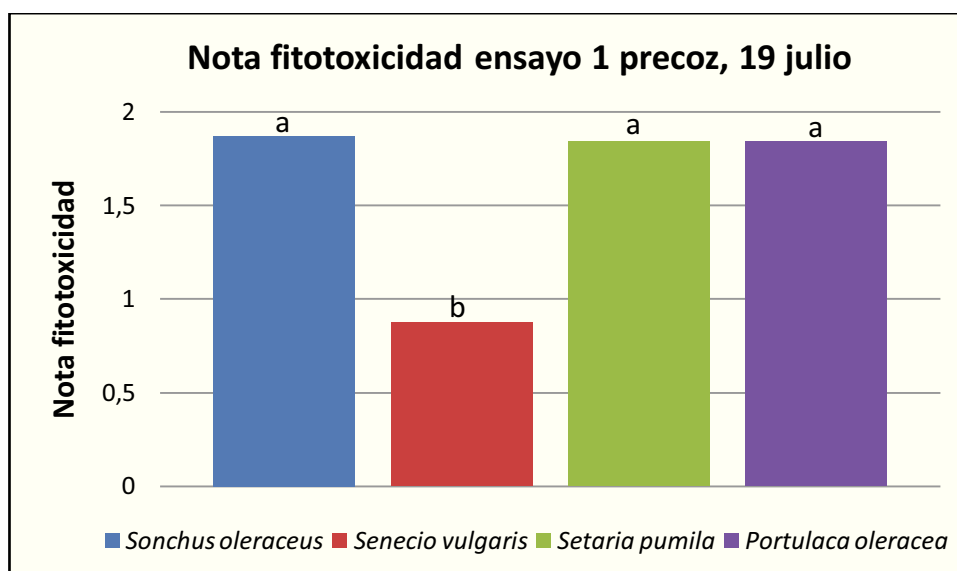
En este caso sólo existieron diferencias significativas para el factor especie ( $p < 0.05$ ).

Como se muestra en el gráfico siguiente, no se observan diferencias entre tratamientos, aunque destaca como el tratamiento testigo alcanzó una nota de fitotoxicidad similar al resto de tratamientos (como en el caso anterior), lo que posiblemente se debió a la aplicación del mojante (figura 71).



**Gráfico 17.** Nota de fitotoxicidad (7 DDT) según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

En cuanto a las especies, al igual que ocurría en la aplicación anterior del 09/05/11, se observa como *Senecio vulgaris* fue la especie menos afectada de todas.



**Gráfico 18.** Nota de fitotoxidad según especie en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).



**Figura 71.** Fitotoxidad causada por el tratamiento testigo (mojante) y su evolución en *Sonchus oleraceus*.

- **Resultados destacados respecto a nota de fitotoxidad en ensayo 1 postemergencia precoz**

- El tratamiento 3 produjo mayor fitotoxidad que el resto, aunque el tratamiento testigo también provocó daños, seguramente producidos por el mojante empleado. Con el paso del tiempo las diferencias desaparecieron.

- *Senecio vulgaris* fue la especie menos afectada.

b) Ensayo 2 (sin adición de mojante)

Se presentan los resultados realizados por duplicado los días 01/03/11 y 27/03/11.

- **Tratamiento realizado el día 1 de marzo de 2012:**

Para que el análisis estadístico se pudiera realizar se hizo necesaria la transformación de los datos numéricos con la ecuación recomendada:

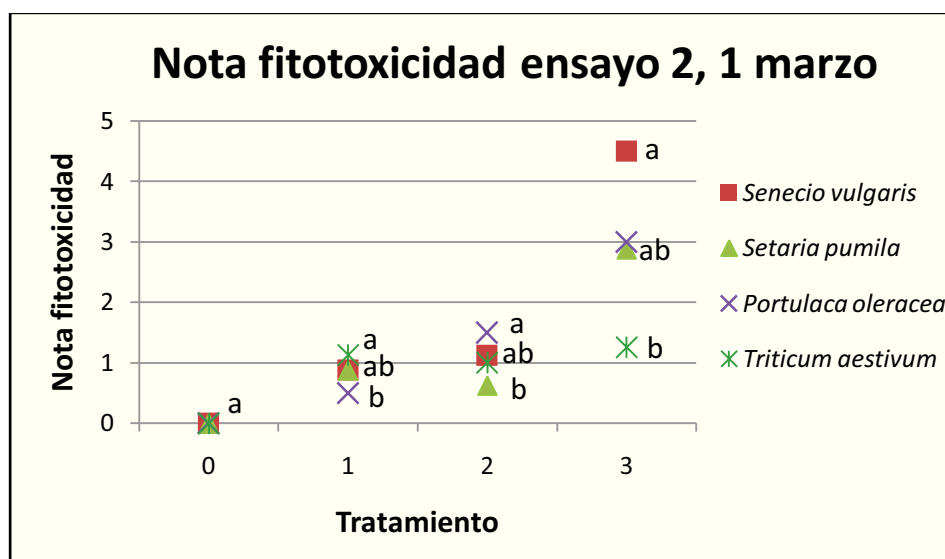
$$\sqrt[4]{x + 0,01} \text{ siendo } x \text{ la nota de fitotoxicidad.}$$

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxicidad con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	1,4670	0,4890	13,61	<0,0001
Especie	3	0,2194	0,0731	2,04	0,1212
especie*tto	9	0,7357	0,0817	2,28	<b>0,0324</b>

**Tabla 44.** Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo).

En este caso existen diferencias significativas para el factor tratamiento y la interacción especie-tratamiento ( $p < 0.05$ ), que es la que se representa a continuación en el siguiente gráfico. Ello significa que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis del tratamiento.



**Gráfico 19.** Resultados nota fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).



Se observa como el tratamiento 3 confirió mayor fitotoxicidad que el resto de tratamientos, pero provocando sólo daños leves y pasajeros (según el método de evaluación herbicida propuesto para el Grupo de Sanidad Vegetal, 1994), siendo *Senecio vulgaris* la especie más afectada (imagen 73) y *Triticum aestivum* la menos.



**Figura 72.** Fitotoxicidad producida en *Senecio vulgaris* a los 7 días después del tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo). De izda a dcha: tratamiento 0, 1, 2 y 3.



**Figura 73.** Detalle de los daños producidos en *Senecio vulgaris* a los 7 días después del tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo).

A diferencia del ensayo anterior, en el tratamiento testigo no se observó fitotoxicidad alguna, debido a que en este caso no se utilizó mojante para no distorsionar la acción del concentrado vínico.

Con el paso del tiempo (14 y 21 días después del tratamiento), las notas de fitotoxicidad se igualaron desapareciendo las diferencias.

- **Tratamiento realizado el día 27 de marzo de 2012:**

Al igual que en la aplicación anterior, se hizo necesaria la transformación de los datos numéricos para poder realizar el análisis estadístico con la misma ecuación recomendada:

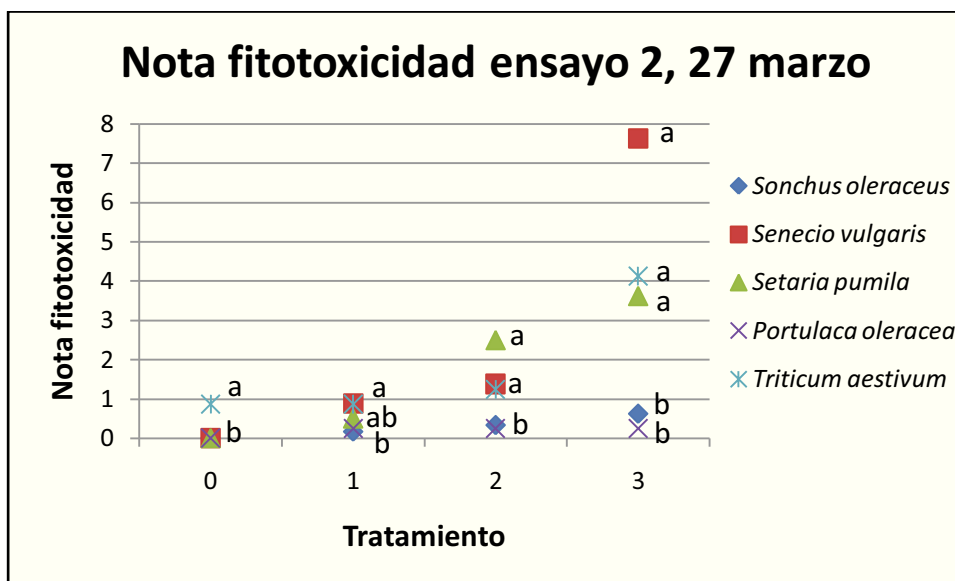
$\sqrt[4]{x + 0,01}$  siendo x la nota de fitotoxicidad.

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxicidad con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	5,6886	1,8962	30,95	<0,0001
Especie	4	3,9459	0,9864	16,10	<0,0001
especie*tto	12	2,2145	0,1845	3,01	<b>0,0023</b>

**Tabla 45.** Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).

En este caso existen diferencias significativas para todos los factores incluida la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza, lo que significa que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis del tratamiento.



**Gráfico 20.** Resultados nota fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa, al igual que en la aplicación anterior (01/03/12), como el tratamiento 3 confirió una mayor fitotoxicidad que el resto de tratamientos para todas las especies, provocando daños importantes para *Senecio vulgaris* (según el método de evaluación herbicida propuesto para el Grupo de Sanidad Vegetal, 1994).



**Figura 74.** Detalle fitotoxicidad causada por el tratamiento 3 en *Senecio vulgaris* en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).

Las especies *Senecio vulgaris*, *Setaria pumila* y *Triticum aestivum* son las que recibieron notas de fitotoxicidad mayores para todos los tratamientos, siendo *Portulaca oleracea* y *Sonchus oleraceus* significativamente menos sensibles (figura ).

Con el paso del tiempo (14 y 21 días después del tratamiento), las notas de fitotoxicidad se igualaron desapareciendo las diferencias.



**Figura 75.** Diferencias entre el tratamiento 0 y 3 en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Arriba izda: *Setaria pumila*; Abajo izda: *Senecio vulgaris*; Dcha: *Triticum aestivum*.



- **Resultados destacados respecto a nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia precoz**

- El tratamiento 3 produjo una mayor fitotoxicidad que el resto de tratamientos. A diferencia del ensayo 1, el tratamiento testigo no provocó daño alguno en las plantas debido a que no se utilizó mojante anteriormente usado. Con el paso del tiempo las diferencias desaparecieron.

- A mayor dosis de concentrado vínico (tratamiento 3), *Senecio vulgaris* se vio significativamente más afectada que el resto de especies.

#### 4.2.2.2. Biomasa fresca de las plantas

En este caso se exponen los resultados del biomasa fresca de las plantas con respecto a los tratamientos aplicados, las especies utilizadas y la interacción de ambas para un nivel de confianza del 95%.

##### a) Ensayo 1 (con adición de mojante)

Se presentan los resultados realizados por duplicado los días 09/05/11 y 19/07/11.

- **Tratamiento realizado el día 9 de mayo de 2011:**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

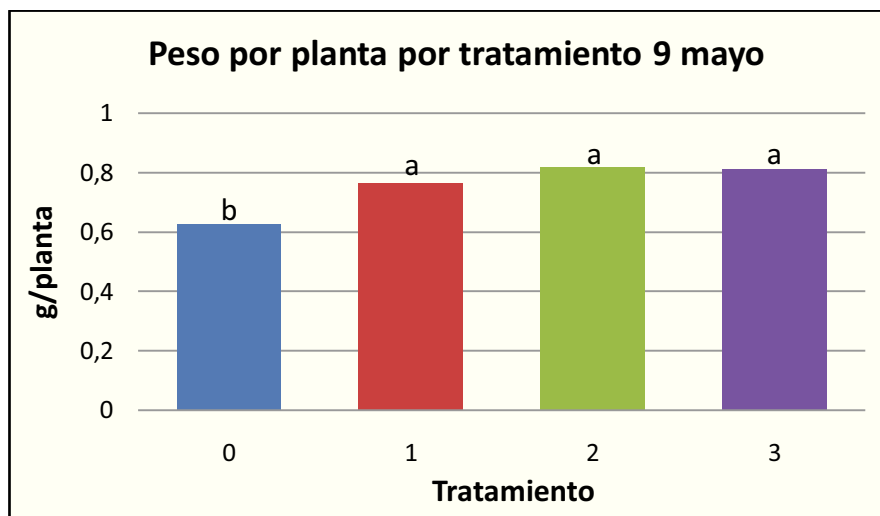
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,3720	0,1240	6,11	<b>0,0013</b>
Especie	3	1,4416	0,4805	23,69	<b>&lt;0,001</b>
especie*tto	9	0,2200	0,0244	1,21	0,3139

**Tabla 46.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo).

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existen diferencias significativas para los factores tratamiento y especie ( $p < 0.05$ ).

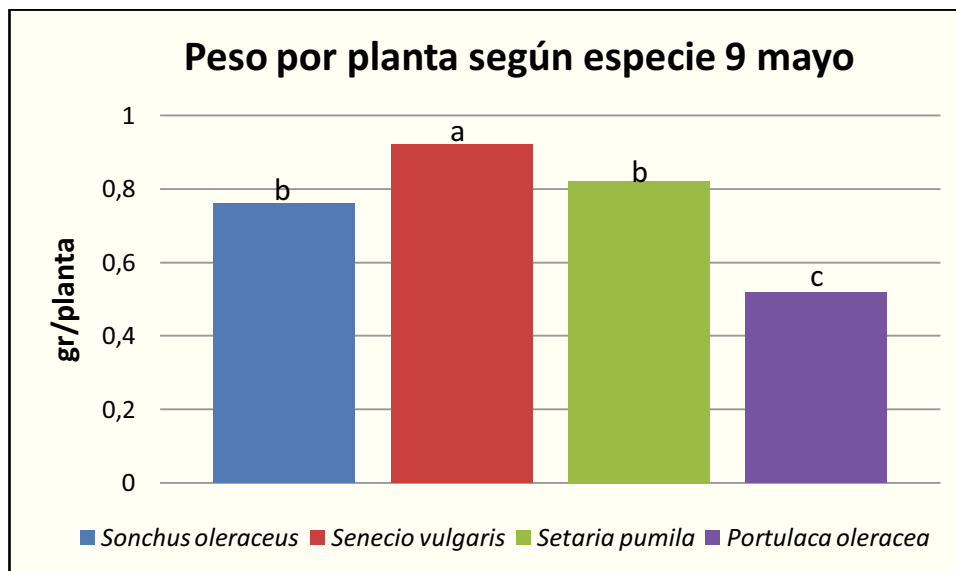
En cuanto al factor tratamiento, al igual que ocurría en los ensayos de preemergencia, se observa una menor biomasa en las plantas del tratamiento

testigo que del resto, lo cual puede estar relacionado con un aporte de nutrientes con el concentrado vínico (gráfico 21).



**Gráfico 21.** Biomasa fresca según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Por especies, *Senecio vulgaris* obtuvo una biomasa significativamente superior al resto, pudiendo estar relacionado con ser la menos afectada de todas, siendo *Portulaca oleracea* la especie que alcanzó una biomasa significativamente menor.



**Gráfico 22.** Biomasa fresca según especie en ensayo 1 postemergencia precoz (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

- **Tratamiento realizado el día 19 de julio de 2011:**

En este caso, para que el análisis estadístico se pudiera realizar y se cumplieran los requisitos de normalidad y homogeneidad, se hizo necesaria la transformación de los datos numéricos con la ecuación recomendada:

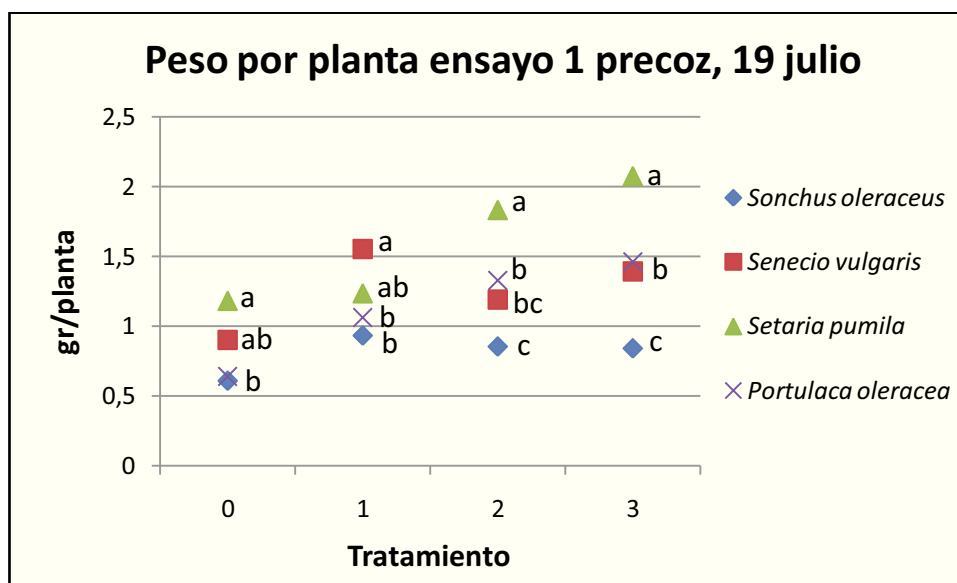
$\sqrt{x}$  siendo x el peso por planta.

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,7046	0,2348	15,25	<0,0001
Especie	3	1,0178	0,3392	22,02	<0,0001
especie*tto	9	0,3264	0,0362	2,35	<b>0,0272</b>

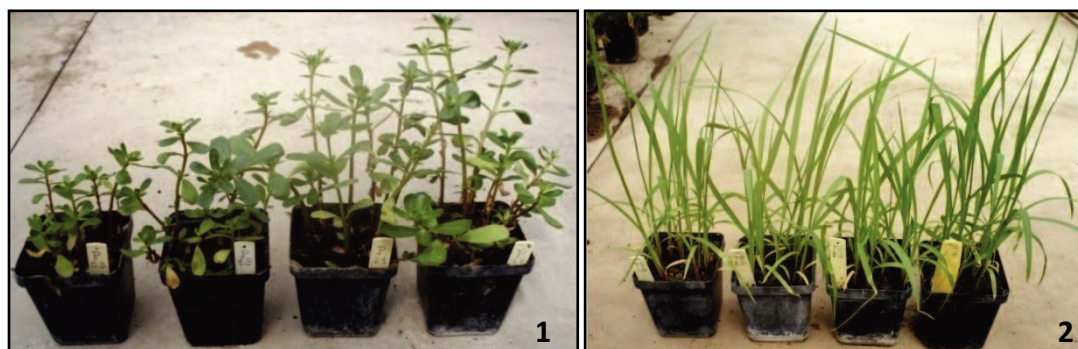
**Tabla 47.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio).

En este caso existen diferencias significativas para todos los factores incluida la interacción ( $p < 0.05$ ), lo que indica que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis de tratamiento. A continuación se analiza la interacción en el gráfico 23.



**Gráfico 23.** Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Al igual que en la aplicación anterior realizada el 09/05/11 y en los ensayos de preemergencia, se observa como las plantas del tratamiento testigo alcanzaron una menor biomasa que las del resto de tratamientos.



**Figura 76.** Diferencia de tamaños según tratamiento en ensayo 1 postemergencia precoz (19 de julio). Imagen 1: *Portulaca oleracea*; Imagen 2: *Setaria pumila*. De izda a dcha: tratamientos 0, 1, 2 y 3.

En cuanto a las especies, *Setaria pumila* obtuvo una biomasa superior al resto en todos los tratamientos salvo el 1, siendo *Sonchus oleraceus* la especie que alcanzó una menor biomasa fresca en todos los tratamientos.

Cabe comentar que en esta segunda aplicación todas las especies alcanzaron una biomasa mayor que en la primera, causado posiblemente por la diferencia de temperatura y luz al tratarse de meses diferentes.

- **Resultados destacados respecto a la biomasa fresca de las plantas en ensayo 1 postemergencia precoz**

- La biomasa de las plantas supervivientes de los tratamientos 1, 2 y 3 fue significativamente mayor que la biomasa de las plantas del tratamiento testigo.

b) Ensayo 2 (sin adición de mojante)

Se presentan los resultados realizados por duplicado los días 01/03/11 y 27/03/11.

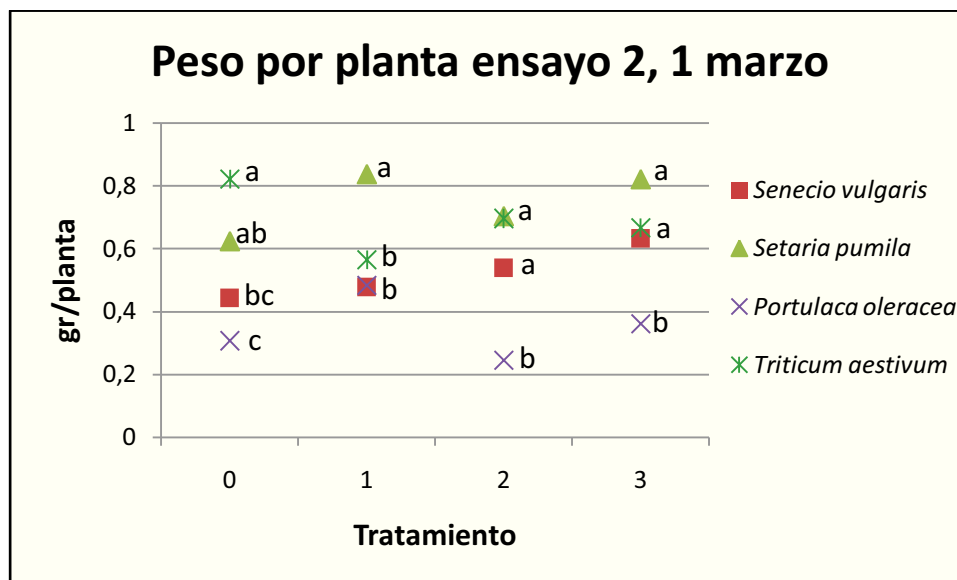
- **Tratamiento realizado el día 1 de marzo de 2012(rep1):**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento, especie, y la interacción entre ambas para la fecha indicada.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,0598	0,0199	1,02	0,3915
Especie	3	1,5393	0,5131	26,27	<0,0001
especie*tto	9	0,4002	0,0444	2,28	<b>0,0324</b>

**Tabla 48.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo).

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existen diferencias significativas para el factor especie y la interacción ( $p < 0.05$ ), lo que indica que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a las diferentes dosis del tratamiento (gráfico 24).



**Gráfico 24.** Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (1 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa cómo no hay diferencias significativas entre tratamientos para las biomasa obtenidas en las 4 especies.

Se observa como *Setaria pumila* y *Triticum aestivum* alcanzaron una biomasa significativamente mayor que *Senecio vulgaris* y *Portulaca oleracea* para todos los tratamientos.

- **Tratamiento realizado el día 27 de marzo de 2012 (rep2):**

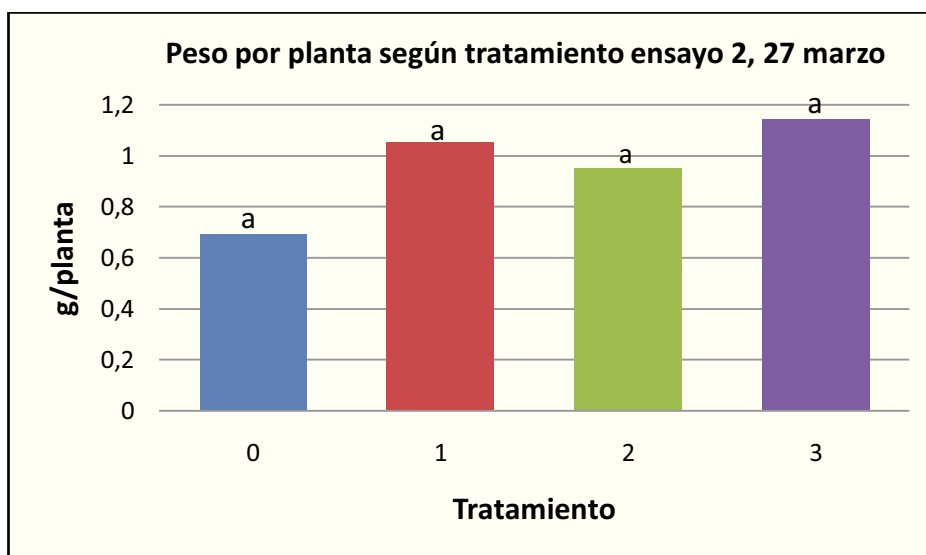
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas para la fecha indicada.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	2,2682	0,7560	2,25	0,0914
Especie	4	16,2442	4,0610	12,10	<b>&lt;0,0001</b>
especie*tto	12	0,8025	0,0668	0,20	0,9980

**Tabla 49.** Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).

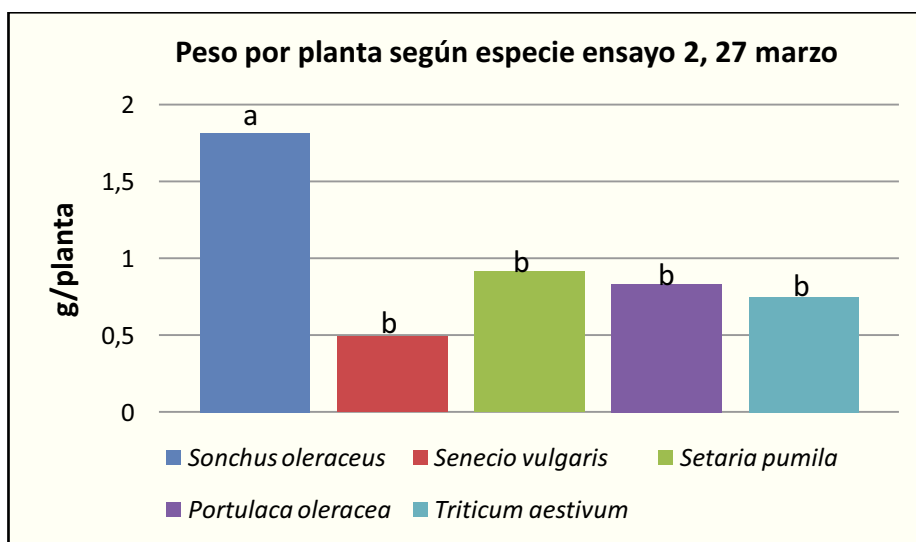
En este caso sólo existen diferencias significativas para el factor especie ( $p < 0.05$ ).

Aunque no hay diferencias entre tratamientos, se observa como la biomasa de las plantas del tratamiento testigo tiende a ser inferior al resto, siendo las de mayor biomasa las del tratamiento 3, que contiene mayor dosis de concentrado vínico (gráfico 25).



**Gráfico 25.** Biomasa fresca según tratamiento en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa como *Senecio vulgaris*, *Setaria pumila*, *Portulaca oleracea* y *Triticum aestivum* alcanzaron una biomasa similar a la registrada en la aplicación anterior (01/03/12) pero significativamente inferior a la observada en *Sonchus oleraceus* (gráfico 26).

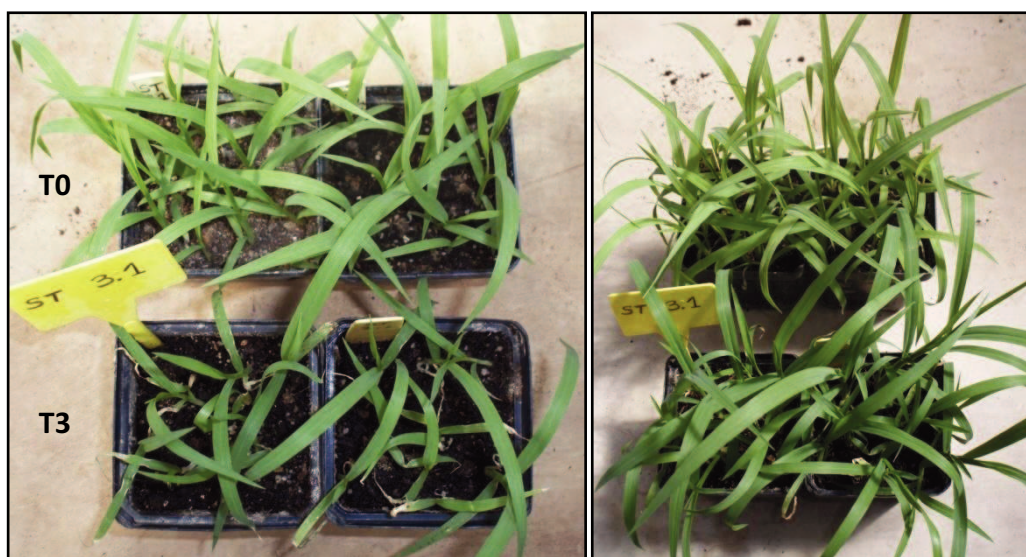


**Gráfico 26.** Biomasa fresca según especie en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).



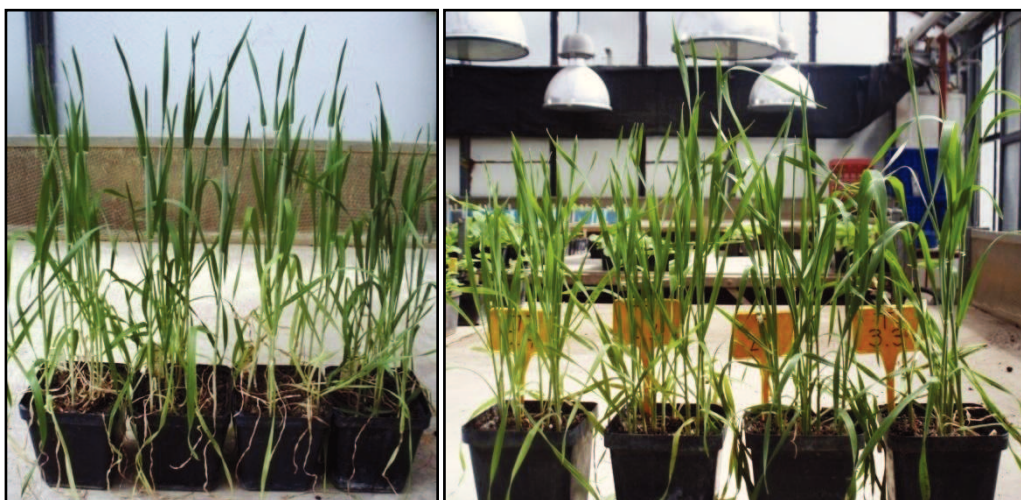


**Figura 77.** Diferencia de tamaño en *Portulaca oleracea* 7 días después del tratamiento (de izda a dcha: tratamiento 0, 1, 2 y 3).



**Figura 78.** Evolución de los tratamientos 0 (arriba) y 3 (abajo) en *Setaria pumila* (izda: imagen 7 días después del tratamiento; dcha: imagen 14 días después del tratamiento).

En lo que respecta al trigo, no se apreciaron diferencias significativas de biomasa entre tratamientos.



**Figura 79.** Diferencias de tamaño entre tratamientos en *Triticum aestivum* en ensayo 2 postemergencia precoz (de izda a dcha: tratamiento 0, 1, 2 y 3).

- **Resultados destacados respecto a la biomasa fresca de las plantas en ensayo 2 postemergencia precoz**

- En este caso, a diferencia del ensayo 1, no se observaron diferencias significativas de biomasa entre tratamientos, tan sólo una tendencia de menos peso en el tratamiento testigo que en el resto.

- Cabe destacar como, a pesar de que a los 7 días después del tratamiento las plantas testigo parecían tener una biomasa ligeramente superior y con mejor aspecto a las tratadas con el tratamiento 3 (figura 77), con el paso del tiempo, a los 21 días después del tratamiento las diferencias se equilibraron e incluso contrarrestaron (figura 78).

#### 4.2.2.3. Biomasa seca de las plantas

A continuación se exponen los resultados de biomasa seca de las plantas con respecto a los tratamientos aplicados, las especies utilizadas y la interacción de ambas para un nivel de confianza del 95%.

##### a) Ensayo 2 (sin adición de mojante)

Se presentan los resultados realizados únicamente para el día 27/03/11.

- **Tratamiento realizado el día 27 de marzo de 2012 (rep2):**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa seca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas para la fecha indicada.

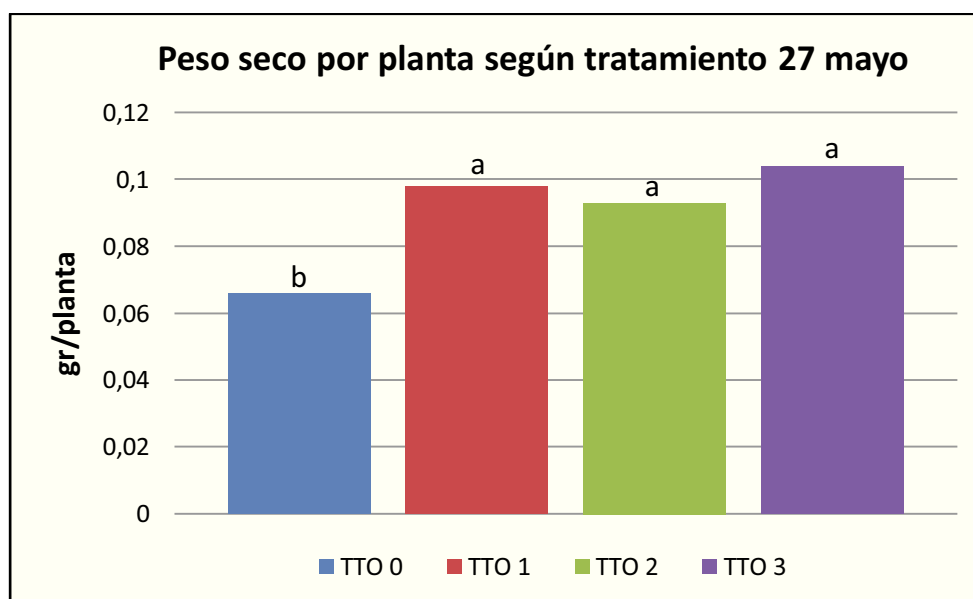
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,6022	0,0200	8,30	<b>0,0001</b>
Especie	4	0,6307	0,1576	65,21	<b>&lt;0,0001</b>
especie*tto	12	0,0146	0,012	0,51	0,9030

**Tabla 50.** Análisis de varianza para biomasa seca en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).

En este caso existen diferencias significativas tanto para el factor tratamiento como especie ( $p < 0.05$ ).

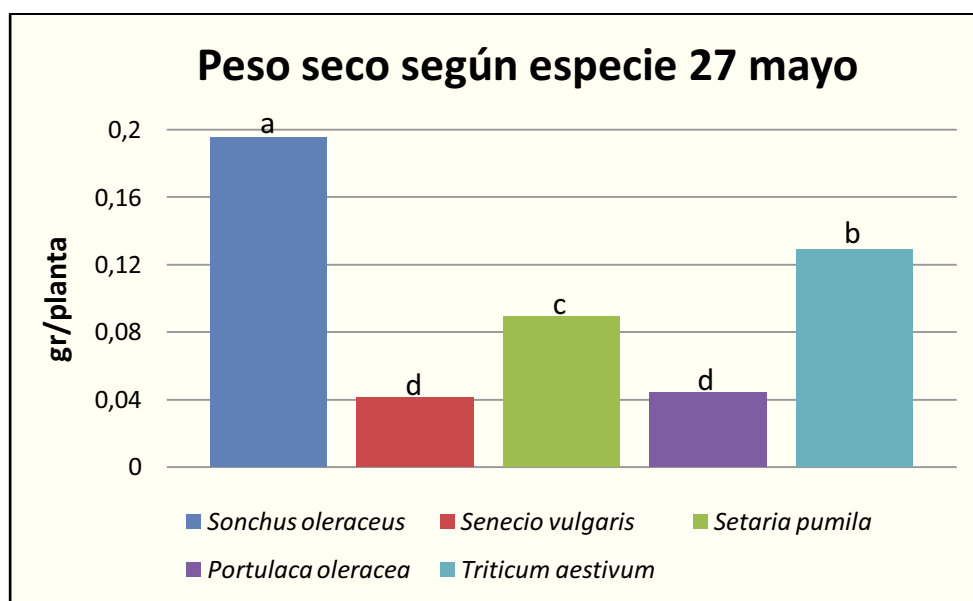


En cuanto al factor tratamiento, se observa como la biomasa seca de las plantas testigo fue significativamente inferior al resto de tratamientos, lo que refuerza los resultados obtenidos en anteriores tratamientos (gráfico 27).



**Gráfico 27.** Biomasa seca según especie ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

En cuanto al factor especie, se observa como la biomasa seca de *Sonchus oleraceus* fue significativamente mayor al resto de especies, como se ha observado también para la biomasa fresca, seguido de la de *Triticum aestivum* y *Setaria pumila*, siendo significativamente inferiores la biomasa seca de *Portulaca oleracea* y *Senecio vulgaris* (gráfico 28).



**Gráfico 28.** Biomasa seca según especie ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa cómo la biomasa obtenida se redujo notablemente respecto a la biomasa fresca anteriormente analizada, confirmando que la mayor parte del peso total de las plantas es agua, como queda especificado para cada especie a continuación (tabla 51).

ESPECIE	PORCENTAJE DE HUMEDAD
<i>Sonchus oleraceus</i>	90,8
<i>Senecio vulgaris</i>	91,8
<i>Setaria pumila</i>	90,3
<i>Portulaca oleracea</i>	94,7
<i>Triticum aestivum</i>	82,9

**Tabla 51.** Porcentaje de humedad de cada una de las especies en ensayo 2 postemergencia precoz (27 de marzo).

- **Resultados destacados respecto a la biomasa seca de las plantas en ensayo 2 postemergencia precoz**

- Se obtuvo diferencias de biomasa seca entre el tratamiento control y el resto de tratamientos, siendo la biomasa del testigo significativamente inferior.

#### 4.2.3. Tratamiento postemergencia tardía

Se ha estudiado la influencia del concentrado vínico sobre las diferentes especies utilizadas en estado de más de 4 hojas, para lo cual se presentan los resultados de las observaciones visuales de la fitotoxicidad causada sobre cada maceta en todos los tratamientos transcurridos 7, 14 y 21 días después del tratamiento. Además, también se muestran los resultados de biomasa fresca de las mismas al final del ensayo.

Para la realización del análisis estadístico se tuvo en cuenta únicamente la primera nota de fitotoxicidad asignada, ya que los daños tendieron a disminuir en el tiempo, y la biomasa fresca de cada repetición.

##### 4.2.3.1. Nota de fitotoxicidad (7 DDT)

A continuación se muestran los valores de la nota de fitotoxicidad a los 7 días después del tratamiento para el ensayo preliminar y los dos ensayos posteriores.

##### a) Ensayo preliminar (sin adición de mojante)

##### • Tratamiento realizado el día 1 de marzo de 2012:

Como se ha comentado anteriormente, en este ensayo no se pudo realizar análisis estadístico ya que no se disponía de suficientes datos.

En el gráfico siguiente se puede observar como el tratamiento 1 confirió una mayor fitotoxicidad que el tratamiento testigo para todas las especies utilizadas.

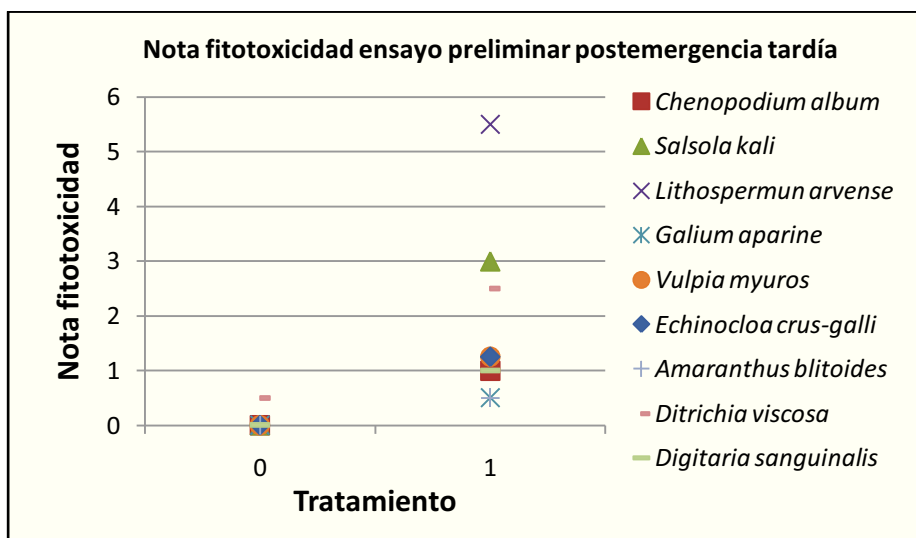
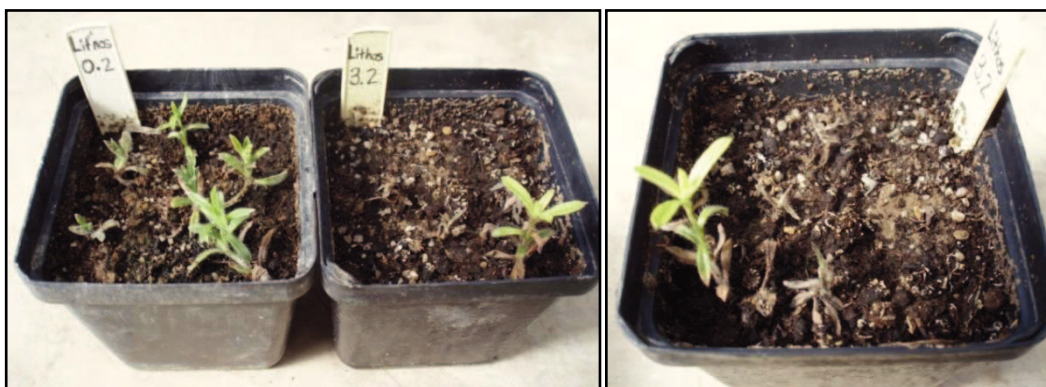


Gráfico 29. Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía.

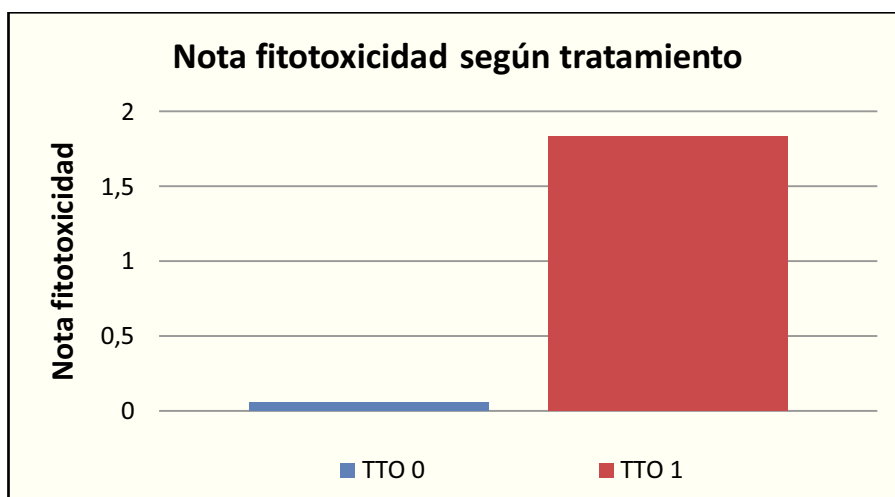
De todas las especies utilizadas, fue en *Salsola kali* y sobre todo en *Lithospermum arvense* en las que se observaron mayores diferencias entre ambos tratamientos.



**Figura 80.** Fitotoxicidad en *Lithospermum arvense*. Imagen 1: diferencias de fitotoxicidad según tratamiento (de izda a dcha: tratamientos 0 y 1). Imagen 2: detalle de la fitotoxicidad producida por el tratamiento 1.



**Figura 81.** Diferencias de fitotoxicidad producida en *Salsola kali* según tratamiento (de izda a dcha: tratamientos 0 y 1).



**Gráfico 30.** Nota de fitotoxicidad según tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía.

Estos resultados previos nos animaron a estudiar con mayor detalle el efecto del concentrado vínico como herbicida aplicado sobre plantas de malas hierbas en postemergencia tardía.

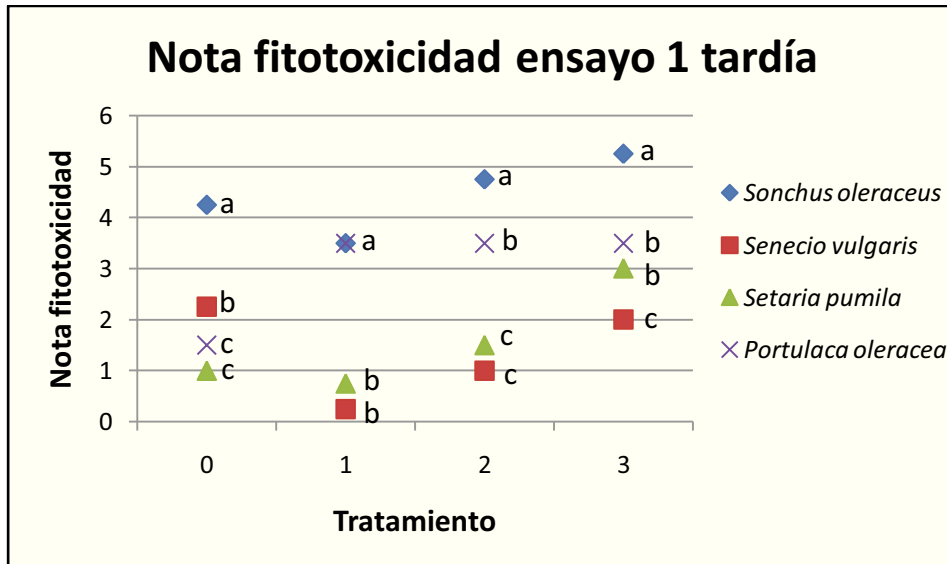
b) Ensayo 1 (con adición de mojante)• **Tratamiento realizado el día 9 de mayo de 2011:**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxidad con el factor tratamiento, especie y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	8,5312	2,8437	26,00	<0,0001
Especie	3	56,6562	18,8854	172,67	<0,0001
especie*tto	9	12,7812	1,4201	12,98	<b>&lt;0,0001</b>

**Tabla 52.** Análisis de varianza para nota de fitotoxidad en ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo).

En este caso existen diferencias significativas para todos los factores incluida la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza a continuación, ya que al ser significativa nos muestra que no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis del tratamiento (gráfico 31).



**Gráfico 31.** Nota de fitotoxidad según especie y tratamiento en ensayo 1 postemergencia tardía. Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Al igual que se observa en los ensayos de postemergencia precoz, en el testigo se produjeron daños (decoloración y quemaduras) en las plantas debido posiblemente al efecto del mojante, siendo *Sonchus oleraceus* la especie más afectada en todos los tratamientos.

Se observa como el tratamiento 3 confirió mayores fitotoxidades que el resto de tratamientos para todas las especies.

c) Ensayo 2 (con adición de mojante)

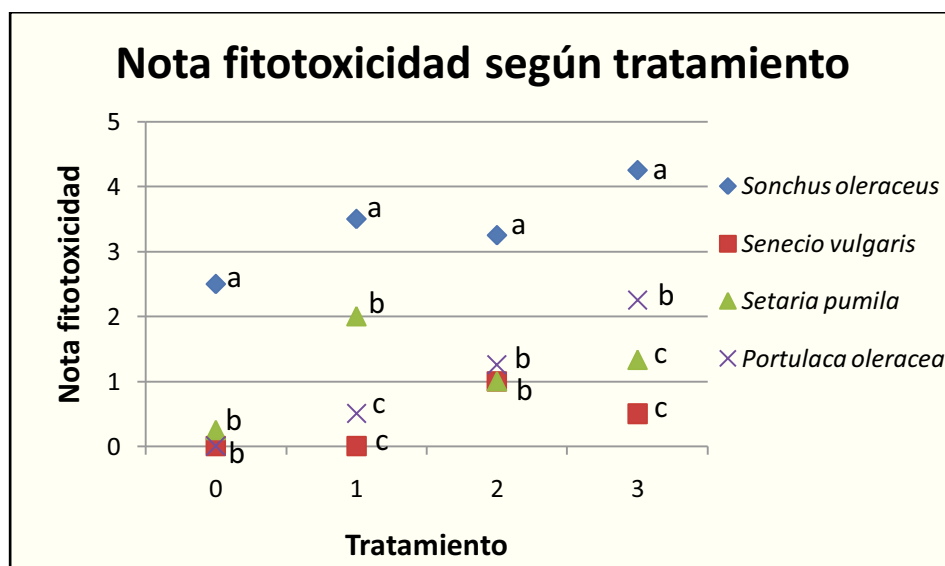
• **Tratamiento realizado el día 12 de mayo de 2011:**

En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable nota de fitotoxicidad con el factor tratamiento herbicida, especie y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	7,5273	2,5091	7,78	0,0003
Especie	3	93,1268	31,0422	96,28	<0,0001
especie*tto	9	12,9621	1,4402	4,47	<b>0,0004</b>

**Tabla 53.** Análisis de varianza para nota de fitotoxicidad en ensayo 2 postemergencia tardía (12 de mayo).

En este caso también existen diferencias significativas para todos los factores incluida la interacción, lo que indica que de nuevo no hubo una respuesta homogénea de todas las especies a todas las dosis del tratamiento. A continuación se analiza la interacción (gráfico 32).



**Gráfico 32.** Nota de fitotoxicidad según especie y tratamiento en ensayo 2 postemergencia tardía. Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

De nuevo, se observa como en el tratamiento testigo se ocasionaron efectos fitotoxicos debido al mojante, pero prácticamente sólo sobre *Sonchus*



*oleraceus*, que fue la especie más afectada en todos los tratamientos. En este ensayo se aprecia un efecto de la dosis aplicada para las especies *Portulaca oleracea*, *Senecio vulgaris* y *Sonchus oleraceus*.

El tratamiento 3 causó en *Portulaca oleracea* y *Sonchus oleraceus* una fitotoxicidad mayor que el resto de tratamientos, efecto que no se observó para *Senecio vulgaris* y *Setaria pumila*.



**Figura 82.** Fitotoxicidad en *Portulaca oleracea* según tratamiento en ensayo postemergencia tardía (de izda a dcha: tratamientos 0, 1, 2 y 3).



**Figura 83.** Fitotoxicidad en *Sonchus oleraceus* según tratamiento en ensayo postemergencia tardía (de izda a dcha: tratamientos 0, 1, 2 y 3).



**Figura 84.** Fitotoxicidad en *Senecio vulgaris* según tratamiento en ensayo postemergencia tardía (de izda a dcha: tratamientos 0, 1, 2 y 3).

- **Resultados destacados respecto a la nota de fitotoxicidad en postemergencia tardía**

- Durante los primeros días los tratamientos con concentrado vínico produjeron una fitotoxicidad significativamente mayor que el tratamiento testigo; con el paso del tiempo las diferencias desaparecieron.

- El tratamiento testigo con mojante afectó más a *Sonchus oleraceus* que al resto de especies.

- En cuanto a las especies, *Sonchus oleraceus* fue significativamente la más afectada de todas, seguida de *Portulaca oleracea* y *Setaria pumila*, siendo *Senecio vulgaris* la menos afectada.

#### 4.2.3.2. Biomasa fresca de las plantas

A continuación se exponen los resultados de biomasa fresca de las plantas con respecto a los tratamientos aplicados, las especies utilizadas y la interacción de ambas para un nivel de confianza del 95%, para el ensayo preliminar y los dos ensayos posteriores.

##### a) Ensayo preliminar

- **Tratamiento realizado el día 1 de marzo de 2012:**

Como se ha comentado anteriormente, en este ensayo no se pudo realizar análisis estadístico ya que no se disponía de suficientes datos.

No se observaron grandes diferencias de biomasa fresca entre las plantas testigo y las tratadas con concentrado vínico (gráfico 33).

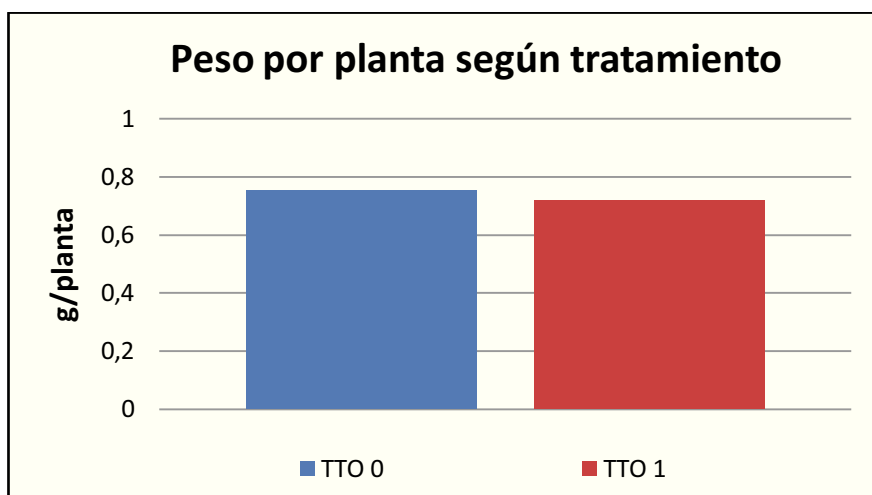


Gráfico 33. Biomasa fresca según tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía.



El efecto fitotóxico observado (apartado 4.2.3.1) no tuvo repercusión sobre la biomasa de las plantas, salvo para la especie *Digitaria sanguinalis*.

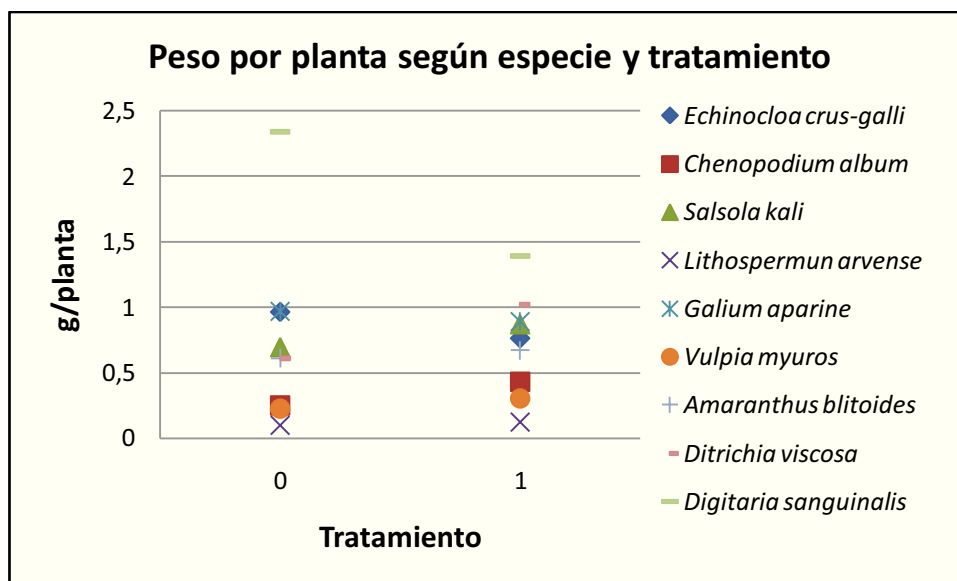


Gráfico 34. Biomasa fresca según especie y tratamiento en ensayo preliminar postemergencia tardía.

b) Ensayo 1 (con adición de mojante)

• **Tratamiento realizado el día 9 de mayo de 2011:**

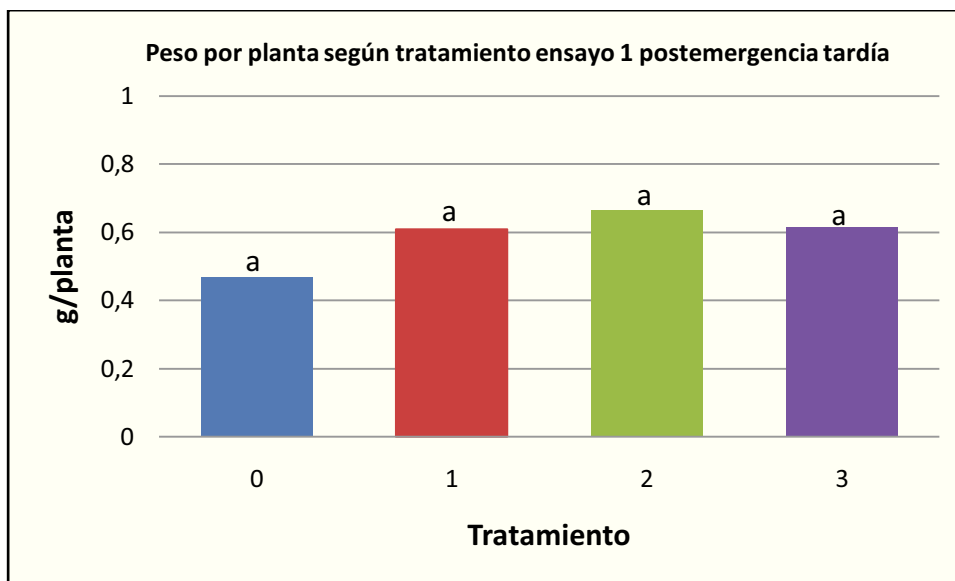
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,1715	0,0571	2,89	0,0679
Especie	3	0,0821	0,0273	1,38	0,2840
especie*tto	9	0,1860	0,0206	1,04	0,4492

Tabla 54. Análisis de varianza para biomasa fresca en ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo).

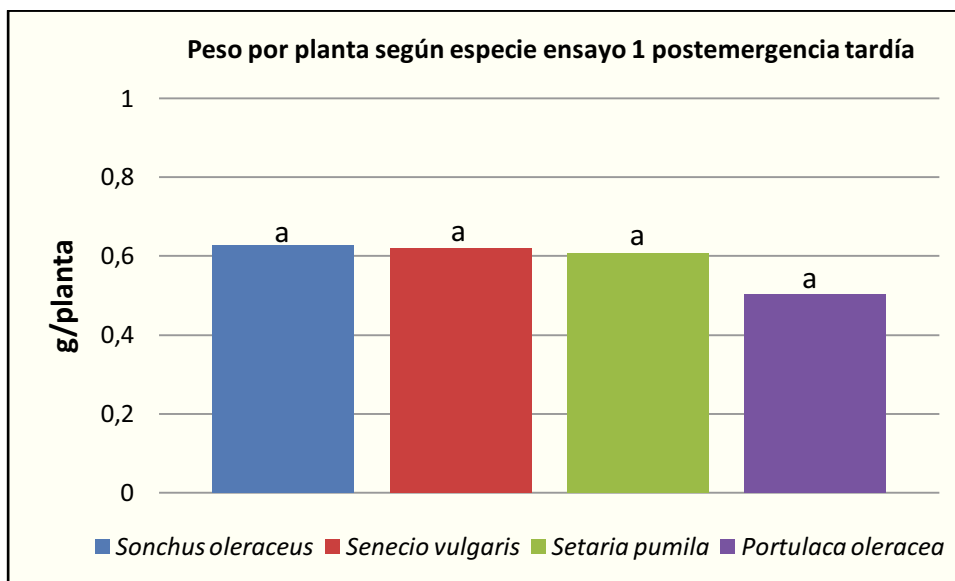
En este caso no existen diferencias significativas para ningún factor ( $p < 0.05$ ). A continuación se muestran los datos obtenidos para cada factor.

Aunque no hay diferencias entre tratamientos, se observa como la biomasa de las plantas en el tratamiento testigo tendió a ser inferior al resto.



**Gráfico 35.** Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

En cuanto a las especies, *Portulaca oleracea* tendió a tener un menor peso por planta, pero se observa una biomasa muy similar para todas las especies.



**Gráfico 36.** Biomasa fresca según especie ensayo 1 postemergencia tardía (9 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

#### c) Ensayo 2 (con adición de mojante)

- **Tratamiento realizado el día 12 de mayo de 2011:**

En este caso, para que el análisis estadístico se pudiera realizar y se cumplieran los requisitos de normalidad y homogeneidad, se hizo necesaria la transformación de los datos numéricos con la ecuación recomendada:

$\sqrt{x}$  siendo x el peso por planta.

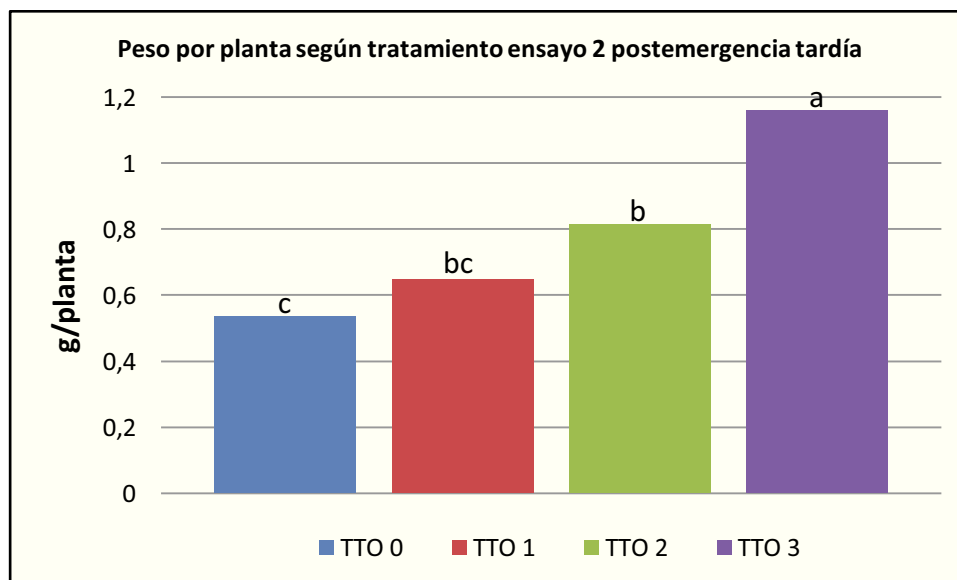
En la siguiente tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable biomasa fresca con el factor tratamiento herbicida, especie, y la interacción entre ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	3	0,8929	0,2976	7,78	<b>0,0003</b>
Especie	3	0,1556	0,0518	1,36	0,2690
especie*tto	9	0,4263	0,0473	1,24	0,2984

**Tabla 55.** Análisis de varianza para biomasa fresca del 12 de mayo en ensayo postemergencia precoz.

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existen diferencias significativas para el factor tratamiento ( $p < 0.05$ ).

En cuanto al factor tratamiento se observa una biomasa significativamente mayor de las plantas del tratamiento 3 que del resto, siendo además las plantas del tratamiento testigo las que alcanzaron menor biomasa (gráfico 37). Esta mayor respuesta al concentrado vínico que en el ensayo 1 fue debida a un incremento de la dosis empleada.

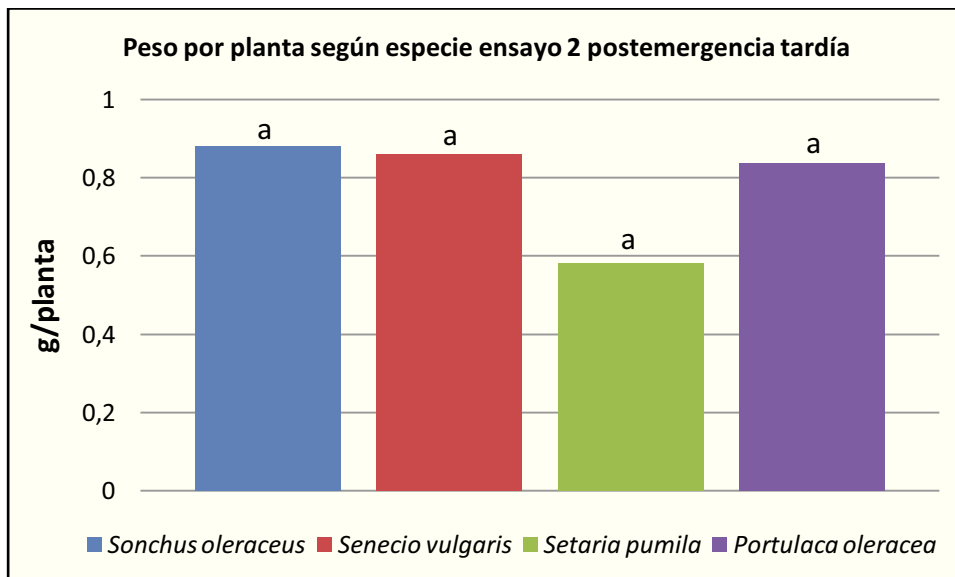


**Gráfico 37.** Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).



**Figura 85.** Diferencia de tamaños entre plantas según tratamiento en ensayo 2 postemergencia tardía (27 de marzo). Imagen 1: *Sonchus oleraceus*. Imagen 2: *Senecio vulgaris*. De izda a dcha: tratamientos 0, 1, 2 y 3.

Como ya se ha comentado, no hay diferencias significativas de biomasa entre especies, si bien *Setaria pumila* tendió a tener la menor biomasa entre todas las especies estudiadas.



**Gráfico 38.** Biomasa fresca según tratamiento ensayo 1 postemergencia tardía (27 de marzo). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

- **Resultados destacados respecto a la biomasa fresca de las plantas en postmergencia tardía**

- Las plantas tratadas en el ensayo 2 alcanzaron una biomasa mayor a las tratadas en el ensayo 1, lograda fundamentalmente por el mayor volumen de tratamiento utilizado con la aplicación de mayor dosis de concentrado vínico.

- Por especies, las plantas del ensayo 2 también consiguieron una biomasa superior a las del ensayo 1 por el mayor volumen de tratamiento, pero no hubo diferencias significativas entre ellas.

- La biomasa de las plantas tratadas con un volumen de tratamiento 15000 l/ha (T3 ensayo 2) es significativamente mayor a las tratadas con volumen de tratamiento 10000 l/ha (T2 ensayo 2) que a su vez es significativamente mayor al resto de tratamientos, que se aplicaron con volumen 5000 l/ha.

### 4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO

A continuación se presentan los resultados del estudio de la influencia del concentrado vínico en la germinación de las diferentes especies utilizadas, en una cámara de germinación con condiciones controladas. Se muestran los resultados de los conteos de las plántulas germinadas por placa Petri en todos los tratamientos transcurridos 7 y 14 días después del tratamiento.

Para la realización del análisis estadístico se tuvo en cuenta el porcentaje de germinación a los 14 días después del tratamiento.

#### 4.3.1. Porcentaje de germinación

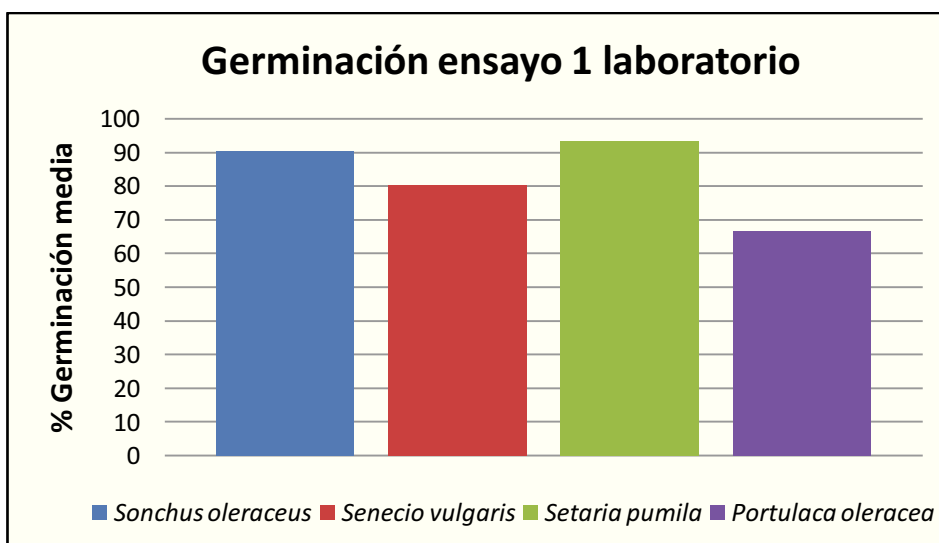
A continuación se exponen los resultados del porcentaje de germinación de las semillas para los cuatro ensayos realizados.

##### a) Ensayo 1

Este primer ensayo se realizó únicamente una vez, el día 20/07/2011, y no fue necesario efectuar análisis estadístico del mismo debido a que sólo hubo germinación en el tratamiento testigo, mientras que no germinó ninguna semilla en los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

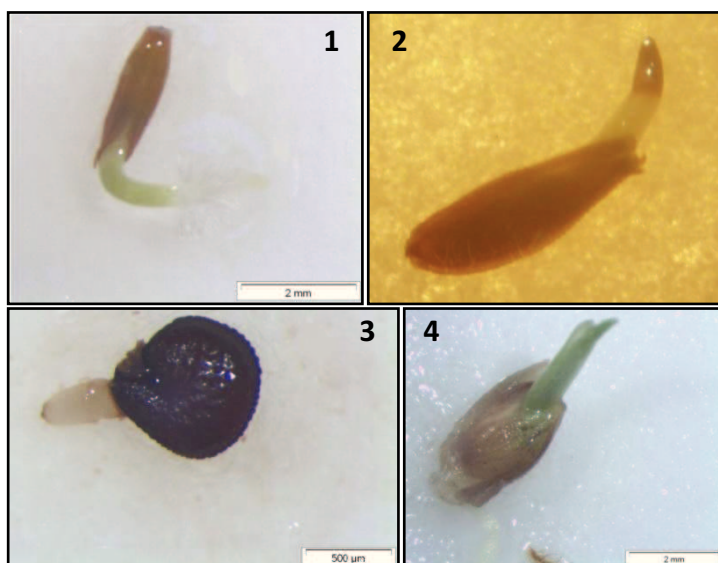
- **Tratamiento realizado el día 20 de julio de 2011:**

En el gráfico 39 se muestra el porcentaje de germinación de cada una de las especies en el tratamiento 0 o testigo.



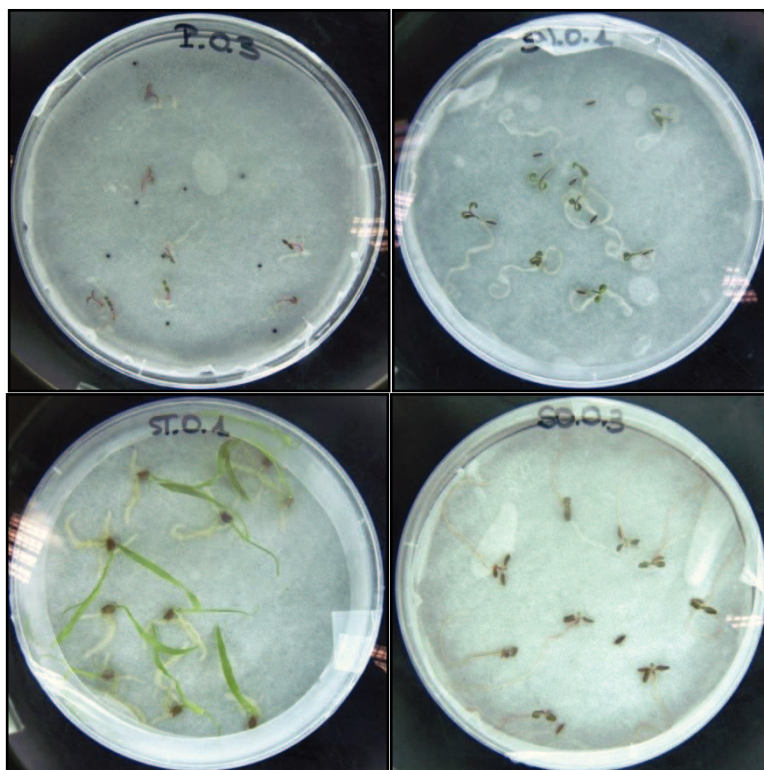
**Gráfico 39.** Porcentaje de germinación según especie en ensayo 1 laboratorio.

Se observa como la especies *Setaria pumila*, *Sonchus oleraceus* y *Senecio vulgaris* tuvieron una germinación superior al 80%, mientras que la de *Portulaca oleracea* no llegó a alcanzar el 70%.



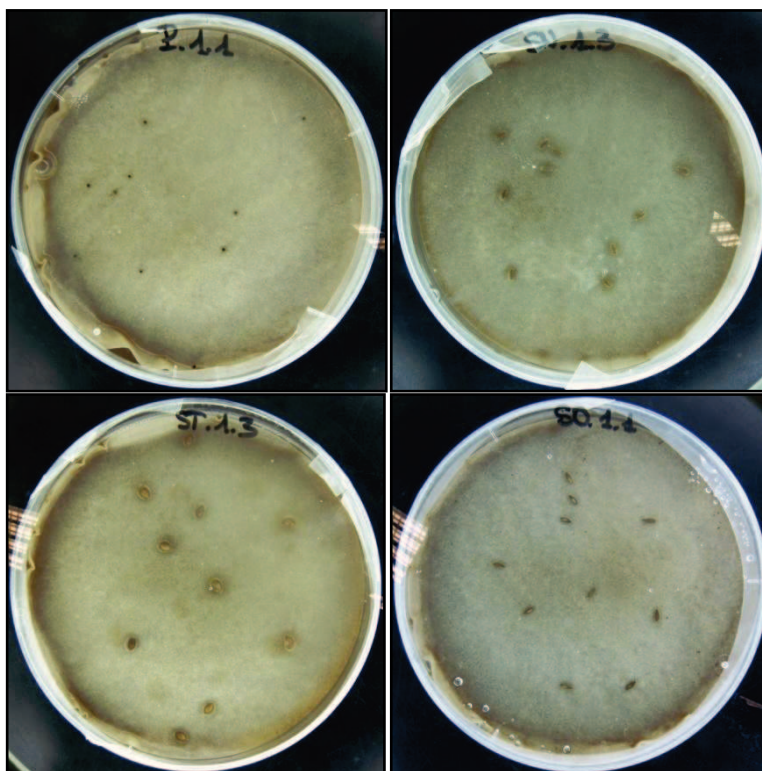
**Figura 86.** Inicio de germinación en las diferentes especies (1: *Senecio vulgaris*; 2: *Sonchus oleraceus*; 3: *Portulaca oleracea*; 4: *Setaria pumila*).

En este ensayo se observa, pues, un efecto de inhibición de la germinación a todas las dosis de concentrado vínico probadas para todas las especies. Por ello, se decidió bajar la dosis en ensayos sucesivos para ajustar la dosis letal.



**Figura 87.** Germinación de las diferentes especies en el tratamiento testigo.





**Figura 88.** Ausencia de germinación de las diferentes especies en el tratamiento 1.

#### b) Ensayo 2

Se muestran los resultados realizados por duplicado los días 15/09/2011 y 21/10/2011. En ambos casos en los tratamientos 3 y 4 no hubo germinación alguna, mientras que en el tratamiento 2 sólo se observó la germinación de semillas de *Portulaca oleracea*. Para satisfacer los criterios de normalidad y homogeneidad, el análisis estadístico sólo se realizó con los datos recogidos de los tratamientos 0 y 1.

- **Tratamiento realizado el 15 de septiembre de 2011 (rep1):**

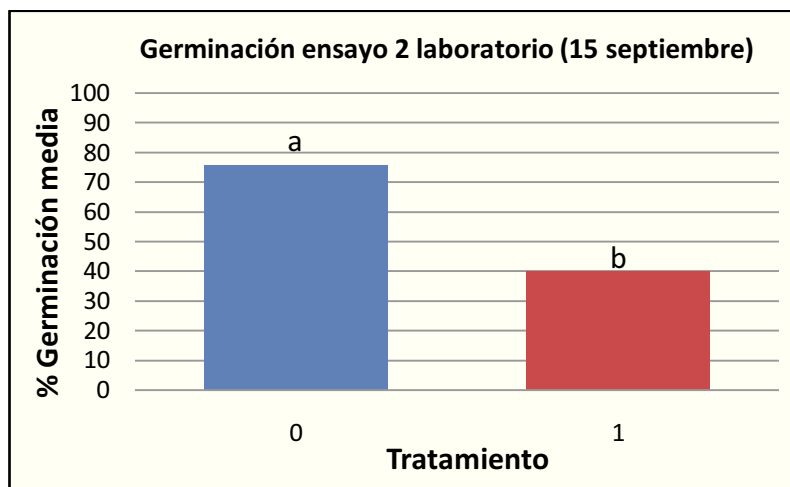
En la tabla se recogen los datos del análisis de varianza realizado con el factor tratamiento, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	1	7704,17	7704,17	14,01	<b>0,0018</b>
Especie	3	8312,50	2770,83	5,04	<b>0,0120</b>
especie*tto	3	1979,17	659,72	1,20	0,3417

**Tabla 56.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 2 laboratorio (15 de septiembre).



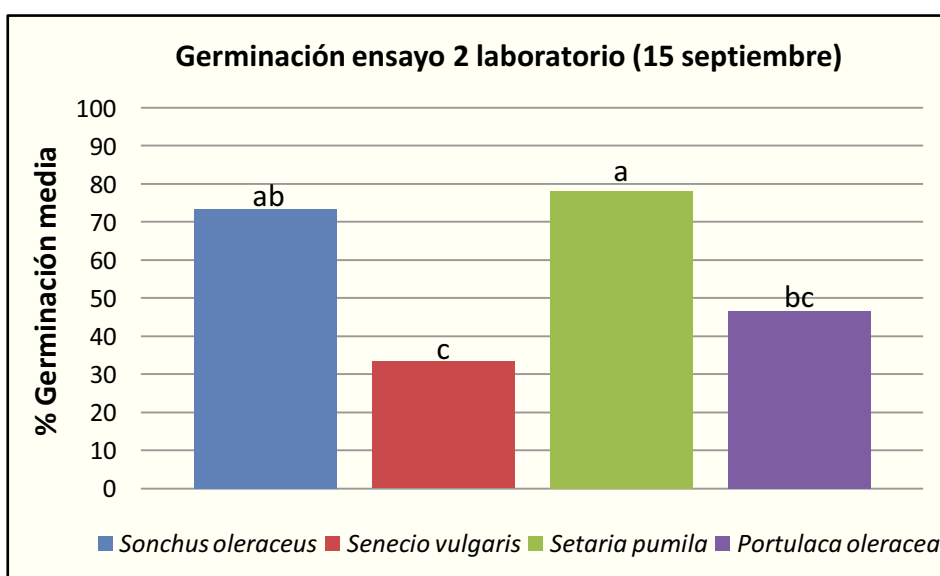
Existen diferencias significativas para los factores tratamiento y especie ( $p < 0.05$ ). A continuación se muestran los datos recogidos para cada uno de los factores.



**Gráfico 40.** Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo 2 laboratorio (15 septiembre). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa como el tratamiento testigo tuvo una germinación media significativamente superior a la del tratamiento 1, en la que se produjo una inhibición de la germinación para todas las especies debido al concentrado vínico (gráfico 40).

En cuanto a las especies, se repiten los resultados observados en el ensayo 1: *Setaria pumila* y *Sonchus oleraceus* fueron las especies con mayor porcentaje de germinación, seguidas de *Portulaca oleracea* y siendo *Senecio vulgaris* la de menor debido a que no germinó en el tratamiento 1 (gráfico 41).



**Gráfico 41.** Porcentaje de germinación según especie en ensayo 2 laboratorio (15 septiembre). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

- **Tratamiento realizado el 21 de octubre de 2011 (rep2):**

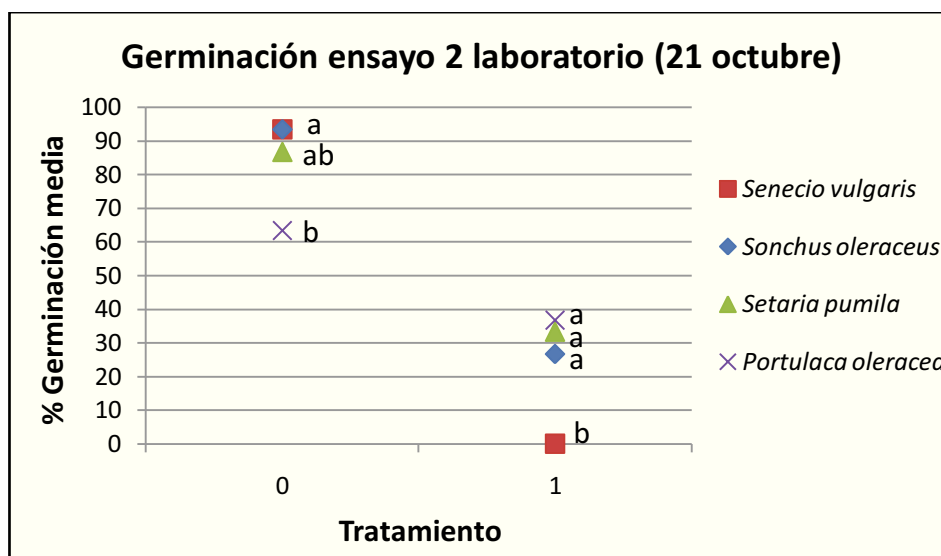
A continuación se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable con el factor tratamiento, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	1	21600	21600	74,06	<0,0001
Especie	3	850	283,33	0,97	0,4305
especie*tto	3	3466,66	1155,55	3,96	<b>0,0274</b>

**Tabla 57.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 2 laboratorio (21 de octubre).

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existen diferencias significativas para el factor tratamiento y la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza.

A continuación se muestran los datos de germinación recogidos para la interacción (gráfico 42).



**Gráfico 42.** Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 2 laboratorio (15 septiembre). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

De nuevo se observa el efecto del concentrado vínico como inhibidor de la germinación, ya que la germinación fue significativamente superior para todas las especies con el tratamiento testigo que con el tratamiento 1.

En cuanto a las especies, *Setaria pumila*, *Sonchus oleraceus* y *Senecio vulgaris* tuvieron una germinación significativamente superior a *Portulaca oleracea* en el tratamiento testigo, mientras que para el tratamiento 1 la

germinación se igualó para todas las especies salvo para *Senecio vulgaris* que no tiene nascencia alguna.

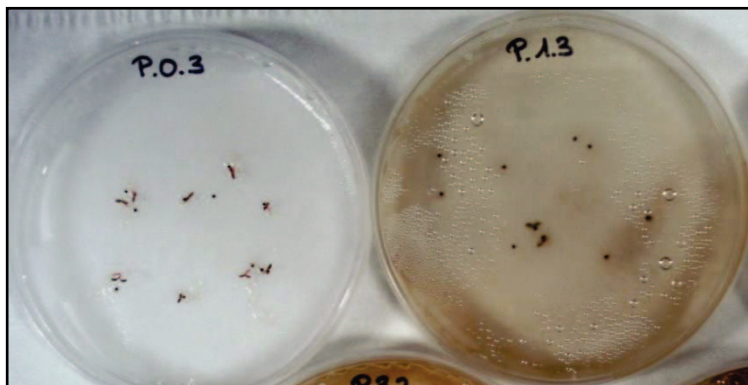


Figura 89. Germinación de *Portulaca oleracea* en los tratamientos 0 (izda) y 1 (dcha) en ensayo 2 laboratorio.

- **Resultados destacados ensayo laboratorio 2**

- En los tratamientos 3 y 4 no hubo germinación alguna, mientras que en el tratamiento 2 sólo tuvo germinación *Portulaca oleracea*.

- Se obtuvieron diferencias en la inhibición de la germinación para las diferentes especies arvenses:

Aunque la especie *Portulaca oleracea* tuvo una menor germinación que el resto de especies en los tratamientos 0 y 1, es la única que germinó con mayores dosis de concentrado vínico (tratamiento 2).

*Senecio vulgaris* sólo germinó en el tratamiento testigo.

c) Ensayo 3

Se muestran los resultados de ambos ensayos realizados los días 11/11/2011 y 14/12/2011. En ambos casos en el tratamiento 4 no hubo germinación alguna, mientras que en el tratamiento 3 sólo hubo germinación para *Portulaca oleracea*. Por este motivo el análisis estadístico sólo se realizó con los datos recogidos de los tratamientos 0, 1 y 2.

- **Tratamiento realizado el 11 de noviembre de 2011:**

En este caso los datos no cumplían los requisitos de homogeneidad y normalidad, por lo que se hizo necesaria la realización de una transformación de los mismos para que la varianza se estabilizara con la ecuación recomendada:

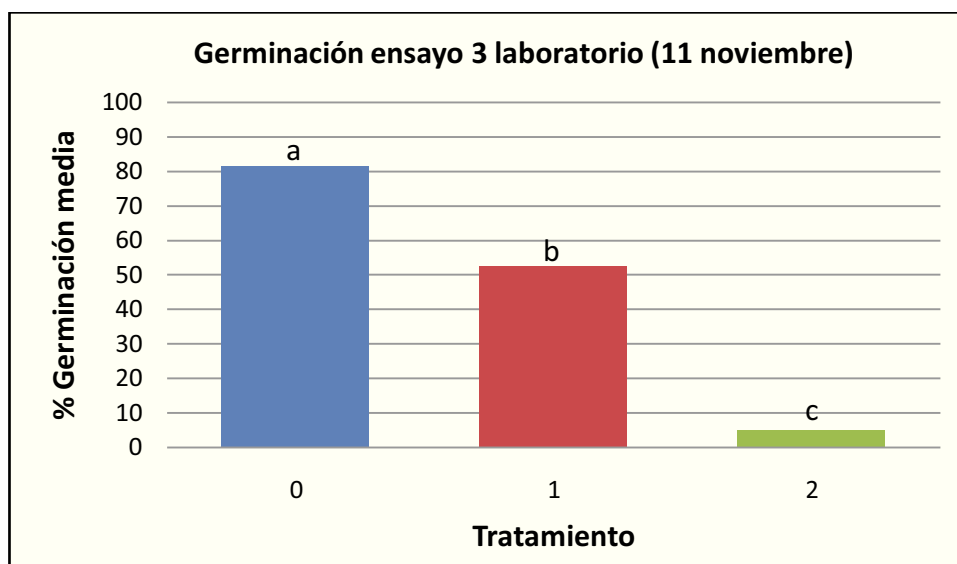
$\sqrt{(x+1)}$  siendo x el porcentaje de germinación.

A continuación se muestran los datos del análisis de varianza realizado con el factor tratamiento herbicida, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	2	310,35	155,18	78,21	<0,0001
Especie	3	15,32	5,11	2,57	0,0776
especie*tto	6	28,72	4,79	2,41	0,0575

**Tabla 58.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 3 laboratorio (11 de noviembre).

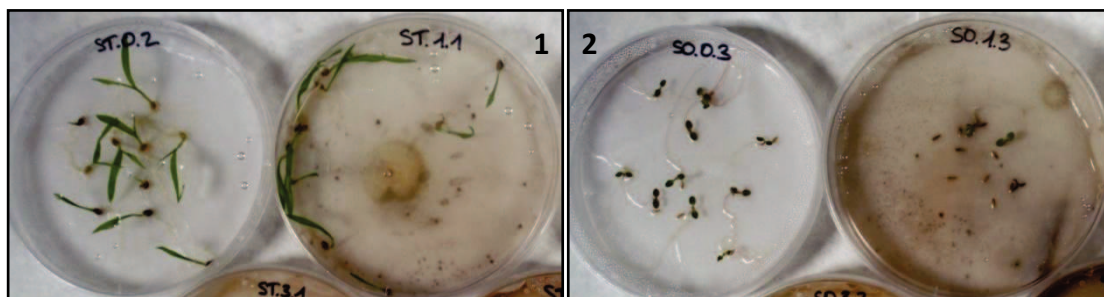
En este caso, existen diferencias significativas sólo para el factor tratamiento ( $p < 0.05$ ).



**Gráfico 43.** Porcentaje de germinación según tratamiento en ensayo 3 laboratorio (11 noviembre). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

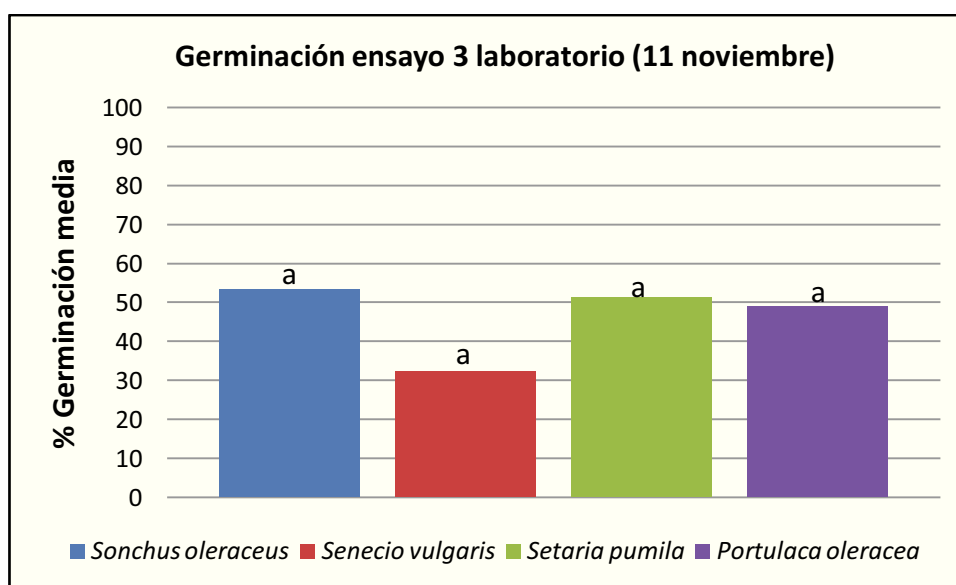
Se observa de nuevo el efecto de la dosis del concentrado vínico, la germinación media del tratamiento 0 fue significativamente superior a la de los tratamientos 1 y 2, y la del tratamiento 1, significativamente superior a la del 2 (gráfico 43).

Cabe remarcar que sólo hubo germinación de *Portulaca oleracea* y *Senecio vulgaris* en el tratamiento 2.



**Figura 90.** Germinación de *Setaria pumila* (1) y *Sonchus oleraceus* (2) en los tratamientos 0 (izda) y 1 (dcha) en ensayo 3 laboratorio.

Entre especies no hubo diferencias significativas, si bien *Senecio vulgaris* tendió a tener una menor germinación (gráfico 44).



**Gráfico 44.** Porcentaje de germinación según especie en ensayo 3 laboratorio (11 noviembre). Datos seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

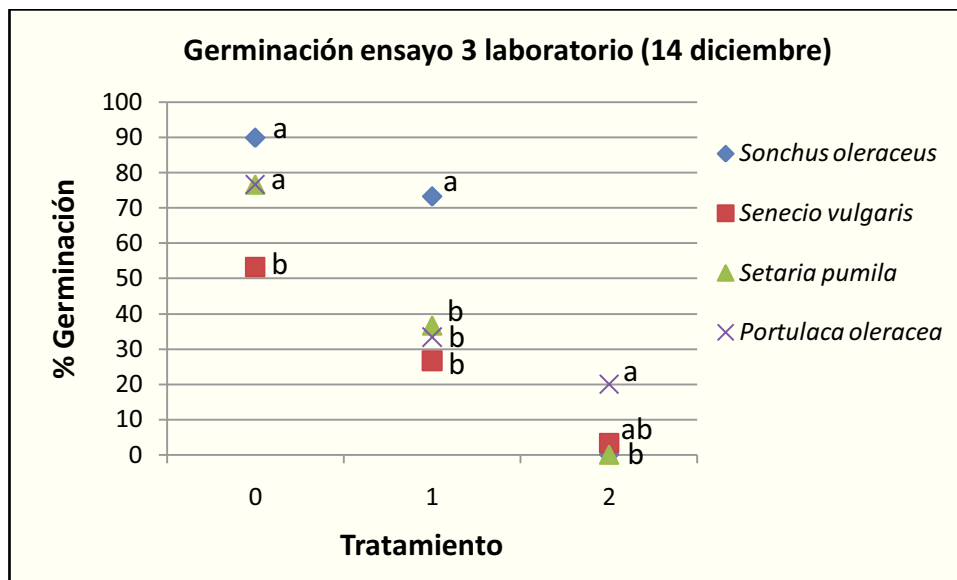
#### • Tratamiento realizado el 14 de diciembre de 2011:

A continuación se muestran los datos del análisis de varianza realizado para la variable porcentaje de germinación con el factor tratamiento, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	2	27372,22	13686,11	129,66	<0,0001
Especie	3	3088,88	1029,63	9,75	0,0002
especie*tto	6	3761,11	626,85	5,94	<b>0,0007</b>

**Tabla 59.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 3 laboratorio (14 de diciembre).

En este caso, como se observa en la tabla 59, existen diferencias significativas para los dos factores estudiados (tratamiento y especie) y la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza a continuación (gráfico 45).



**Gráfico 45.** Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 3 laboratorio (14 diciembre). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Se observa como en el testigo (al igual que en el resto de ensayos realizados hasta el momento) todas las especies estudiadas alcanzaron un porcentaje de germinación mayor que en los tratamientos con concentrado vínico, en los que se observó el efecto de la dosis sobre la germinación (mayor dosis, menor germinación).

En cuanto a las especies, *Sonchus oleraceus* alcanzó una mayor germinación que el resto de especies en los tratamientos 0 y 1, siendo *Senecio vulgaris* la especie con menor nascencia en los mismos. En el tratamiento 2 sólo *Portulaca oleracea* y *Senecio vulgaris* tuvieron una muy baja nascencia (20 y 3,3% respectivamente).

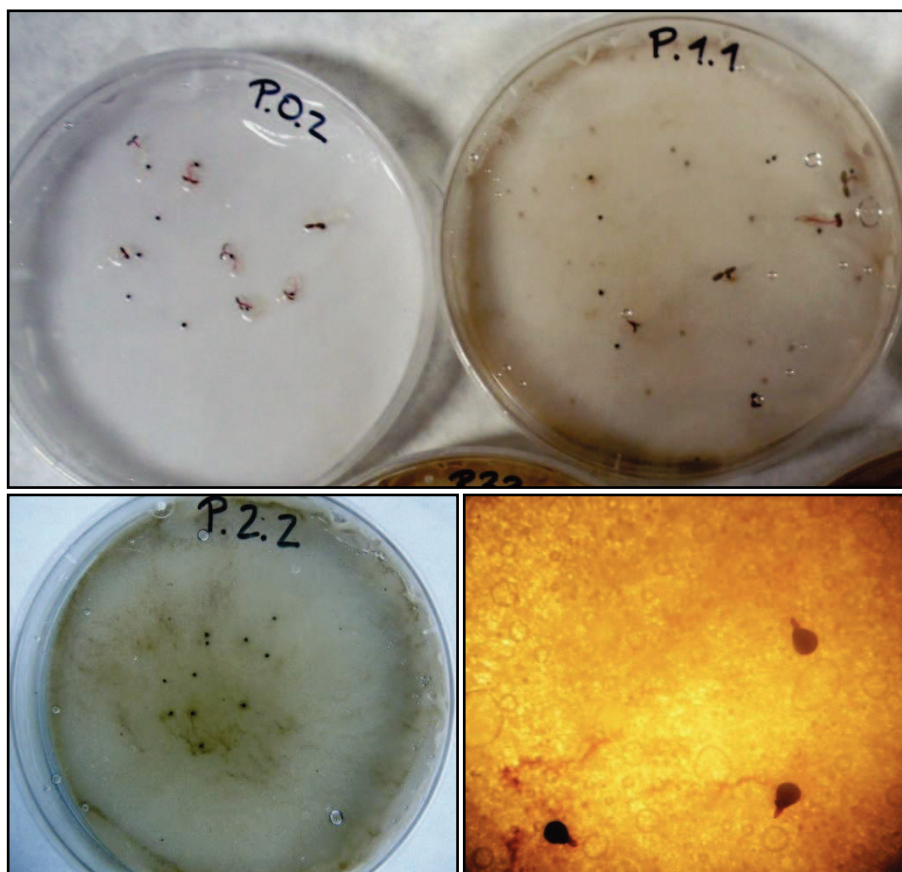


Figura 91. Germinación en *Portulaca oleracea* según tratamiento (0, 1 y 2) en ensayo 3 laboratorio y detalle de germinación en el tratamiento 2.

#### • Resultados destacados ensayo laboratorio 3

- En el tratamiento 4 no hubo germinación alguna, mientras que en el tratamiento 3 sólo hubo de *Portulaca oleracea*.
- Aunque la especie *Portulaca oleracea* tuvo una menor germinación que el resto de especies en los tratamientos 0 y 1, es la única que germinó con mayores dosis de concentrado vínico (tratamiento 2 y 3).
- *Sonchus oleraceus* y *Setaria pumila* sólo germinaron en los tratamientos 0 y 1.

#### d) Ensayo 4

Se muestran los resultados de las dos aplicaciones realizadas los días 20/04/2012 y 10/05/2012. En ambos casos se empleó, además de las especies habituales, *Triticum aestivum* para observar su reacción a la aplicación de concentrado vínico. El análisis estadístico se realizó con los datos recogidos de todos los tratamientos.



• **Tratamiento realizado el 20 de abril de 2012:**

En este caso, como los datos no cumplían los requisitos de homogeneidad y normalidad, se hizo necesaria la realización de una transformación angular para que la varianza se estabilizara, mediante:

$$\text{Arcoseno}\left(\sqrt{x/100}\right) \text{ siendo } x \text{ el porcentaje de germinación.}$$

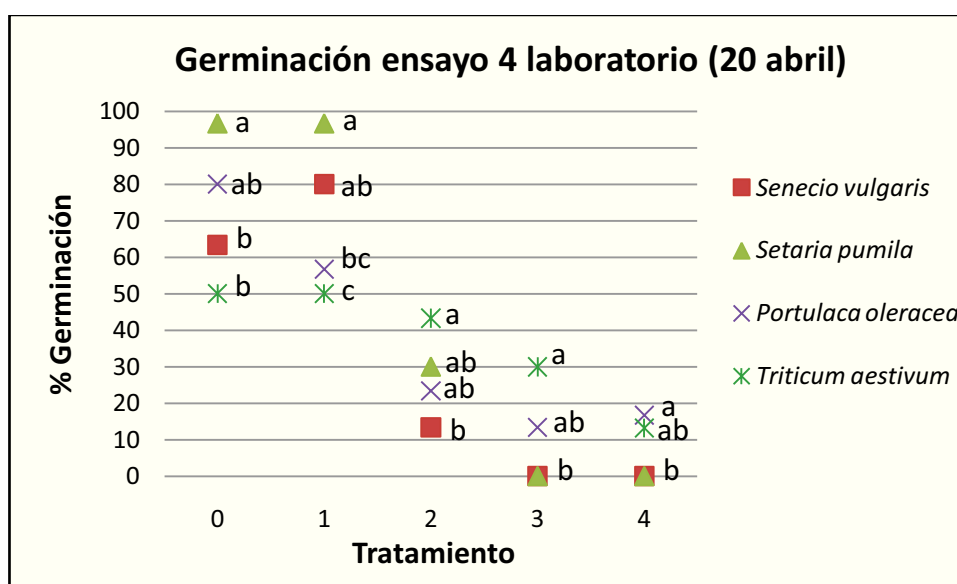
A continuación se recogen los datos del análisis de varianza realizado para la variable porcentaje de germinación con el factor tratamiento herbicida, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	4	9,4246	2,3561	42,83	<0,0001
Especie	3	0,3968	0,1323	2,97	0,0434
especie*tto	12	2,6885	0,2240	5,02	<0,0001

**Tabla 60.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 4 laboratorio (20 de abril).

En este caso, como se observa en la tabla anterior, existen diferencias significativas para los dos factores estudiados (tratamiento y especie) y la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza.

A continuación se estudian los datos de germinación recogidos para la interacción (gráfico 46).



**Gráfico 46.** Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 4 laboratorio (20 de abril). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).



Se observa como el tratamiento testigo y el tratamiento 1 alcanzaron una germinación similar, muy superior a la conseguida en el resto de tratamientos en los que a mayor dosis de concentrado vínico utilizada menos nascencia. Esta dosis no fue suficiente para inhibir la germinación de las especies estudiadas. Las dosis utilizadas en los tratamientos 2, 3 y 4 si que inhibieron la germinación de todas ellas.



**Figura 92.** Germinación de *Senecio vulgaris* (1), *Portulaca oleracea* (2), *Setaria pumila* (3) y *Triticum aestivum* (4) en los tratamientos 0 (izda) y 1 (dcha) en ensayo 4 laboratorio.

En cuanto a las especies, *Setaria pumila* consiguió una germinación próxima al 100% en los tratamientos 0 y 1, pero esta disminuyó con el incremento de dosis de concentrado vínico y no germinó en los tratamientos 3 y 4, como también ocurre para *Senecio vulgaris*. *Portulaca oleracea* y *Triticum aestivum*, aunque tuvieron menor germinación en los tratamientos 0 y 1, son las únicas especies que lograron un cierto porcentaje de germinación en los tratamientos 3 y 4.

- **Tratamiento realizado el 10 de mayo de 2012:**

En este caso los datos tampoco cumplían los requisitos de homogeneidad y normalidad, por lo que también se transformaron con la ecuación:

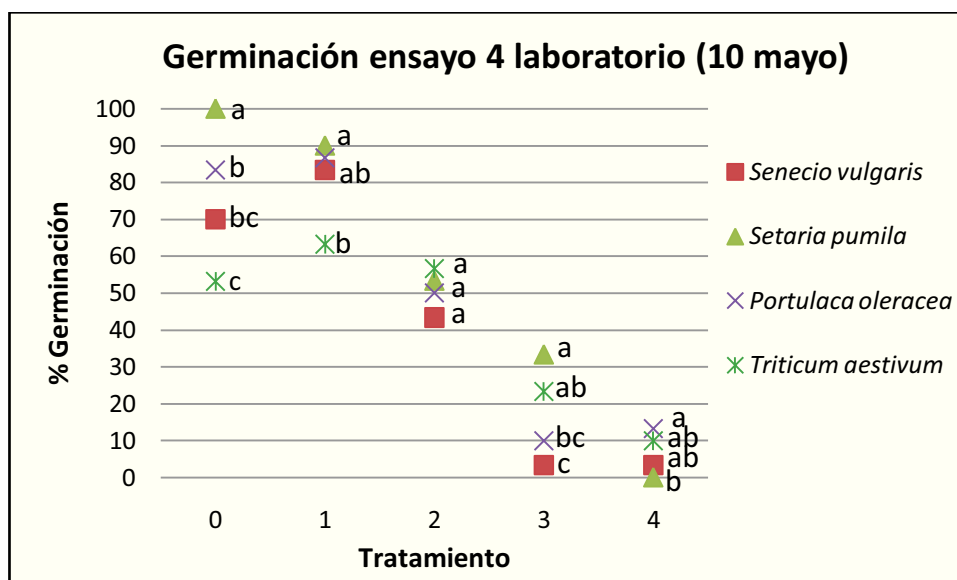
$$\text{Arcoseno} \left( \sqrt{x/100} \right) \text{ siendo } x \text{ el porcentaje de germinación.}$$

A continuación se muestran los datos del análisis de varianza realizado con el factor tratamiento, especie y la interacción de ambas.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente de variación	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tto	4	9,7478	2,4369	63,67	<0,0001
Especie	3	0,5187	0,1729	4,52	0,0081
especie*tto	12	1,3452	0,1121	2,93	<b>0,0053</b>

**Tabla 61.** Análisis de varianza para porcentaje de germinación en ensayo 4 laboratorio (10 de mayo).

En este caso también existen diferencias significativas para los dos factores estudiados (tratamiento y especie) y la interacción ( $p < 0.05$ ), que es la que se analiza (gráfico 47).



**Gráfico 47.** Porcentaje de germinación según especie y tratamiento ensayo 4 laboratorio (10 de mayo). Datos seguidos de letras diferentes en cada tratamiento indican diferencias significativas para un grado de confianza ( $p < 0.05$ ).

Al igual que en la aplicación anterior, los tratamientos 0 y 1 fueron los que alcanzaron mayor porcentaje de germinación, la cual disminuyó con los tratamientos 2, 3 y 4.

En este caso se observa que hubo germinación en el tratamiento 3 de todas las especies empleadas, cosa que exceptuando a la especie *Setaria pumila* también ocurrió en el 4, aunque de forma mínima.



**Figura 93.** Diferencia de germinación de *Triticum aestivum* en tratamientos 0 (izda) y 4 (dcha) en ensayo laboratorio 4 y detalle de germinación en el tratamiento 4.

En este caso se observó el fenómeno de hormesis para las especies *Senecio vulgaris*, *Portulaca oleracea* y *Triticum aestivum*, en el que se produjo una estimulación de la germinación por dosis baja y una inhibición para dosis altas. El concentrado vínico aplicado a bajas dosis (tratamiento 1) provocó el efecto contrario al que tuvo en dosis más elevadas (tratamientos 3 y 4).

- **Resultados destacados ensayo laboratorio 4**

- Los tratamientos 0 y 1 alcanzaron un porcentaje de germinación mayor que el conseguido en el resto de tratamientos, en el que disminuyó progresivamente la germinación conforme aumentó la dosis de concentrado vínico empleada.

- *Portulaca oleracea* y *Triticum aestivum* fueron las únicas especies que lograron germinar en los tratamientos 3 y 4, aunque sólo apreciable de manera microscópica.

#### 4.4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS PRINCIPALES PARA TODOS LOS ENSAYOS

A continuación se muestra una tabla resumiendo las principales observaciones sobre el efecto del concentrado vínico de destilería como posible herbicida o abono.

TIPO DE ENSAYO		Nº de ensayo	Tratamiento	“Efecto herbicida”	“Efecto abono”
CAMPO		1	0	no	no
			1	no	no
			2	no	no
			3	no	no
			4	no	no
			5	no	no
INVERNADERO	Preemergencia	1	0	no	no
			1	no	<b>si</b>
			2	no	<b>si</b>
			3	no	<b>si</b>
	Postemergencia precoz	1	0	pasajero	no
			1	pasajero	<b>si</b>
			2	pasajero	<b>si</b>
			3	<b>si</b>	<b>si<sup>(*)</sup></b>
		2	0	no	no
			1	no	<b>si</b>
			2	pasajero	<b>si</b>
			3	<b>si</b>	<b>si<sup>(*)</sup></b>
	Postemergencia tardía	1	0	pasajero	no
			1	pasajero	no
			2	<b>si</b>	no
			3	<b>si</b>	no

INVERNADERO	Postemergencia tardía	2	0	pasajero	no
			1	pasajero	no
			2	pasajero	si
			3	pasajero	si

**Tabla 62.** Resumen de las principales observaciones de los ensayos realizados en campo y en invernadero. (\*) en las plantas supervivientes.

TIPO DE ENSAYO	Nº de ensayo	Tratamiento	“Efecto herbicida”	Especie
LABORATORIO	1	0	no	Todas
		1, 2, 3 y 4	si	Todas
	2	0	no	Todas
		1	si	<i>S. vulgaris</i>
			no	<i>S. oleraceus/S. pumila/P. oleracea</i>
		2	si	<i>S. oleraceus/S. vulgaris/S. pumila</i>
			no	<i>P. oleracea</i>
		3 y 4	si	Todas
	3	0 y 1	no	Todas
		2	si	<i>S. oleraceus/S. pumila</i>
			no	<i>S. vulgaris/P. oleracea</i>
		3	si	<i>S. oleraceus/S. vulgaris/S. pumila</i>
			no	<i>P. oleracea</i>
		4	si	Todas
	4	0, 1 y 2	no	Todas
		3	si	<i>S. vulgaris/S. pumila</i>
			no	<i>P. oleracea/T. aestivum</i>
		4	si	<i>S. vulgaris/S. pumila</i>
			no	<i>P. oleracea/T. aestivum</i>

**Tabla 63.** Resumen de las principales observaciones de todos los ensayos realizados en este trabajo.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 CONCLUSIONES DEL ENSAYO DE CAMPO

1. Se observaron un mayor número de especies dicotiledóneas que de monocotiledóneas.
2. *Lolium rigidum* y *Diplotaxis eruroides* fueron las especies con mayor grado de presencia (más del 70% del total) en todos los tratamientos y en el testigo.
3. Se observaron efectos de fitotoxicidad provocados por el concentrado vínico sobre diferentes especies, pero tendieron a desaparecer con el tiempo.
4. No se observaron diferencias significativas en cuanto a la cobertura del suelo ocupada por las malezas, tanto dicotiledóneas como monocotiledóneas, para ninguno de los tratamientos, comparados con el testigo.
5. En cuanto al número de plantas por unidad de superficie (plantas/m<sup>2</sup>) tampoco existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque sí se observó la tendencia de sobrevivir menos plantas en los tratamientos con concentrado vínico que en el tratamiento testigo.

### 5.2 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO

#### 5.2.1 Tratamiento en preemergencia

1. No hubo diferencias de germinación entre tratamientos, pero sí entre especies, teniendo *Portulaca oleracea* un porcentaje de germinación inferior al resto de especies, independientemente de la dosis de concentrado vínico aplicada.
2. La biomasa fresca obtenida en el tratamiento testigo (peso por planta) fue inferior al alcanzado por las plantas del resto de tratamientos, obteniéndose una biomasa mayor en las plantas del tratamiento 2 (2000 l/ha de concentrado vínico).

3. A las dosis empleadas y para las especies estudiadas, el concentrado vínico no pareció tener un efecto herbicida en preemergencia, pero sí un efecto estimulante del crecimiento.

#### **5.2.2 Tratamiento en postemergencia precoz**

1. La aplicación de mojante produjo daños fitotóxicos en las plantas, aunque menores que los tratamientos realizados con concentrado vínico, por lo que se decidió repetir los ensayos sin utilizar mojante.
2. A mayor dosis de concentrado vínico aplicada, mayores fueron los daños producidos en las plantas, siendo el tratamiento realizado con dosis de concentrado vínico 2500 l/ha el que produjo una mayor fitotoxicidad que el resto de tratamientos, provocando daños muy importantes para *Senecio vulgaris*.
3. A pesar de que a los 7 días después del tratamiento la biomasa parecía menor en las plantas tratadas con concentrado vínico que en las plantas testigo debido al efecto fitotóxico producido, con el paso del tiempo, a los 21 días después del tratamiento, las plantas supervivientes tratadas con concentrado vínico alcanzaron una biomasa fresca y biomasa seca (pesos por planta) significativamente mayor que la de las plantas del tratamiento testigo.
4. A las dosis empleadas y para las especies estudiadas, el concentrado vínico pareció tener un efecto estimulante en postemergencia precoz, salvo a la dosis máxima ensayada de 2500 l/ha con la cual se produjeron daños importantes en la especie *Senecio vulgaris*.

#### **5.2.3 Tratamiento en postemergencia tardía**

1. La aplicación de mojante produjo daños fitotóxicos en las plantas, afectando más a *Sonchus oleraceus* que al resto de especies.
2. A los 7 días después del tratamiento, los tratamientos con concentrado vínico produjeron síntomas de fitotoxicidad significativamente mayores que el tratamiento testigo; con el paso del tiempo las diferencias desaparecieron.



3. Por especies, *Sonchus oleraceus* fue significativamente la más afectada de todas, seguida de *Portulaca oleracea* y *Setaria pumila*, siendo *Senecio vulgaris* la menos afectada.
4. La biomasa fresca de las plantas tratadas con concentrado vínico fue significativamente mayor que la de las plantas del tratamiento testigo, siendo la biomasa de las plantas tratadas con mayor dosis de concentrado vínico significativamente mayor a las tratadas con menor dosis del mismo.
5. Por especies, también las plantas tratadas con mayor dosis de concentrado vínico consiguieron una biomasa superior a las tratadas con menor dosis del mismo, pero no hubo diferencias significativas entre ellas.

### 5.3 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO

1. En todos los ensayos realizados in vitro, a diferencia de los ensayos realizados in vivo, el concentrado vínico afectó como inhibidor de la germinación.
2. Se observó que la germinación de todas las especies disminuyó al aumentar la dosis de concentrado vínico.
3. Se observaron diferencias en la inhibición de la germinación de las diferentes especies arvenses utilizadas: *Portulaca oleracea* logró germinar a dosis 600 l/ha, *Senecio vulgaris* a 400 l/ha y *Sonchus oleraceus* y *Setaria pumila* a 250 l/ha.
4. La dosis letal o dosis mínima con la que no hubo germinación de ninguna de las especies utilizadas fue 750 l/ha de concentrado vínico para un volumen de tratamiento de 5000 l/ha.

## 5.4 CONCLUSIONES GENERALES

1. Para el estudio del efecto herbicida de un producto, compuesto o materia activa se recomienda, *a priori*, no utilizar ningún tipo de mojante para evitar daños fitotóxicos que puedan producirse por su empleo.
2. Las dosis de concentrado vínico aplicadas por el pulverizador manual empleado, estuvieron limitadas debido a los atascos que se producían en el mismo, pudiendo la aplicación resultar problemática por ello y no permitiendo aplicar mayores dosis si no era aumentando el volumen de tratamiento.
3. Hay un efecto herbicida como inhibidor de la germinación en condiciones de laboratorio (*in vitro*) pero no en maceta (*in vivo*). En postemergencia precoz y tardía se ha comprobado su efecto estimulante, y en el ensayo de campo sólo una tendencia de efecto herbicida.
4. Para poder recomendar el concentrado vínico como herbicida sería necesario estudiar el efecto de protectores contra su posible degradación en condiciones de campo, ya que el efecto herbicida observado en laboratorio no se aprecia en invernadero.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez González A., García-Giménez R., Casares I., Jiménez Ballesta R., 2007. Posibilidades de aplicación de vinazas en suelos rojos de la Mancha (España). Revista Pilquen. Sección Agronomía. Nº 8, 16 pp.
- Alvinesa Alcoholera Vinícola 2005. <http://www.alvinesa.com>. [Consulta: julio 2012].
- Anuario de Estadística 2010 [en línea]. MARM, Superficies y Producciones de cultivos, capítulo 13.11.3.1. Viñedo dedicado a uva de vinificación: análisis provincial de superficie, 2009. <http://www.marm.es>. [Consulta: 20 noviembre 2011].
- Anuario de Estadística 2010 [en línea]. MARM, Superficies y Producciones de cultivos, capítulo 13.11.3.2. Viñedo dedicado a uva de vinificación: análisis provincial de rendimiento y producción, 2009. <http://www.marm.es>. [Consulta: 20 noviembre 2011].
- Anuario de Estadística 2010 [en línea]. MARM, Superficies y Producciones de cultivos, capítulo 13.11.7.2. Viñedo- Vino: análisis provincial de la producción, 2009 (hectolitros). <http://www.marm.es>. [Consulta: 20 noviembre 2011].
- Arana R., 2001. La vinaza, de contaminante a fertilizante. Agencia Universitaria de Periodismo Científico (AUPEC).
- Arrieta J.M, 2004. Aspectos sobre el control de malezas compuestas en pastos dedicados a la ganadería de leche. Revista Corpoica, Volumen 5 Nº 1, 76-84.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. American Journal of Botany. 75: 286-305.
- Bello A., López-Pérez J.A., Díez-Rojo M.A., López-Cepero J., García-Álvarez A., 2008. Principios ecológicos en la gestión de los agrosistemas. Arbor, Ciencia, Pensamiento y Cultura 729, 19-29.
- Black C.C., Chen T.M., Brown R.H., 1969. Biochemical basis for plant competition. Weed Science 17: 338-344.
- Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones Nº3 Enero-Febrero 2012, Gobierno de Aragón. Tratamientos para el control de malas hierbas en viña.
- Bonnier G. y De Layens G., 1990. Claves para la determinación de plantas vasculares. Edit. Omega S.A.

- Burril L.C., Cardenas L., y Locatelli E. 1977. Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas. Internacional Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- Carretero J.L., 2004. Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles. Edit. Phytoma-España, Valencia.
- Casanova Gascón J., 2003. Situación actual de la viticultura ecológica. Técnicas de producción de la uva y productos autorizados. Vida rural nº 171, 41-45.
- Castro Lizazo I., Díez-Rojo M.A., López-Pérez J.A., Díaz Viruliche L., Bello A., Tello Marquina J.C., 2010. Biodesinfección de suelos y agricultura ecológica. Actas congreso SEAE 2010, pág 87.
- Castro Lizazo I., Díez-Rojo M.A., López-Pérez J.A., Díaz Viruliche L., Bello A., 2010. Biodesinfección de suelos y producción ecológica. Actas congreso SEAE 2010, pág 93.
- Ciba Geigy, 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda Edición. Basilea Suiza. 205 p.
- Cobb, A. 1992. Herbicides and plant physiology. Chapman & Hall. London, England.
- Cross, V. 2007. El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes. Aspectos de producción y calidad de las plantas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 292 pp.
- De Liñán V., 1998. Entomología Agroforestal. Insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. Ed. Agrotécnicas, S.L. Madrid. 1309 pp.
- Destilería San Valero Sociedad Cooperativa (Comunicación personal).
- Diáñez F., Santos M., Blanco R., Villaescusa J., Chebaani M., Castillo P., Yélamos J., Gea J., Trillas I., Avilés M., Tello J., 2003. Supresividad de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid frente a hongos fitopatógenos. Actas Congreso SEAE, 983-992.
- Díez-Rojo M.A., 2010. Bases agronómicas para la utilización de restos agrarios en biodesinfección de suelos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 409 pp.
- Domínguez Valenzuela J.A. Metodologías para la evaluación de herbicidas en campo. Universidad Autónoma Chapingo, México, 7 pp.
- Duque M<sup>a</sup> C. y Yáñez Barrau F., 2004. Origen, Historia y Evolución del Cultivo de la Vid. Instituto de la Vid y del Vino de Castilla-La Mancha. IVICAM.

- Estados fenológicos de la vid. <http://www.agrounica.com/2011/12/fenologia-de-la-vid-segun-baggiolini.html> [Consulta: julio 2012].
- Fisiología de la vid según Baggiolini. Citado en: <http://www.slideshare.net/AgrounicaBlogspot/fenología-de-la-vid-segun-baggiolini> [Consulta: julio 2012].
- García A. y Rojas C., 2006 Posibilidades de uso de las vinazas en la agricultura de acuerdo con su modo de acción en los suelos. Nota Técnica (Las vinazas). Tecnicaña, 3- 13.
- García A., Marulanda E., Puerto O., 2004. Experiencias en el uso de vinazas en la agricultura vallecaucana. Seminario "Vinazas, potasio y elementos menores para una agricultura sostenible". Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo Palmira, mayo 13 y 14 de 2004, 57 -85.
- García Santamaría P. y Martín Losa F., 1982. El Rioja y sus viñas. Ed. Gonzalo de Berceo. Logroño. 98 pp.
- García Torres L. y Fernandez-Quintanilla C. 1991. Fundamentos sobre las malas hierbas y herbicidas. Edit. Mundi-Prensa, Madrid, 348 pp.
- Grupo de Herbicidas de Sanidad Vegetal, 1994.
- Guerrero García S., Martínez García F. y Pérez García F., 2008. Evaluación del éxito reproductivo de una especie amenazada: *Senecio coincoyi* Rouy.
- Guzmán-Casado G., González de Molina M., Sevilla Guzmán E. (Eds). 1999. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Edit. Mundi-Prensa, Madrid, 535 pp.
- Hardi, 2009. Catálogo de productos, boquillas Hardi. 27 pp.
- Izco J., Barreno E., Brugués M., Costa M., Devesa J., Fernández F., Gallardo T., Llimona X., Salvo E., Talavera S., Valdés B., 2002. Botánica. Edit. McGraw-Hill.
- Jiménez M.J., Cabezuelo P., 1995. Evaluación de la fitotoxicidad de herbicidas sobre plantones de *Quercus rotundifolia* Lam. (Encina). Congreso Sociedad Española de Malherbología, 225-228.
- Jiménez Herrero L.M., 1996. Desarrollo sostenible y economía ecológica: integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecología. Edit. Síntesis, Madrid, 363 pp.
- Lara L.J. y Fernández J.A., 2008. Optimización de la siembra manual de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes tipo styrofloat. Proyecto Fin de Master. Universidad Politécnica de Cartagena, 17 pp.

- Lezcano y Mora, 2005. Las vinazas de destilería de alcohol. Contaminación ambiental o tratamiento para evitarlo. En: VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos, Venezuela, pp 48.
- Lissarrague J.R., 2006a. Morfología de la vid (*Vitis vinífera* L.): Grupo de investigación en Viticultura. UPM. 13 pp.
- Lissarrague García-Gutiérrez J.R., 2006b. Biología de la vid (*Vitis vinífera* L.): Grupo de investigación en Viticultura. UPM. 28 pp.
- López-Galvez J. y Peil R.M., 2000. La modernidad del sistema de producción hortícola del sudeste español. *Plasticulture* 119, 44-81.
- López-Pérez J.A, Díez-Rojo M.A, Arcos S.C., González-López M.R., García E., Martínez J., Chacón J.L., Bello A., 2010. Efecto de las vinazas de vino sobre los nematodos del suelo: *Meloidogyne arenaria* y *Xiphinema index*. Actas congreso SEAE 2010.
- López-Pérez J.A, Díez-Rojo M.A, Arcos S.C., González-López M.R., García E., Martínez J., Chacón J.L., Bello A., 2010. Efecto de las vinazas de vino sobre los nematodos del suelo y agricultura ecológica. Actas congreso SEAE 2010, 92.
- López-Pérez J.A., Díez-Rojo M.A., Torres-Nieto J.M., Arcos S.C., Lacasa A., García-Dorado V., Castro I., González-López M.R., Martínez C., Bello A., 2010. Uso de vinazas en la biodesinfección de suelos. Actas congreso SEAE 2010.
- López Pilco A.B., 2011. Evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del *Medicago sativa* (Alfalfa). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 83 pp.
- Loureiro I., Avendaño N., Escorial M.C., García-Baudin J.M., Chueca M.C., 2001. Nota corta: método rápido de evaluación del efecto del herbicida dalapon en cereales. Madrid, 464-469.
- Lúquez C.V., Formento J.C., 2002. Flor y fruto de vid (*Vitis vinífera* L.). Micrografía aplicada a Viticultura y Enología.
- Maestre D., 2003. Estudio de la Resistencia a herbicidas en dos malas hierbas del arroz. Proyecto fin de carrera de la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Huesca, 113 pp.
- Martínez de Toda F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Edit. Mundi-Prensa. 346 pp.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.magrama.gob.es/es/> [Consulta: abril 2012].

- Mudarra Prieto I. y García Trujillo R., 2005. El Viñedo ecológico. Servicio de asesoramiento a los agricultores y ganaderos ecológicos. Dirección General de Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, 30 pp.
- Orús F., Betrán J., Iguácel F. y López Sánchez M.V., 2011. Fertilización con subproductos orgánicos (Hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura). Fertilización. 72 pp.
- Peña Asín J., 2007. Diseño de un autómata para el control de malas hierbas en cultivos extensivos (maíz). Proyecto fin de carrera de la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Huesca, 171 pp.
- Pérez Bermúdez I. y Garrido Carralero N., 2006. Aprovechamiento integral de vinazas de destilerías. Tratamiento de residuos, Ingeniería Química, 129-132.
- Pérez Bermúdez I. y Garrido Carralero N., 2008. Tratamientos de efluentes de la industria alcoholera. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
- Pérez Moreno I., 2002. Entomología aplicada (IV): La filoxera o el invasor que vino de América. Dpto.de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja.
- Pujadas Salva A., Hernández Bermejo J.E., 1988. Concepto de mala hierba. ITEA 75, 47-56 pp.
- Radosevich S.R., Holt J.S., Ghera C.M., 2007. Ecología de las malezas y las plantas invasoras: Relación con la Agricultura y Manejo de Recursos Naturales. Ed. Tercera. John Wiley and Sons. Nueva York.454p.
- Recasens J., Conesa J.A., 2009. Malas hierbas en plántula: guía de identificación. Edit. de la Universidad de Lérida, 454 pp.
- Remesal Villar A., López Fernández E., 2008. Fertilización racional para el viñedo de Rioja Alavesa con el objetivo de la máxima calidad. Sustral, 51-55.
- Renzi J.P., Boscardín H., Agamennoni R., 2005. Fitotoxicidad de herbicidas aplicados en postemergencia en *Vicia villosa* Roth. consociada con Avena sativa L. INTA EEA, H. Ascasubi, Buenos Aires, 63 pp.
- Rodella A., Parazzi C., Cardoso A., 1981. A composição da Vinhaca. Brasil Açucareiro 97(1): 25-33.
- Ros M., 2000. Recuperación de suelos agrícolas abandonados mediante reciclaje en los mismos de residuos orgánicos de origen urbano. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

- Salamanca Romero C.A., Efecto de las fuentes orgánicas obtenidas de los subproductos agroindustriales de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y el plátano (*Musa spp.*) sobre la actividad microbiana y enzimática en el suelo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, 2008, 57 pp.
- Salas Muñoz I., 2009. Importancia y control del género *Echinocloa spp* en los arrozales de Huesca. Proyecto fin de carrera de la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Huesca, 89 pp.
- Santos M., Vicente N., de Cara M., Diáñez F., Martínez P., Córdoba I., Bello A., Tello J.C., 2006. Efecto de vertidos de vinazas sobre el desarrollo de hongos fitopatógenos. Actas Congreso SEAE 2006, 5.
- Santos M., Vicente N., Diáñez F., de Cara M., Tello J.C., 2007. Vinazas y hongos del suelo. Revista de Agroecología 2: 39-45.
- Santos M., Martín F., Diáñez F., Carretero F., García-Alcazar M., de Cara M, Tello J.C., 2008. Efecto de la aplicación de vinaza de vino como biofertilizante y en el control de enfermedades en el cultivo de pepino. Actas Congreso SEAE 2008, 90.
- Sastre Merlín A., Herrera Moreno P., López-Camacho B., Vicente Lapuente, R., 1987. Estudio de los efectos del vertido de vinazas al subsuelo de Tomelloso y su alfoz (Ciudad Real) a través de una cueva de vinazas. Aplicación del análisis factorial. Comunicación Asociación Española de Hidrología Subterránea.
- Sistema Información Geográfica Identificación Parcelas Agrarias en Aragón (SIGPAC). <http://sigpac.aragon.es/visor> [Consulta: febrero 2012].
- TeeJet, 2011. Technologies. Catálogo 51-ES. 144 pp.
- Torán busutíl M., 2004. Ordenación y control de vertidos a las aguas subterráneas en la cuenca del Júcar. Experiencias, problemática, aspectos normativos y propuestas. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España (Serie: Hidrogeología y aguas subterráneas nº 13).
- Urbano Terrón P., 2002. Fertilización orgánica con vinazas de alcoholera. Catedrático de Fitotecnia UPM. Dossier fertilización otoñal. Vida rural, 50-52.
- Urbina V.- <http://urbinavinos.blogspot.com.es/> [Consulta: julio 2012].
- Vinos de España. <http://www.winesfromspain.com> [Consulta: mayo 2012].
- Xandri Tagüeña J.M., 1958. Elaboración de aguardientes simples, compuestos y licores. Edit. Salvat.