



Indicadores de sostenibilidad de la agricultura y ganadería españolas

1^{er} informe - Marzo de 2011



PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AGRO-ALIMENTARIOS

--Resumen--

Madrid, marzo de 2011

Dirección técnica del informe:

Coordinador:	Prof. Alberto Garrido ^{1,2}
Economía:	Prof ^a . Isabel Bardaji ^{1,2}
Ganadería:	Prof. Carlos de Blas ³
Erosión:	Dra. Rosario García ²
Prod. Vegetal:	Prof. Carlos Hernández Díaz-Ambrona ⁴
Energía/Emisiones:	Prof ^a . Pilar Linares ⁵

Becarios

Mónica Garrido, Ing. Agrón.
Fanny Ruiz, Ing. Agrón.
Jorge Ruiz, Ing. Agrón

¹Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agraria

²Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales

³Departamento de Producción Animal

⁴Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia

⁵Departamento de Ingeniería Rural

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid

Proyecto realizado mediante convenio suscrito entre el Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM, UPM) y la Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible

Índice de abreviaturas

- ARC:** Agricultural Research Council.
- BDPorc:** Banco de datos de referencia del porcino español.
- BAT/ MTD (BREF):** Best Available Technique / Mejor Técnica Disponible.
- CEA:** Cuentas Económicas de la Agricultura.
- CGA:** Programa informático del Consumo de Gasóleo Agrícola, que pertenece al Estudio de “Consumos Energéticos en las operaciones agrícolas en España”, estudio publicado por el MARM en 2004.
- EMA:** Estación de Mecánica Agrícola.
- IGPP:** Índice General de los Precios Percibidos por los agricultores.
- IPC:** Índice de Precios al Consumo.
- IPP:** Índice de Precios Percibidos por los productores agrarios .
- FAO:** Food and Agriculture Organization.
- GEI:** Gases efecto Invernadero.
- I:** Water intake in g/kg live weight daily.
- IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- INES:** Inventario Nacional de Erosión de suelos.
- INPROVO:** Organización Interprofesional del Huevo y sus Productos.
- INRA:** Instituto Nacional de Reforma Agraria.
- IPPC:** Integrated Pollution Prevention and Control.
- MAPA:** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MARM:** Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MECA:** Método de estimación de consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias, estudio publicado por el MARM en 2005.
- MEE:** Mapas de Estados Erosivos.
- MS:** Materia Seca.
- NRC:** National Research Council.
- PAC:** Política Agrícola Común.
- PC:** Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural y Pesquero.
- PFA:** Producción Final Agraria.
- PRG:** Poder de Recalentamiento Global.
- PV:** Peso Vivo.
- RA:** Renta Agraria.
- SEC-95:** Sistema Europeo de Cuentas Integrado.
- Tm:** Tonelada métrica.
- TRAMA:** Técnicas de Reorganización Ambiental Agraria.
- UTA:** Unidad de Trabajo Anual.
- VAB:** Valor Añadido Bruto.
- VAN:** Valor Añadido Neto.
- vv.aa:** Varios años.
- W:** Live weight in kg.

Contenido

1	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO	20
1.1	INTRODUCCIÓN	20
1.2	CONTENIDOS Y ALCANCE	21
2	SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	24
2.1	INDICADORES ECONÓMICOS	24
2.1.1	MACROMAGNITUDES	24
2.1.2	USO DE FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN VEGETAL.....	25
2.1.3	EVOLUCIÓN DE PRECIOS.....	26
2.2	INDICADORES AGRÍCOLAS.....	27
2.2.1	RENDIMIENTOS ECONÓMICOS Y FÍSICOS	27
2.4	INDICADORES GANADEROS.....	50
3	EXTENSIONES DEL ESTUDIO	53
3.1	ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD	53
3.2	EMISIONES Y ENERGÍA	53
3.3	PÉRDIDAS DE SUELO.....	54
3.4	FLUJO DE CARBONO.....	54
3.5	GANADERÍA	56
4	METODOLOGÍA, FUENTES DE DATOS Y RESULTADOS DE CADA GRUPO DE INDICADORES	57
4.1	INDICADORES ECONÓMICOS	57
4.1.1	RESULTADOS ECONÓMICOS DE LA ACTIVIDAD AGRARIA	57
4.1.2	PRECIOS.....	69
4.2	INDICADORES AGRÍCOLAS.....	84
4.2.1	USO DE LA TIERRA.....	84
4.2.2	USO DEL AGUA.....	103
4.2.3	EMISIONES DE CO2	142
4.2.4	ENERGÍA	163
4.2.5	CONSUMO ENERGÉTICO PARA RIEGO AGRÍCOLA	202

4.2.6	PÉRDIDAS DE SUELO	205
4.2.7	FLUJO DE CARBONO.....	236
4.3	INDICADORES GANADEROS.....	260
4.3.1	NECESIDADES DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN GANADERA (PORCINO Y AVES) Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DE BEBIDA Y SERVICIO	260
4.3.2	EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES PRODUCIDAS POR LA ACTIVIDAD GANADERA DESDE 1990 AL 2008 EN ESPAÑA.....	309

Índice de gráficos

Gráfico 1. Indicadores físicos de sostenibilidad del Trigo.....	28
Gráfico 2. Indicadores económicos de sostenibilidad del Trigo	28
Gráfico 3. Indicadores físicos de sostenibilidad de la Cebada	29
Gráfico 4. Indicadores económicos de sostenibilidad de la Cebada	29
Gráfico 5. Indicadores físicos de sostenibilidad del Maíz	30
Gráfico 6. Indicadores económicos de sostenibilidad del Maíz	30
Gráfico 7. Indicadores físicos de sostenibilidad de la Remolacha	31
Gráfico 8. Indicadores económicos de sostenibilidad de la Remolacha.....	31
Gráfico 9. Indicadores físicos de sostenibilidad del Girasol	32
Gráfico 10. Indicadores económicos de sostenibilidad del Girasol	32
Gráfico 11. Indicadores físicos de sostenibilidad del Olivar de mesa.....	33
Gráfico 12. Indicadores económicos de sostenibilidad del Olivar de mesa	33
Gráfico 13. Indicadores físicos de sostenibilidad del Olivar de transformación	34
Gráfico 14. Indicadores económicos de sostenibilidad del Olivar de transformación.....	34
Gráfico 15. Indicadores físicos de sostenibilidad del Viñedo de transformación	35
Gráfico 16. Indicadores económicos de sostenibilidad del Viñedo de transformación	35
Gráfico 17. Indicadores físicos de sostenibilidad del Viñedo de mesa.....	36
Gráfico 18. Indicadores económicos de sostenibilidad del Viñedo de mesa	36
Gráfico 19. Indicadores físicos de sostenibilidad del Naranja.....	37
Gráfico 20. Indicadores económicos de sostenibilidad del Naranja	37
Gráfico 21. Indicadores físicos de sostenibilidad del Naranja Amargo	38
Gráfico 22. Indicadores económicos de sostenibilidad del Naranja Amargo.....	38
Gráfico 23. Indicadores físicos de sostenibilidad del Mandarino.....	39
Gráfico 24. Indicadores económicos de sostenibilidad del Mandarino	39
Gráfico 25. Indicadores físicos de sostenibilidad del Limonero	40
Gráfico 26. Indicadores económicos de sostenibilidad del Limonero.....	40
Gráfico 27. Indicadores físicos de sostenibilidad del Pomelo	41
Gráfico 28. Indicadores económicos de sostenibilidad del Pomelo.....	41
Gráfico 29. Indicadores físicos de sostenibilidad del Melón	42
Gráfico 30. Indicadores económicos de sostenibilidad del Melón.....	42
Gráfico 31. Indicadores físicos de sostenibilidad del Tomate	43
Gráfico 32. Indicadores económicos de sostenibilidad del Tomate.....	43
Gráfico 33 Evolución de los Kg de carne producida anualmente por cerda reproductora desde 1990 al 2008.....	51

Gráfico 34. Evolución de los Kg de carne producida anualmente por gallina reproductora pesada desde 1994 al 2008.....	52
Gráfico 35. Evolución de los Kg de huevo producidos anualmente por gallina ponedora desde 1992 al 2008.....	52
Gráfico 36. Producción Final Agraria (millones de € corrientes).....	60
Gráfico 37. Producción Final Agraria (millones de € constantes).....	61
Gráfico 38. Renta Agraria (millones de € corrientes).....	62
Gráfico 39. Renta Agraria (millones de € constantes de 1980).....	62
Gráfico 40. Relación Producción Final Agraria/Población (millones de € corrientes).....	63
Gráfico 41. Relación Producción Final Agraria/Población (millones de € constantes de 1980)...	64
Gráfico 42. Trabajo en la agricultura (miles de UTAS).....	65
Gráfico 43. Relación Renta Agraria/Trabajo (€ corrientes/UTA).....	66
Gráfico 44. Relación Renta Agraria/Trabajo (€ constantes de 1980/UTA).....	67
Gráfico 45. Tonelada empleada de Nitrógeno por millón de € Producción Agrícola.....	68
Gráfico 46. Tonelada empleada de Fósforo por millón de € Producción Agrícola.....	68
Gráfico 47. Tonelada empleada de Potasio por millón de € Producción Agrícola.....	69
Gráfico 48. Evolución del IPP e IPC en Cereales (Año base 1980 = 100).....	71
Gráfico 49. Evolución del IPP e IPC en Frutas (Año base 1980 = 100).....	74
Gráfico 50. Evolución del IPP e IPC en Hortalizas (Año base 1980 = 100).....	75
Gráfico 51. Evolución del IPP e IPC en Patata (Año base 1980 = 100).....	76
Gráfico 52. Evolución del IPP e IPC en Huevos (Año base 1980 = 100).....	77
Gráfico 53. Evolución del IPP e IPC en Leche (Año base 1980 = 100).....	78
Gráfico 54. Evolución del IPP e IPC en Ovino (Año base 1980 = 100).....	79
Gráfico 55. Evolución del IPP e IPC en Pollo (Año base 1980 = 100).....	80
Gráfico 56. Evolución del IPP e IPC en Porcino (Año base 1980 = 100).....	81
Gráfico 57. Evolución del IPP e IPC en Vacuno (Año base 1980 = 100).....	82
Gráfico 58. Evolución del rendimiento en Trigo (t/ha; €/ha).....	85
Gráfico 59. Evolución del rendimiento en Cebada (t/ha; €/ha).....	86
Gráfico 60. Evolución del rendimiento en Maíz (t/ha; €/ha).....	86
Gráfico 61. Evolución del rendimiento en Remolacha (t/ha; €/ha).....	87
Gráfico 62. Evolución del rendimiento en Girasol (t/ha; €/ha).....	87
Gráfico 63. Evolución del rendimiento en Olivar de Mesa (t/ha; €/ha).....	88
Gráfico 64. Evolución del rendimiento en Olivar de Transformación (t/ha; €/ha).....	88
Gráfico 65. Evolución del rendimiento en Viñedo de Mesa (t/ha; €/ha).....	89
Gráfico 66. Evolución del rendimiento en Viñedo de Transformación (t/ha; €/ha).....	89
Gráfico 67. Evolución del rendimiento en Naranja (t/ha; €/ha).....	90
Gráfico 68. Evolución del rendimiento en Naranja Amargo (t/ha; €/ha).....	90
Gráfico 69. Evolución del rendimiento en Mandarino (t/ha; €/ha).....	91

Gráfico 70. Evolución del rendimiento en Limonero (t/ha; €/ha)	91
Gráfico 71. Evolución del rendimiento en Pomelo (t/ha; €/ha)	92
Gráfico 72. Evolución del rendimiento en Melón (t/ha; €/ha)	92
Gráfico 73. Evolución del rendimiento en Tomate (t/ha; €/ha)	93
Gráfico 74. Evolución del rendimiento en Trigo (ha/t; ha/€)	93
Gráfico 75. Evolución del rendimiento en Cebada (ha/t; ha/€)	94
Gráfico 76. Evolución del rendimiento en Maíz (ha/t; ha/€).....	94
Gráfico 77. Evolución del rendimiento en Remolacha (ha/t; ha/€)	95
Gráfico 78. Evolución del rendimiento en Girasol (ha/t; ha/€)	95
Gráfico 79. Evolución del rendimiento en Olivar de Mesa (ha/t; ha/€)	96
Gráfico 80. Evolución del rendimiento en Olivar de Transformación (ha/t; ha/€)	96
Gráfico 81. Evolución del rendimiento en Viñedo de Mesa (ha/t; ha/€)	97
Gráfico 82. Evolución del rendimiento en Viñedo de Transformación (ha/t; ha/€).....	97
Gráfico 83. Evolución del rendimiento en Naranja (ha/t; ha/€).....	98
Gráfico 84. Evolución del rendimiento en Naranja Amargo (ha/t; ha/€).....	98
Gráfico 85. Evolución del rendimiento en Mandarino (ha/t; ha/€).....	99
Gráfico 86. Evolución del rendimiento en Limonero (ha/t; ha/€)	99
Gráfico 87. Evolución del rendimiento en Pomelo (ha/t; ha/€)	100
Gráfico 88. Evolución del rendimiento en Melón (ha/t; ha/€)	100
Gráfico 89. Evolución del rendimiento en Tomate (ha/t; ha/€)	101
Gráfico 90. Evolución en el consumo de agua en Trigo (m ³ /t).....	109
Gráfico 91. Evolución en el consumo de agua en Cebada (m ³ /t)	109
Gráfico 92. Evolución en el consumo de agua en Maíz (m ³ /t)	110
Gráfico 93. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (m ³ /t)	110
Gráfico 94. Evolución en el consumo de agua en Girasol (m ³ /t).....	111
Gráfico 95. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (m ³ /t).....	111
Gráfico 96. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (m ³ /t).....	112
Gráfico 97. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (m ³ /t)	112
Gráfico 98. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (m ³ /t).....	113
Gráfico 99. Evolución en el consumo de agua en Naranja (m ³ /t)	113
Gráfico 100. Evolución en el consumo de agua en Naranja Amargo (m ³ /t)	114
Gráfico 101. Evolución en el consumo de agua en Mandarino (m ³ /t)	114
Gráfico 102. Evolución en el consumo de agua en Limonero (m ³ /t).....	115
Gráfico 103. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (m ³ /t).....	115
Gráfico 104. Evolución en el consumo de agua en Melón (m ³ /t).....	116
Gráfico 105. Evolución en el consumo de agua en Tomate (m ³ /t).....	116
Gráfico 106. Evolución en el consumo de agua en Trigo (t /m ³)	117
Gráfico 107. Evolución en el consumo de agua en Cebada (t /m ³)	117

Gráfico 108. Evolución en el consumo de agua en Maíz (t /m ³)	118
Gráfico 109. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (t /m ³)	118
Gráfico 110. Evolución en el consumo de agua en Girasol (t /m ³)	119
Gráfico 111. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (t /m ³)	119
Gráfico 112. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (t /m ³)	120
Gráfico 113. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (t /m ³)	120
Gráfico 114. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (t /m ³)	121
Gráfico 115. Evolución en el consumo de agua en Naranja (t /m ³)	121
Gráfico 116. Evolución en el consumo de agua en Naranja Amargo (t /m ³)	122
Gráfico 117. Evolución en el consumo de agua en Mandarina (t /m ³)	122
Gráfico 118. Evolución en el consumo de agua en Limonero (t /m ³)	123
Gráfico 119. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (t /m ³)	123
Gráfico 120. Evolución en el consumo de agua en Melón (t /m ³)	124
Gráfico 121. Evolución en el consumo de agua en Tomate (t /m ³)	124
Gráfico 122. Evolución en el consumo de agua en Trigo (m ³ /€)	125
Gráfico 123. Evolución en el consumo de agua en Cebada (m ³ /€)	125
Gráfico 124. Evolución en el consumo de agua en Maíz (m ³ /€)	126
Gráfico 125. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (m ³ /€)	126
Gráfico 126. Evolución en el consumo de agua en Girasol (m ³ /€)	127
Gráfico 127. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (m ³ /€)	127
Gráfico 128. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (m ³ /€)	128
Gráfico 129. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (m ³ /€)	128
Gráfico 130. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (m ³ /€)	129
Gráfico 131. Evolución en el consumo de agua en Naranja (m ³ /€)	129
Gráfico 132. Evolución en el consumo de agua en Naranja Amargo (m ³ /€)	130
Gráfico 133. Evolución en el consumo de agua en Mandarina (m ³ /€)	130
Gráfico 134. Evolución en el consumo de agua en Limonero (m ³ /€)	131
Gráfico 135. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (m ³ /€)	131
Gráfico 136. Evolución en el consumo de agua en Melón (m ³ /€)	132
Gráfico 137. Evolución en el consumo de agua en Tomate (m ³ /€)	132
Gráfico 138. Evolución en el consumo de agua en Trigo (€ /m ³)	133
Gráfico 139. Evolución en el consumo de agua en Cebada (€ /m ³)	133
Gráfico 140. Evolución en el consumo de agua en Maíz (€ /m ³)	134
Gráfico 141. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (€ /m ³)	134
Gráfico 142. Evolución en el consumo de agua en Girasol (€ /m ³)	135
Gráfico 143. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (€ /m ³)	135
Gráfico 144. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (€ /m ³)	136
Gráfico 145. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (€ /m ³)	136

Gráfico 146. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (€ /m ³)	137
Gráfico 147. Evolución en el consumo de agua en Naranja (€ /m ³).....	137
Gráfico 148. Evolución en el consumo de agua en Naranja Amargo (€ /m ³).....	138
Gráfico 149. Evolución en el consumo de agua en Mandarino (€ /m ³).....	138
Gráfico 150. Evolución en el consumo de agua en Limonero (€ /m ³)	139
Gráfico 151. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (€ /m ³)	139
Gráfico 152. Evolución en el consumo de agua en Melón (€ /m ³)	140
Gráfico 153. Evolución en el consumo de agua en Tomate (€ /m ³)	140
Gráfico 154. Indicador directo de emisión en el trigo	145
Gráfico 155. Indicador indirecto de emisión en el trigo	145
Gráfico 156. Indicador directo de emisión en la cebada	146
Gráfico 157. Indicador indirecto de emisión en la cebada	146
Gráfico 158. Indicador directo de emisión en el maíz	147
Gráfico 159. Indicador indirecto de emisión en el maíz	147
Gráfico 160. Indicador directo de emisión en la remolacha	148
Gráfico 161. Indicador indirecto de emisión en la remolacha	148
Gráfico 162. Indicador directo de emisión en el girasol	149
Gráfico 163. Indicador indirecto de emisión en el girasol	149
Gráfico 164. Indicador directo de emisión en el olivar de mesa	150
Gráfico 165. Indicador indirecto de emisión en el olivar de mesa	150
Gráfico 166. Indicador directo de emisión en el olivar de transformación.....	151
Gráfico 167. Indicador indirecto de emisión en el olivar de transformación.....	151
Gráfico 168. Indicador directo de emisión en el viñedo de mesa	152
Gráfico 169. Indicador indirecto de emisión en el viñedo de mesa	152
Gráfico 170. Indicador directo de emisión en el viñedo de transformación.....	153
Gráfico 171. Indicador indirecto de emisión en el viñedo de transformación.....	153
Gráfico 172. Indicador directo de emisión en el naranja	154
Gráfico 173. Indicador indirecto de emisión en el naranja	154
Gráfico 174. Indicador directo de emisión en la naranja amarga	155
Gráfico 175. Indicador indirecto de emisión en la naranja amarga	155
Gráfico 176. Indicador directo de emisión en el mandarino	156
Gráfico 177. Indicador indirecto de emisión en el mandarino	156
Gráfico 178. Indicador directo de emisión en el limonero	157
Gráfico 179. Indicador indirecto de emisión en el limonero	157
Gráfico 180. Indicador directo de emisión en el pomelo	158
Gráfico 181. Indicador indirecto de emisión en el pomelo	158
Gráfico 182. Indicador directo de emisión en el melón	159
Gráfico 183. Indicador indirecto de emisión en el melón	159

Gráfico 184. Indicador directo de emisión en el tomate.....	160
Gráfico 185. Indicador indirecto de emisión en el tomate.....	160
Gráfico 186. Consumo superficial de los cultivos estudiados en el periodo 1980-2009.....	181
Gráfico 187. Energía total empleada en gasto de combustible (MJ/ha) para los cultivos estudiados en el periodo 1980-2009.....	182
Gráfico 188. Consumos energéticos por superficie en el cereal de invierno para el año 2005.	183
Gráfico 189. Indicadores directos de energía en el trigo.....	185
Gráfico 190. Indicadores indirectos de energía en el trigo.	185
Gráfico 191. Indicadores directos de energía en la cebada.	186
Gráfico 192. Indicadores indirectos de energía en la cebada.	186
Gráfico 193. Indicadores directos de energía en el maíz.....	187
Gráfico 194. Indicadores indirectos de energía en el maíz.	187
Gráfico 195. Indicadores directos de energía en la remolacha.....	188
Gráfico 196. Indicadores indirectos de energía en la remolacha.....	188
Gráfico 197. Indicadores directos de energía en el girasol.	189
Gráfico 198. Indicadores indirectos de energía en el girasol.	189
Gráfico 199. Indicadores directos de energía en el olivar de mesa.	190
Gráfico 200. Indicadores indirectos de energía en el olivar de mesa.	190
Gráfico 201. Indicadores directos de energía en el olivar de transformación.	191
Gráfico 202. Indicadores indirectos de energía en el olivar de transformación.	191
Gráfico 203. Indicadores directos de energía en el viñedo de mesa.....	192
Gráfico 204. Indicadores indirectos de energía en el viñedo de mesa.....	192
Gráfico 205. Indicadores directos de energía en el viñedo de transformación.	193
Gráfico 206. Indicadores indirectos de energía en el viñedo de transformación.	193
Gráfico 207. Indicadores directos de energía en el naranjo.....	194
Gráfico 208. Indicadores indirectos de energía en el naranjo.....	194
Gráfico 209. Indicadores directos de energía en el naranjo amargo.	195
Gráfico 210. Indicadores indirectos de energía en el naranjo amargo.	195
Gráfico 211. Indicadores directos de energía en el mandarino.	196
Gráfico 212. Indicadores indirectos de energía en el mandarino.	196
Gráfico 213. Indicadores directos de energía en el limonero.	197
Gráfico 214. Indicadores indirectos de energía en el limonero.	197
Gráfico 215. Indicadores directos de energía en el pomelo.....	198
Gráfico 216. Indicadores indirectos de energía en el pomelo.....	198
Gráfico 217. Indicadores directos de energía en el melón.....	199
Gráfico 218. Indicadores indirectos de energía en el melón.....	199
Gráfico 219. Indicadores directos de energía en el tomate.	200
Gráfico 220. Indicadores indirectos de energía en el tomate.	200

Gráfico 221. Evolución del valor de cosecha de regadío (€ constantes de 2000) por unidad de energía empleada (Gwh).	202
Gráfico 222. Evolución del valor de la cosecha por gasto del valor energético.	203
Gráfico 223. Pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de cada provincia para el periodo 1987-2002.	211
Gráfico 224. Pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de cada provincia para el periodo 2002-2008.	213
Gráfico 225. Comparación provincial de la evolución de las pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de aquellas provincias cuyos Inventarios están publicados.....	215
Gráfico 226. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el trigo.	218
Gráfico 227. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el trigo.	218
Gráfico 228. Indicadores directos de pérdidas de suelo en la cebada.	219
Gráfico 229. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en la cebada.	219
Gráfico 230. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el maíz.	220
Gráfico 231. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el maíz.	220
Gráfico 232. Indicadores directos de pérdidas de suelo en la remolacha.	221
Gráfico 233. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en la remolacha.	221
Gráfico 234. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el girasol.	222
Gráfico 235. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el girasol.	222
Gráfico 236. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el olivar de mesa.	223
Gráfico 237. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el olivar de mesa.	223
Gráfico 238. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el olivar de transformación.....	224
Gráfico 239. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el olivar de transformación.....	224
Gráfico 240. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el viñedo mesa.	225
Gráfico 241. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el viñedo mesa.	225
Gráfico 242. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el viñedo de transformación.....	226
Gráfico 243. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el viñedo de transformación.....	226
Gráfico 244. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el naranjo.	227
Gráfico 245. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el naranjo.	227
Gráfico 246. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el naranjo amargo.	228
Gráfico 247. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el naranjo amargo.....	228
Gráfico 248. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el mandarino.	229
Gráfico 249. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el mandarino.	229
Gráfico 250. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el limonero.	230
Gráfico 251. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el limonero.	230
Gráfico 252. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el pomelo.	231
Gráfico 253. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el pomelo.	231
Gráfico 254. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el tomate.....	232

Gráfico 255. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el tomate.....	232
Gráfico 256. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el melón.	233
Gráfico 257. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el melón.	233
Gráfico 258. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el trigo	242
Gráfico 259. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el trigo	242
Gráfico 260. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en la cebada	243
Gráfico 261. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en la cebada	243
Gráfico 262. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el maíz	244
Gráfico 263. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el maíz	244
Gráfico 264. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en la remolacha	245
Gráfico 265. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en la remolacha.....	245
Gráfico 266. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el girasol	246
Gráfico 267. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el girasol	246
Gráfico 268. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el olivar de mesa	247
Gráfico 269. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el olivar de mesa	247
Gráfico 270. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el olivar de transformación	248
Gráfico 271. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el olivar de transformación	248
Gráfico 272. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el viñedo de transformación	249
Gráfico 273. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el viñedo de transformación	249
Gráfico 274. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el viñedo de mesa	250
Gráfico 275. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el viñedo de mesa	250
Gráfico 276. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el naranjo	251
Gráfico 277. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el naranjo	251
Gráfico 278. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en la naranja amarga.....	252
Gráfico 279. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en la naranja amarga.....	252
Gráfico 280. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el mandarino	253
Gráfico 281. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el mandarino	253
Gráfico 282. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el limonero	254
Gráfico 283. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el limonero	254
Gráfico 284. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el pomelo.....	255
Gráfico 285. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el pomelo.....	255
Gráfico 286. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el melón.....	256
Gráfico 287. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el melón.....	256
Gráfico 288. Indicadores directos de flujo de CO ₂ en el tomate	257
Gráfico 289. Indicadores indirectos de flujo de CO ₂ en el tomate	257
Gráfico 290. Evolución del censo porcino desde 1990 al 2008	274
Gráfico 291. Evolución del consumo total de agua expresado en millones de litros desde 1990 al 2008 en porcino intensivo	274

Gráfico 292. Evolución de la producción anual de los Kg de carne desde 1990 al 2008 en porcino intensivo.....	275
Gráfico 293. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los L de agua/Kg de carne de cerdo desde 1990 al 2008.....	278
Gráfico 294. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los Kg de carne de cerdo/L de agua desde 1990 al 2008	278
Gráfico 295. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/€ de producto desde 1990 al 2007	279
Gráfico 296. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua desde 1990 al 2007	279
Gráfico 297. Evolución del censo en aves de carne desde 1990 al 2008	288
Gráfico 298. Evolución del consumo total de agua expresada en millones de litros desde 1990 al 2008 en aves de carne	288
Gráfico 299. Evolución de los Kg de carne de pollo producidos desde 1990 al 2008	289
Gráfico 300 . Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/Kg de carne de desde 1990 al 2008.....	292
Gráfico 301. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a Kg de carne de pollo/L de agua desde 1990 al 2008	293
Gráfico 302. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/€ de producto en aves de carne desde 1990 al 2007.....	294
Gráfico 303. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua en aves de carne desde 1990 al 2007.....	294
Gráfico 304. Evolución del censo en aves de puesta desde 1990 al 2008	297
Gráfico 305. Evolución del consumo total de agua expresado en millones desde 1990 al 2008 en aves de puesta	297
Gráfico 306. Evolución de los Kg de huevo producidos desde 1990 al 2008 en aves de puesta	298
Gráfico 307. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los L de agua/Kg de huevos desde 1990 al 2008.....	301
Gráfico 308. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los Kg de huevos/L de agua desde 1990 al 2008.....	301
Gráfico 309. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L agua/€ de producto en aves de puesta desde 1990 al 2007	302
Gráfico 310. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua en aves de puesta desde 1990 al 2007	302
Gráfico 311. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol.....	319
Gráfico 312. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol.....	319

Gráfico 313. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica	320
Gráfico 314. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica	320
Gráfico 315. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica y estiércol	321
Gráfico 316. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica y estiércol	321
Gráfico 317. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo	328
Gráfico 318. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo	328
Gráfico 319. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo	329
Gráfico 320. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo	329
Gráfico 321 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	330
Gráfico 322 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	330
Gráfico 323. Evolución del indicador de sostenibilidad a las emisiones de metano (estiércol y fermentación entérica) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a € producto.....	331
Gráfico 324. Evolución del indicador de sostenibilidad € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol y fermentación entérica) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas)	331
Gráfico 325. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano.....	335
Gráfico 326. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano.....	335
Gráfico 327. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo	342
Gráfico 328. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo	342
Gráfico 329. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo	343
Gráfico 330. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo	343

Gráfico 331. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	344
Gráfico 332. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	344
Gráfico 333. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nítrico (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a los € producto.....	345
Gráfico 334. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nítrico (establo, cultivo y emisiones indirectas)	345
Gráfico 335 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol.....	349
Gráfico 336 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol.....	349
Gráfico 337. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo	356
Gráfico 338. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo	356
Gráfico 339. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del cultivo	357
Gráfico 340. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del cultivo	357
Gráfico 341. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	358
Gráfico 342. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas	358
Gráfico 343. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nítrico (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a € producto.....	359
Gráfico 344. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nítrico (establo, cultivo y emisiones indirectas)	359

Índice de tablas

Tabla 1. Evolución del consumo de agua y de las emisiones de GEI por unidad de producto en los sectores porcino y avícola a lo largo del periodo considerado.....	51
Tabla 2. Consumo horario medio a potencia nominal de los tractores ensayados en el periodo 2004-2008.	175
Tabla 3. Consumos superficiales medios por aperos.....	175
Tabla 4. Consumos horarios medios a potencia nominal de los tractores ensayados en el periodo 1980-2008 y su coeficiente K'Ch correspondiente.	178
Tabla 5. Consumo superficial (L/ha) para el cereal de invierno en secano de siembra directa para el año 2005.	179
Tabla 6. Consumo superficial total de los cultivos estudiados en el año 2005.	180
Tabla 7. Itinerario técnico de las operaciones requeridas para el cereal de invierno en secano.	182
Tabla 8. Datos de la superficie geográfica afectada según los diferentes niveles erosión en la provincia de Cáceres para el periodo de 1987 al 2002.....	208
Tabla 9. Datos de pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos en la provincia de Cáceres para el periodo del 2002 al 2012.	209
Tabla 10. Datos de la superficie geográfica afectada según los diferentes niveles de erosión en la provincia de Madrid para el periodo de 1987 al 2002	210
Tabla 11. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles de erosión, así como la pérdida de suelo media en la provincia de Madrid para el periodo 1987-2002.	211
Tabla 12. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media en la provincia de Madrid para el periodo 2002-2012.	212
Tabla 13. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media a nivel nacional para el periodo 1987-2002.....	214
Tabla 14. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media a nivel nacional para el periodo 2002-2008.....	214
Tabla 15. Clasificación de las superficies geográficas según los grados de erosión para los dos periodos estudiados.....	215
Tabla 16. Necesidades de agua potable para el ganado	261
Tabla 17. Necesidad de agua de servicios para diferentes tipos de ganado.....	262
Tabla 18. Estimaciones de consumo de agua de bebida (en L/animal y día) en función de la categoría animal en la especie porcina	267
Tabla 19. Comparación de los resultados obtenidos en distintos estudios relativos a la cantidad media de agua de servicio utilizada según la fase de producción.....	268

Tabla 20. Recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre el consumo de agua de bebida, servicio y el valor global del consumo medio total de agua en L/animal y día en producción porcina para cada categoría o fase productiva	269
Tabla 21. Evolución de los censos en producción porcina intensiva desde 1990 al 2008	270
Tabla 22. Estimación y evolución de litros totales de agua consumidos en producción porcina intensiva desde 1990 al 2008	271
Tabla 23. Datos referentes al Nº de cabezas sacrificadas en producción porcina, su peso medio de la canal expresada en Kg y los Kg de producto final producidos anualmente desde 1990 al 2008	272
Tabla 24. Evolución del consumo de agua en litros totales por año en producción porcina y valores referentes a los Kg de carne anuales de cerdo desde 1990 al 2008.....	273
Tabla 25. Evolución de los Kg de carne de cerdo/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008	276
Tabla 26. Evolución de los € de producto/L agua y su correspondiente inverso en producción porcina desde 1990 al 2008.....	277
Tabla 27. Estimaciones del consumo de agua de bebida (en L/1000 pollos/día) en función de la categoría animal en avicultura	281
Tabla 28. Comparación de los resultados obtenidos en distintos estudios relativos a la cantidad media de agua de servicio utilizada según la fase de producción.....	282
Tabla 29. Recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre el consumo de agua de bebida, servicio y valor medio global del consumo medio total de agua en L/1000 aves y día.....	283
Tabla 30. Evolución de los censos en producción avícola desde 1990 al 2008	284
Tabla 31. Estimación y evolución de los litros totales de agua consumidos anualmente en producción avícola desde 1990 al 2008.....	285
Tabla 32. Datos referentes a los animales sacrificados (en miles), su peso medio de la canal expresada en Kg y los Kg de producto final producidos desde 1990 al 2008.....	286
Tabla 33. Evolución del consumo de agua total expresado en millones de litros y la producción de carne expresada en Kg de carne de pollo desde 1990 al 2008	287
Tabla 34. Evolución de los Kg de carne de pollo/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008	290
Tabla 35. Evolución de los € de producto/L agua y su correspondiente inverso en aves de carne desde 1990 al 2008	291
Tabla 36. Datos referentes a la producción de huevos, su total y los respectivos Kg de huevos desde 1990 al 2008	295
Tabla 37. Evolución del consumo de agua expresado en litros totales en aves de puesta desde 1990 al 2008.....	296
Tabla 38. Evolución de los Kg de huevos/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008.....	299

Tabla 39. Evolución de los € de producto/L agua y su correspondiente inverso en aves de puesta desde 1990 al 2008	300
Tabla 40. Poder de recalentamiento global (PRG) de diferentes gases con efecto invernadero en base a equivalentes-CO ₂	309
Tabla 41. Componentes de las emisiones de metano a la atmósfera (%).....	310
Tabla 42. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de la fermentación entérica y resultados de los indicadores de sostenibilidad	316
Tabla 43. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad	317
Tabla 44. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y fermentación entérica y resultados de los indicadores de sostenibilidad	318
Tabla 45. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad	323
Tabla 46. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los indicadores de sostenibilidad	324
Tabla 47. Evolución de las cantidades de óxido nitroso procedente del establo y cultivo, emisiones directas e indirectas totales y resultado de las emisiones indirectas en porcino.....	325
Tabla 48. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo, cultivo, las emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad	326
Tabla 49. Evolución de los indicadores de sostenibilidad € de producto/10 ³ Kg CO ₂ y su inverso	327
Tabla 50. Evolución y resultados de los valores referentes a las emisiones de metano procedentes de estiércol en aves de carne	333
Tabla 51. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad	334
Tabla 52. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad	337
Tabla 53. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los respectivos indicadores de sostenibilidad	338
Tabla 54. Evolución de las cantidades de óxido nitroso procedentes del establo y cultivo, emisiones directas e indirectas totales y resultado de las emisiones indirectas en avicultura .	339
Tabla 55. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo, cultivo, emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad	340
Tabla 56. Evolución de los indicadores de sostenibilidad € de producto/10 ³ Kg CO ₂ y su inverso	341
Tabla 57. Evolución y resultados de los valores referentes a las emisiones de metano procedentes de estiércol en aves de puesta	347

Tabla 58. Evolución de las cantidades de metano procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad	348
Tabla 59. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad	350
Tabla 60. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los indicadores de sostenibilidad	351
Tabla 61. Datos referentes a cantidades de óxido nitroso procedente del establo y cultivo, emisiones directas, emisiones indirectas totales y resultados de las emisiones indirectas en avicultura desde 1990 al 2008	352
Tabla 62. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo, cultivo, emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad	354
Tabla 63. Valores referentes a los indicadores de sostenibilidad: € de producto/ 10^3 Kg CO ₂ y su inverso en aves de puesta desde 1990 al 2008	355

Índice de figuras

Figura 1. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios C1 y C2.	144
Figura 2. Cálculo esquemático para obtener los Indicadores D1 y D2.	167
Figura 3. Esquema general de los cálculos necesarios para obtener la energía consumida por cultivo.....	169
Figura 4. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 1.....	170
Figura 5. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 2.....	172
Figura 6. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 3.....	173
Figura 7. Resumen de los cálculos necesarios para obtener los indicadores D1 y D2.	184
Figura 8. Esquema general de los cálculos a realizar para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2.....	206
Figura 9. Mapa de Estados Erosivos para el periodo de 1987 al 2002.	208
Figura 10. Situación actual del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.....	209
Figura 11. Esquema general de los cálculos a realizar para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2.....	216
Figura 12. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios F1 y F2.....	237
Figura 13. Esquema general para el cálculo del carbono equivalente emitido.....	239
Figura 14. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios F1 y F2.	240
Figura 15. Explicación esquemática para la obtención de las emisiones de metano y óxido nítrico expresadas en Gg	311
Figura 16. Explicación esquemática para la obtención de N ₂ O Total en porcino y avicultura...	313
Figura 17. Contribución proporcional de de las principales fuentes de efecto invernadero en España.	362

1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha no se ha realizado en España un estudio global sobre la sostenibilidad de la agricultura. Si bien es cierto que los informes anuales del Observatorio de la Sostenibilidad¹ dedican algunos epígrafes a la agricultura, a partir de ellos no es posible obtener una visión general de la evolución de sus indicadores fundamentales de sostenibilidad. Por otro lado, se han realizado en España numerosos estudios parciales a partir de los cuales se han obtenido indicadores concretos de sostenibilidad en ámbitos limitados y para un conjunto pequeño de producciones. Es imposible resumir en pocas páginas las conclusiones de todos estos trabajos. Tampoco es posible derivar de ellos una idea general de la evolución de la agricultura a lo largo de un período extenso.

El presente estudio constituye el primer intento de obtener indicadores de sostenibilidad globales para la agricultura española con una referencia temporal que casi abarca tres décadas. Por su carácter global y por su enfoque metodológico orientado a obtener resultados agregados, no sustituye ni pretende matizar los centenares de estudios parciales que se han realizado en España. Medir la sostenibilidad de una actividad económica productiva tan heterogénea, como es la agraria, requiere tanto de estudios de laboratorio y de campo como análisis globales.

El estudio se ha planteado con una doble finalidad:

- **Identificar** un grupo de indicadores **medioambientales, económicos y sociales** a partir de los cuales se pueda apreciar el impacto de la tecnología en los diferentes sectores de la cadena de valor agro-alimentaria.
- **Medir** los indicadores y **cuantificar** su **evolución** en el tiempo [**“del pasado al presente”**], representando los resultados al nivel nacional.

Pese a su extensión, el documento se ha organizado de forma que permita también una lectura breve y sintética. Así, los tres primeros epígrafes contienen un resumen del trabajo, sus objetivos, los resultados y las posibles extensiones del trabajo.

El capítulo 4 contiene una explicación detallada de las metodologías y los datos empleados en cada indicador así como todos los resultados obtenidos, representados en forma de gráficos con sus tendencias. Se añaden al final del documento un conjunto de anexos numerados de

¹ <http://www.sostenibilidad-es.org/>

forma similar a los indicadores contenidos en el capítulo 4, a los que relegan los datos, fuentes y procedimientos de base empleados para el cálculo de los indicadores.

1.2 CONTENIDOS Y ALCANCE

El estudio atiende a cada uno de los elementos de que se compone el desarrollo sostenible: la sociedad, la economía y el medio ambiente. Con esta triple perspectiva, la selección de indicadores se ha realizado para ofrecer evaluaciones precisas que permitan realizar un diagnóstico general sobre la evolución de la agricultura española. Los enfoques, las metodologías y las fuentes de datos empleadas en cada grupo de indicadores son bien diferentes, pero en conjunto tratan de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál son las bases físicas de las principales producciones agrícolas y ganaderas en España y cómo han evolucionado en el tiempo?
- ¿Cómo han evolucionado las principales macro-magnitudes, la productividad y la contribución del trabajo en la agricultura?
- Desde la óptica del consumidor, ¿cómo han evolucionado los precios de algunos productos alimentarios básicos con respecto a los indicadores generales de precios al consumo?
- ¿Qué grado de divergencia presentan la evolución de los precios al consumo y los precios percibidos por los productores para una muestra significativa de productos frescos? O lo que es lo mismo, ¿cómo ha evolucionado el valor agregado de la cadena de valor entre origen y destino en estos sectores?

En este estudio la palabra “producción” siempre adopta la doble acepción de unidades físicas (kg, Toneladas, Litros, docenas) y de unidades económicas (€ de valor de producto).

Con vistas a obtener respuestas matizadas a las preguntas planteadas, los indicadores calculados se agrupan en tres categorías:

1. Indicadores económicos y sociales de la agricultura en su conjunto.

En esta categoría se incluyen macromagnitudes agrarias (producción final agraria y renta agraria en euros corrientes y constantes) así como la evolución de los índices de precios percibidos por los agricultores y de precios al consumo de los siguientes productos frescos:

- Carnes: pollo, porcino, ovino, vacuno, conejo.
- Otros productos ganaderos: leche y huevos.
- Cereales, frutas frescas, hortalizas y patata.

También se analiza la participación del factor trabajo en la producción final agraria y en la renta.

Por último, se incluyen dos indicadores físicos globales, correspondientes al uso de fertilizantes (nitrógeno, fósforo y potasio) en términos de valor de la producción vegetal y al de energía eléctrica (tanto en kwh como en € de gasto energético) por valor de la producción vegetal obtenida en regadío.

2. Indicadores medioambientales y económicos de las producciones agrícolas

El cuadro 1 recoge los seis indicadores relativos de productividad que se han calculado para los diez cultivos seleccionados en el estudio. En todos los casos, los indicadores relativos se presentan de forma directa (producción, física o económica, por unidad de recurso) y de forma indirecta (unidad de recurso por unidad de producción, física o económica).

Cuadro 1. Indicadores de sostenibilidad de las principales especies vegetales cultivadas

Cultivos: trigo, maíz, cebada, girasol, remolacha, olivar, cítricos, viñedo, tomate, melón	
Indicadores directos	Indicadores inversos
<ul style="list-style-type: none"> • Uso de tierra (A): A1 (kg de producto / ha) A2 (€ de producto / ha) • Uso de agua de riego y de lluvia (B): B1 (kg de producto / m³) B2 (€ de producto por m³) • Emisiones (C): C1 (kg de producto / 10³ kg CO₂) C2 (€ de producto / 10³ kg CO₂) • Energía (D): D1 (kg de producto / MJ) D2 (€ de producto / MJ) • Pérdidas de suelo (E): E1 (kg producto / 10³ kg de suelo) E2 (€ de producto / 10³ kg de suelo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de tierra (A): 1 / A1 (ha / kg de producto) 1 / A2 (ha / € de producto) • Uso de agua de riego y de lluvia (B): 1 / B1 (m³ / kg de producto) 1 / B2 (m³ / € de producto) • Emisiones (C): 1/ C1 (10³ kg CO₂ / kg de producto) 1 / C2 (10³ kg CO₂/ € de producto) • Energía (D): 1 / D1 (MJ / kg de producto) 1 / D2 (MJ / € de producto) • Pérdidas de suelo (E): 1 / E1 (10³ kg de suelo / kg producto) • 1 / E2 (10³ kg de suelo /€ de producto)
<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de CO₂ (F): F1 (kg CO₂ / kg producto) F2 (kg CO₂/ € producto) 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de CO₂ (F): 1 / F1 (kg producto / kg CO₂) 1 / F2 (€ producto / kg CO₂)

3. Indicadores físicos y económicos de algunas producciones ganaderas

El cuadro 2 recoge los dos indicadores relativos de productividad que se han calculado para tres producciones ganaderas (carne de ave y de cerdo, huevos). Al igual que en las producciones

vegetales, los indicadores relativos se presentan de forma directa (producción, física o económica, por unidad física) y de forma indirecta (unidad física por unidad de producción, física o económica).

Cuadro 2. Indicadores de sostenibilidad de algunas producciones ganaderas

Porcino y aves	
<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua (G): G1 (kg producto / L agua) G2 (€ de producto / L agua) 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua (G): 1 / G1 (L agua / kg producto) • 1 / G2 (L agua / € de producto)
<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases (H): CO2 eq H1 (kg producto / 10³ kg CO₂eq) H2 (€ de producto / 10³ kg CO₂eq) 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases (H): 1 / H1 (10³ kg CO₂ / kg producto) 1 / H2 (10³ kg CO₂ / kg producto)

2 SÍNTESIS DE RESULTADOS

2.1 INDICADORES ECONÓMICOS

2.1.1 MACROMAGNITUDES

La Producción Final Agraria en euros corrientes ha mantenido una tendencia creciente con la excepción del período 1989/1992, debido a las desfavorables condiciones meteorológicas. El crecimiento se mantuvo hasta el año 2003, en que alcanza un máximo para descender desde entonces, con ligeros repuntes en el 2007 y 2008 provocados por la subida de los precios de los productos agrarios.

La evolución de la Renta Agraria, en euros corrientes, ha seguido una senda ascendente desde 1980 hasta el 2003, especialmente desde 1993, en que comienzan las ayudas directas de la PAC, aumentando significativamente el componente de subvenciones dentro de la Renta Agraria. En euros constantes se observa esta misma evolución. Sin embargo, desde el 2003, y más acusadamente en euros constantes, la Renta Agraria no ha dejado de disminuir, de forma que en 2008 se ha situado en los niveles de mediados de la década de los noventa.

Varias causas explican este importante deterioro de la Renta Agraria, producido a pesar del aumento de las subvenciones directas. Por un lado, el descenso en el valor de la PFA, provocado no solo por las condiciones climatológicas adversas, sino también por la reforma de la Política Agrícola Común, y la introducción de los pagos desacoplados de la producción en el 2006. Esta reforma ha aumentado la orientación al mercado de los agricultores, pero con ello también ha inducido un proceso de ajuste y de disminución de la superficie cultivada, y por tanto de la producción en aquellas zonas menos productivas.

Pero también se ha producido un importante deterioro de la relación entre los precios percibidos y los precios pagados por los agricultores, especialmente entre el 2005 y el 2008. En estos años, mientras que el Índice de Precios Percibidos por los agricultores aumentó un 11.2%, el de Precios Pagados por los factores de producción, lo hizo un 34,5%. Finalmente, en estos años se ha producido también un importante endeudamiento del sector agrario. Según datos del Banco de España, el endeudamiento total del sector agrario ha pasado de 15.839,6 millones de € en el 2004 a 22.647,6 millones de €, lo que representa un incremento del 34,5 %. Este aumento del endeudamiento, refleja por un lado la creciente incapacidad de la agricultura en generar renta para financiar las inversiones productivas, requiriéndose cada vez más crédito y por otro un aumento en el pago de los intereses generados por esa deuda, que gravitan sobre la Renta Agraria.

El descenso del valor de la producción final agraria (PFA) en términos reales de los últimos años ha producido también un deterioro importante de la capacidad de la agricultura para proporcionar alimentos y materias primas a la población en los últimos años. La PFA disponible por habitante, tanto en euros corrientes como constantes, aumentó significativamente, especialmente en el período 1996/2003 y desde entonces ha experimentado un importante descenso, a pesar de los aumentos registrados en la productividad.

Frente al aumento de la producción y la renta observado hasta el 2003, se ha constatado una importante reducción en el empleo agrario, con tasas de disminución que se mantienen durante todo el período aunque inferiores desde mediados de la década de los noventa, en que incluso se registró en 1998 un pequeño aumento. Sin embargo, esta disminución total del empleo incluye un importante descenso del trabajo no asalariado, o trabajo familiar, y un ligero aumento del trabajo asalariado, y consiguiente profesionalización de la actividad. Esta evolución responde al proceso de modernización y fuerte capitalización que ha experimentado la agricultura española.

Durante el período 1980-2003, la productividad del trabajo (Renta Agraria en € constantes por Unidad de Trabajo Agrario) ha crecido considerablemente. Sin embargo, desde 2003, año que marca el máximo de la serie, y a pesar de la disminución del empleo, comienza a descender, con un ligero repunte en el 2007, debido al alza de los precios de los productos agrarios.

2.1.2 USO DE FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN VEGETAL

El uso de los tres tipos de fertilizantes que se incluyen en el estudio (nitrógeno, fósforo y potasio) ha disminuido en términos relativos de forma drástica a lo largo del periodo en estudio. Se ha pasado de unas 200 toneladas de nitrógeno por millón de euros de producción agrícola a unas 50 tm. En el caso del fósforo y el potasio el comportamiento es muy similar y se pasa de unas 60-100 toneladas por millón de € de producto usadas al principio de la serie en 1980, a unas 10-20 al final en 2008. A pesar de la tendencia decreciente en el uso de fertilizantes, se ha producido un aumento en la productividad y los rendimientos agrícolas lo que indica un uso más eficiente. Otro efecto que explica la evolución de este indicador es el empleo creciente de estiércoles y purines y otras enmiendas orgánicas procedentes de la ganadería y otros residuos orgánicos.

2.1.3 EVOLUCIÓN DE PRECIOS

El análisis de la evolución de los índices de precios percibidos y al consumo de diferentes productos permite establecer algunas conclusiones.

Mientras que los índices de precios al consumo han aumentado significativamente en el periodo, no ocurre lo mismo con los índices de precios percibidos por los productores. Desde mediados de la década de los ochenta, en algunos casos se han mantenido estables (cereales, frutas, patata, pollo o porcino) y en otros muestran ligeras tasas de aumento (hortalizas, leche, ovino, huevos o vacuno). En ningún caso se observan tasas de aumento en los precios percibidos similares a las registradas en los precios al consumo.

Mientras que en los productos agrícolas, los precios agrícolas han crecido más que el índice general de precios, en los productos ganaderos, huevos y carnes, los precios al consumo de estos productos han crecido menos que el IPC.

La brecha entre los índices de precios al consumo y percibidos por los productores ha aumentado en los últimos años, especialmente en los productos agrícolas, con diferencias muy superiores a las registradas para los productos ganaderos. Con ello se refleja, bien el aumento en el valor añadido que ha tenido lugar en los últimos años, o bien el creciente poder de mercado de la distribución que se manifiesta en la fijación de crecientes márgenes comerciales. Especialmente significativo en este sentido es el caso de las hortalizas, con la evolución de los índices de precios percibidos y al consumo muy por encima de los generales percibidos por los agricultores y del IPC.

En el caso de los productos ganaderos, y especialmente en el caso del porcino, los huevos o la leche, se observa un aumento de los precios al consumo por debajo del IPC, pero la evolución de los percibidos por los agricultores se ha mantenido cerca del nivel general, lo que puede indicar un ajuste en la cadena distribución mediante una disminución de los márgenes.

En todos los casos las oscilaciones en los índices de precios percibidos se transmiten muy amortiguadas a los índices de precios al consumo.

Si a este análisis de la evolución de la relación entre Precios Percibidos y Precios al Consumo, se une la relación, ya comentada, entre Precios Percibidos y Precios Pagados por los agricultores, se deduce la creciente pérdida de poder de la agricultura en la cadena de valor del sistema agroalimentario, reflejándose en el deterioro de los resultados económicos, especialmente en los últimos años.

2.2 INDICADORES AGRÍCOLAS

2.2.1 RENDIMIENTOS ECONÓMICOS Y FÍSICOS

Los indicadores de rendimiento económico y físico se sintetizan en el siguiente punto, mediante el empleo de gráficos de tipo radial. En estos gráficos, en cada uno de los vértices que forman el pentágono resultante, se representa el valor del indicador correspondiente, en cada uno de los cinco años representados. Dado que cada uno de los indicadores se ha calculado con sus propias unidades, sus resultados se han normalizado de tal forma que se puedan comparar unos con otros teniendo en cuenta que los indicadores que se alejan del vértice llevan aparejado mejoras en la sostenibilidad. En todos los casos la normalización se hace con respecto a la media aritmética de toda la serie (1987-2008).

Se representan 5 líneas, referentes a los años 1987, 1992, 1997, 2002, 2007.

Los indicadores que se han seleccionado para representar son:

Indicadores físicos:

- **A1**, Uso de la tierra, que representa el rendimiento en toneladas producidas por hectárea de cultivo empleada.
- **E1**, Pérdidas de suelo, que indican el número de kilogramos de producto por tonelada de suelo perdido por erosión.
- **D1**, Energía, que recoge los kilogramos producidos por MJ de energía consumido en la producción.
- **1/B1**, Uso de agua azul (de riego) y uso de agua total, que expresa la relación entre las toneladas de producto por metro cúbico de agua consumida en el riego (agua azul) o total.

Indicadores económicos:

- **A2**, Uso de la tierra, que representa el valor de producción (euros) obtenidos por hectárea de cultivo.
- **E2**, Pérdidas de suelo, que indican el valor de producto (euros) por tonelada de suelo perdido por erosión.
- **D2**, Energía, que representa el valor de producto (euros) por MJ de energía consumido en la producción.
- **1/B2**, Uso de agua azul y uso de agua total, que expresa la relación entre el valor de producto (euros) por metro cúbico de agua consumida en el riego (agua azul) o en total.

A continuación se presentan la pareja de gráficos correspondiente a cada cultivo, situándose primero el de indicadores de producción física, y en segundo lugar el de indicadores económicos. Las conclusiones más sintéticas de cada indicador se fundamentan tanto en los gráficos 'araña' correspondientes a los años 1987, 1992, 1997, 2002 y 2007, como a los gráficos correspondientes a toda la serie (1980-2007) situados en el capítulo 3.

Gráfico 1. Indicadores físicos de sostenibilidad del Trigo

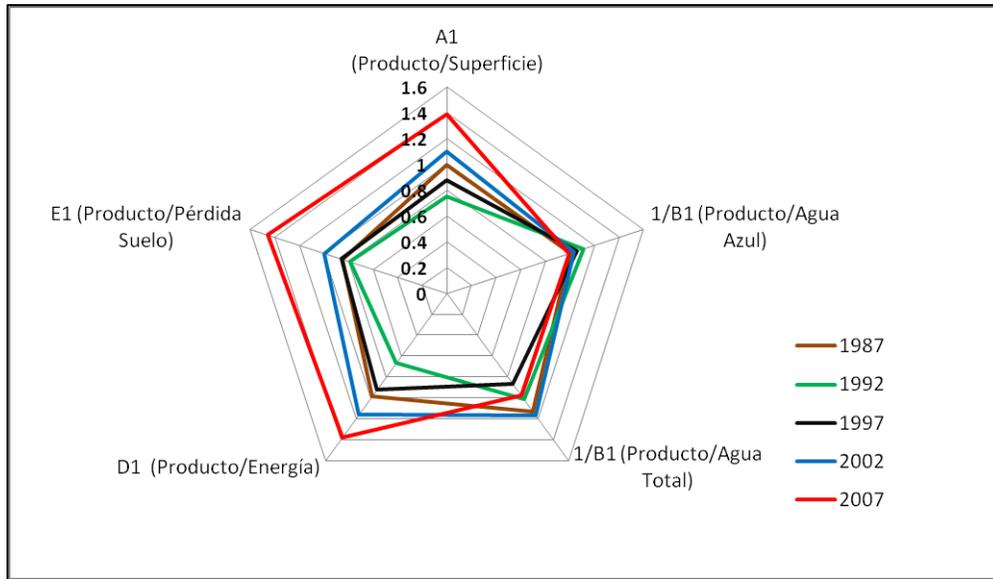


Gráfico 2. Indicadores económicos de sostenibilidad del Trigo

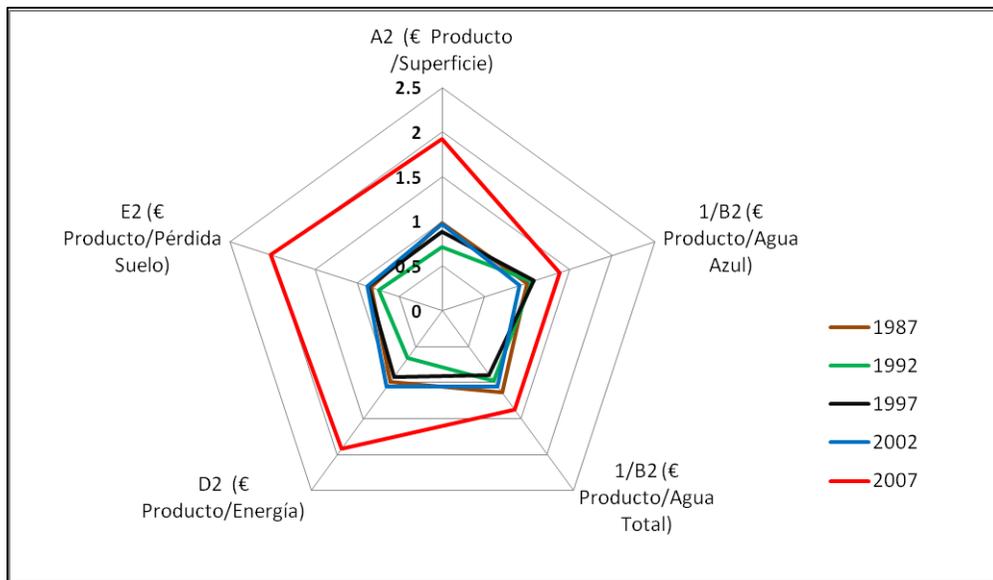


Gráfico 3. Indicadores físicos de sostenibilidad de la Cebada

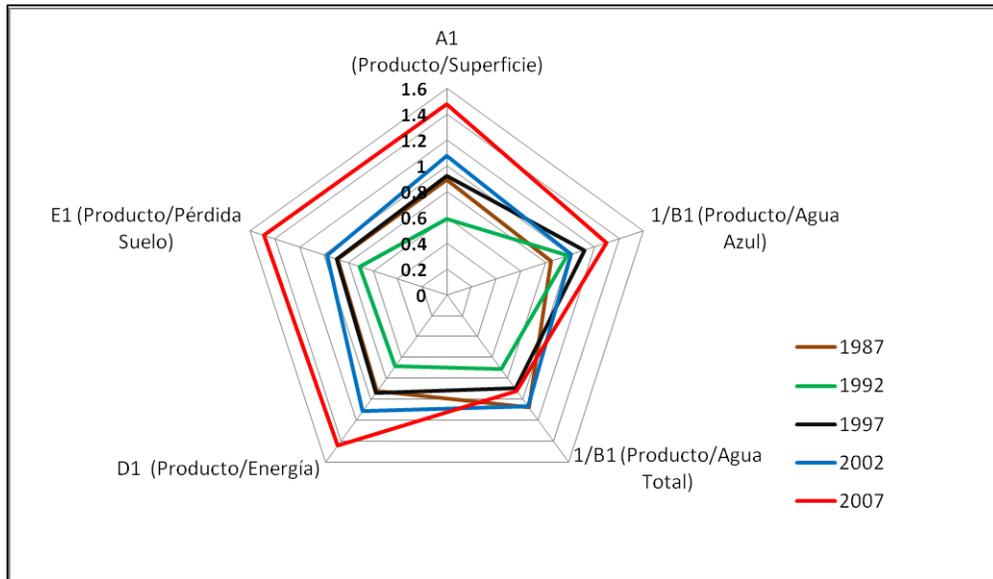


Gráfico 4. Indicadores económicos de sostenibilidad de la Cebada

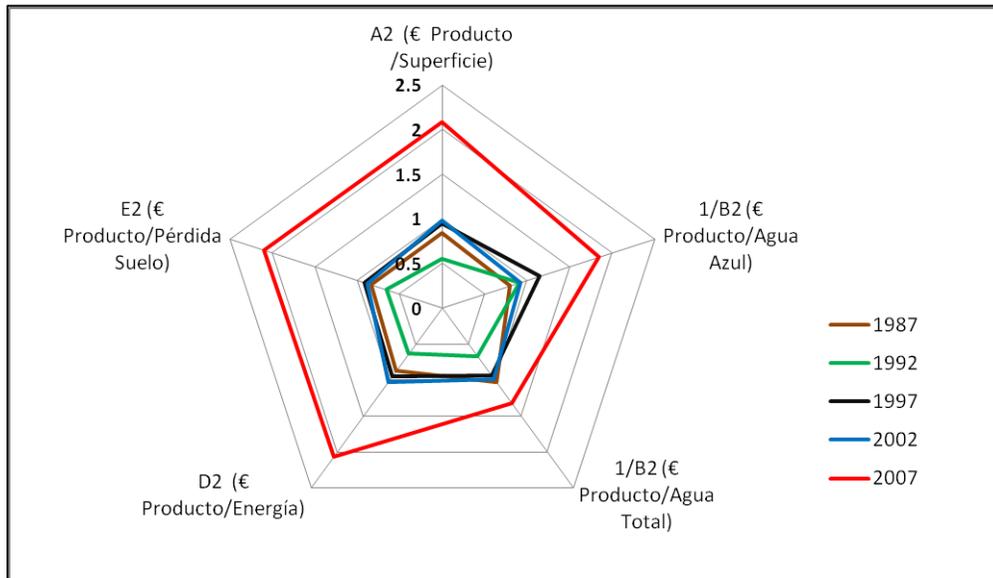


Gráfico 5. Indicadores físicos de sostenibilidad del Maíz

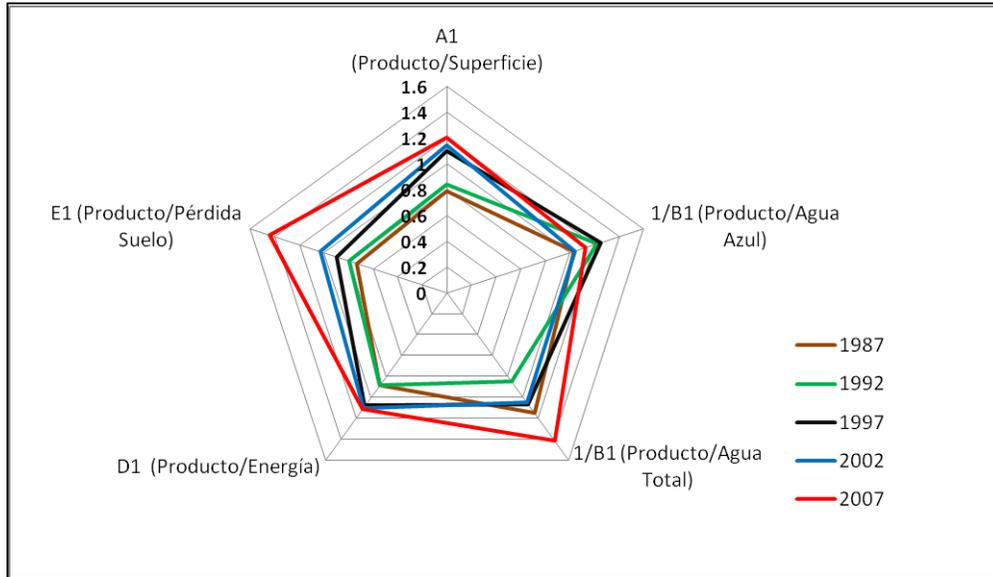


Gráfico 6. Indicadores económicos de sostenibilidad del Maíz

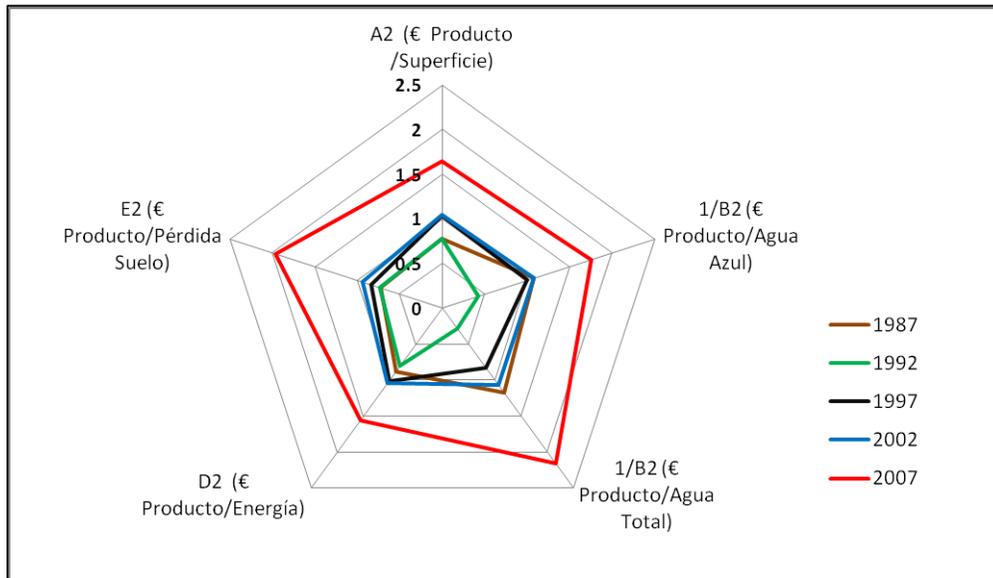


Gráfico 7. Indicadores físicos de sostenibilidad de la Remolacha

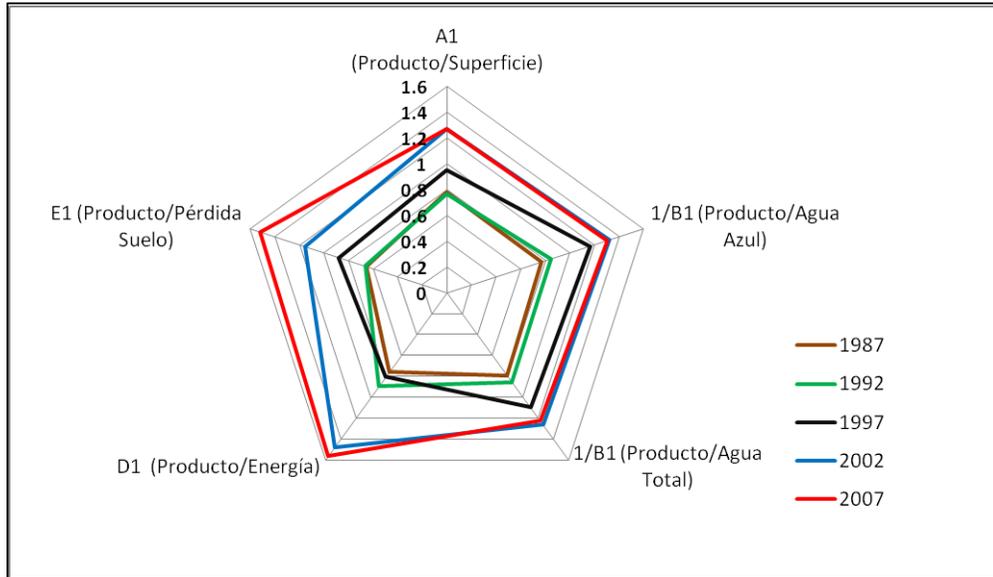


Gráfico 8. Indicadores económicos de sostenibilidad de la Remolacha

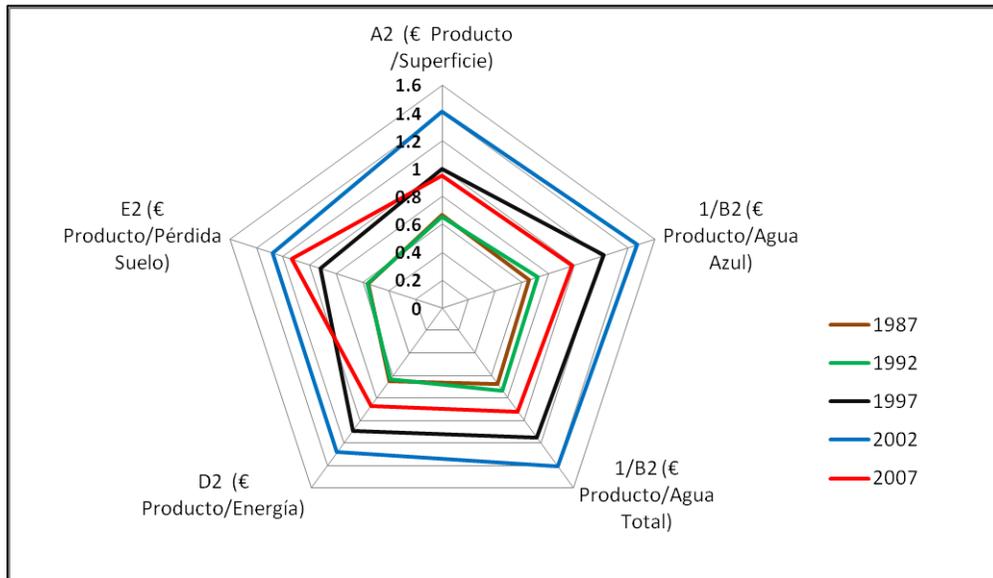


Gráfico 9. Indicadores físicos de sostenibilidad del Girasol

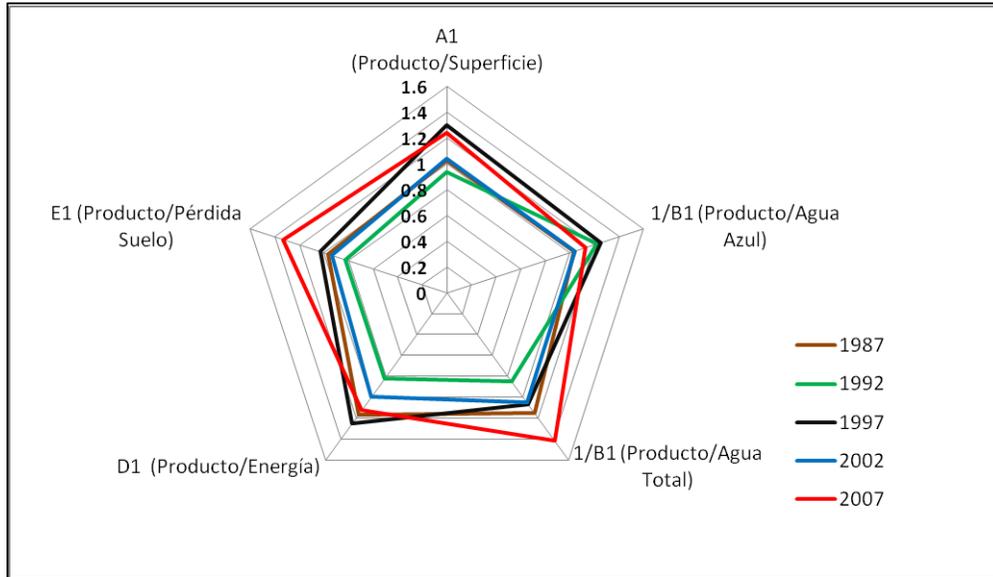


Gráfico 10. Indicadores económicos de sostenibilidad del Girasol

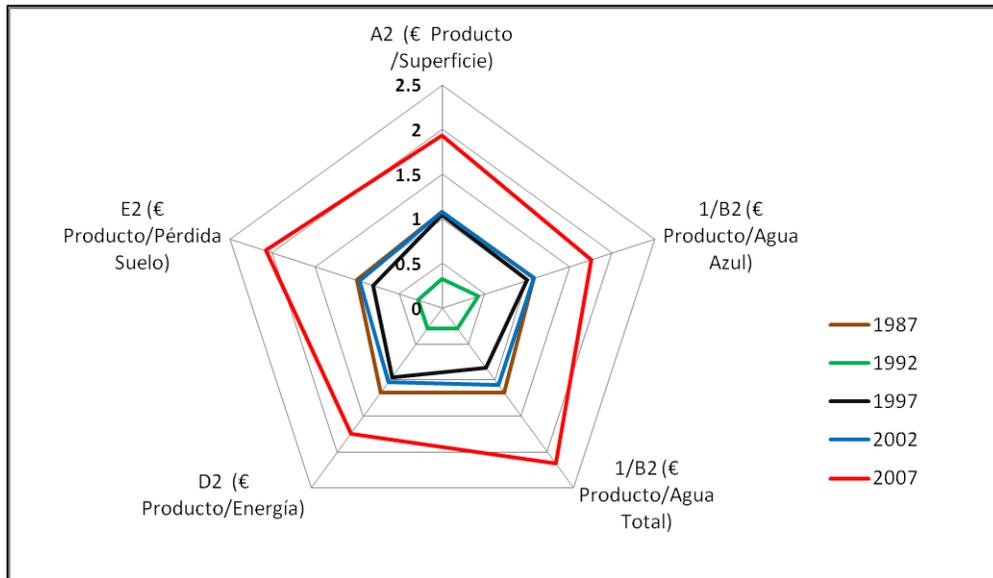


Gráfico 11. Indicadores físicos de sostenibilidad del Olivar de mesa

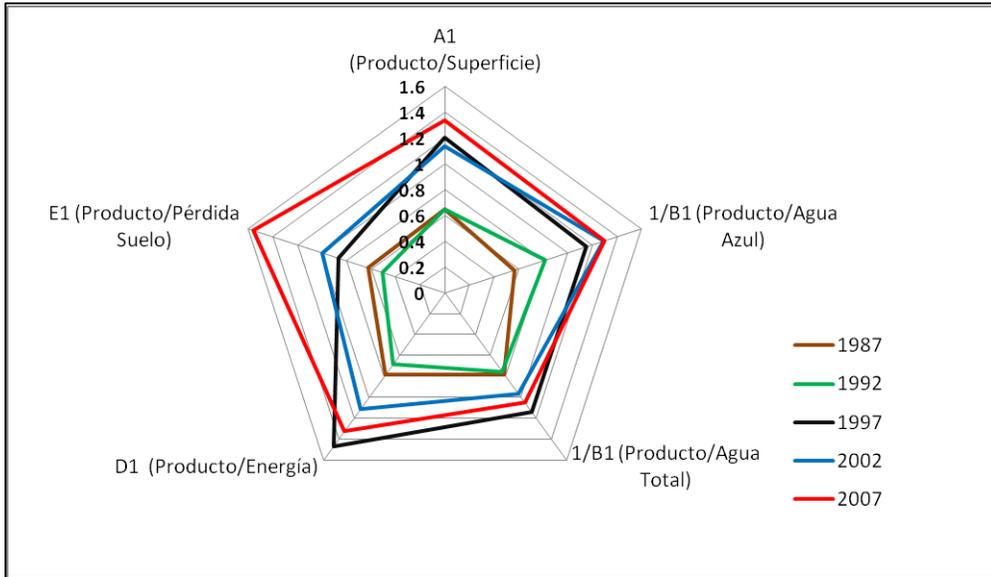


Gráfico 12. Indicadores económicos de sostenibilidad del Olivar de mesa

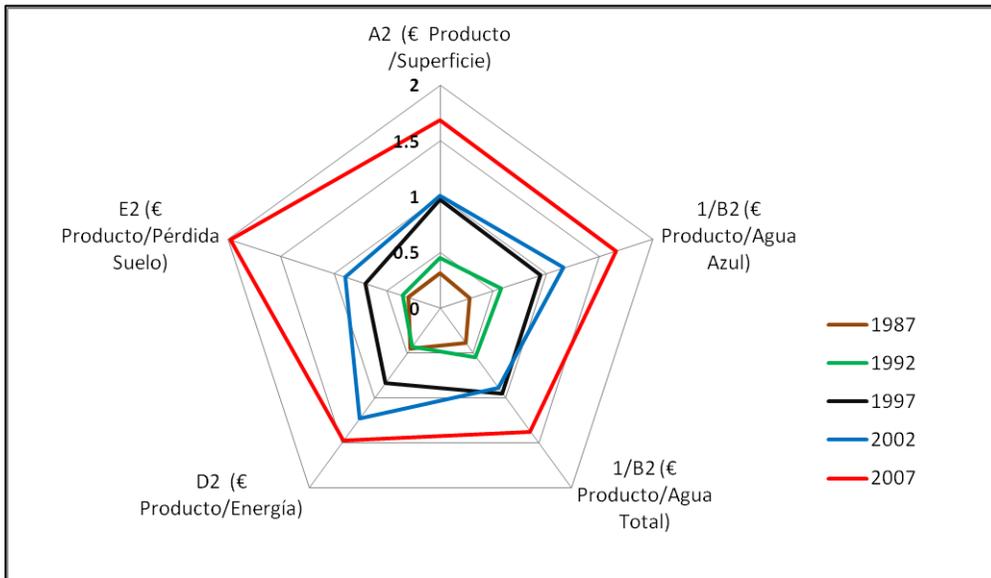


Gráfico 13. Indicadores físicos de sostenibilidad del Olivar de transformación

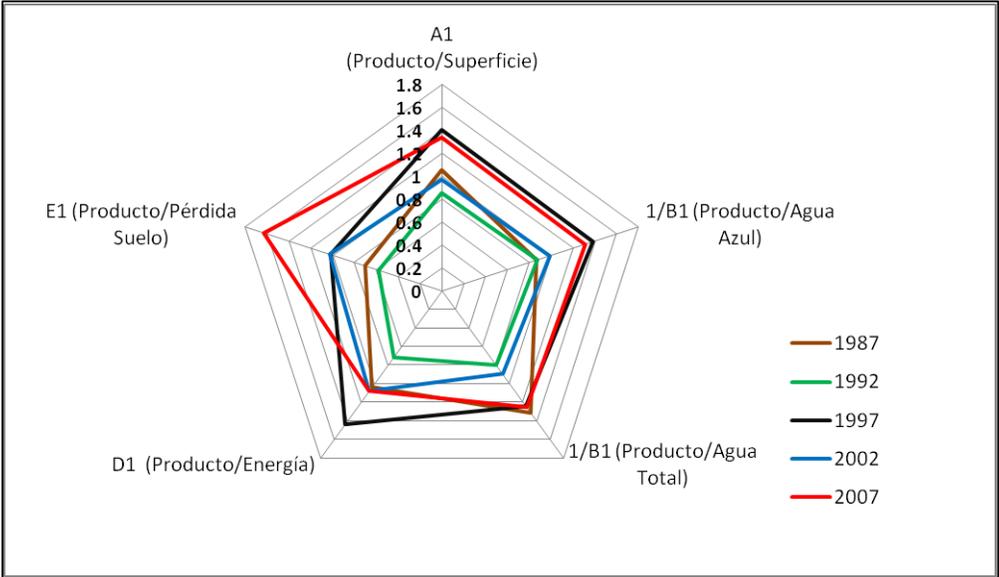


Gráfico 14. Indicadores económicos de sostenibilidad del Olivar de transformación

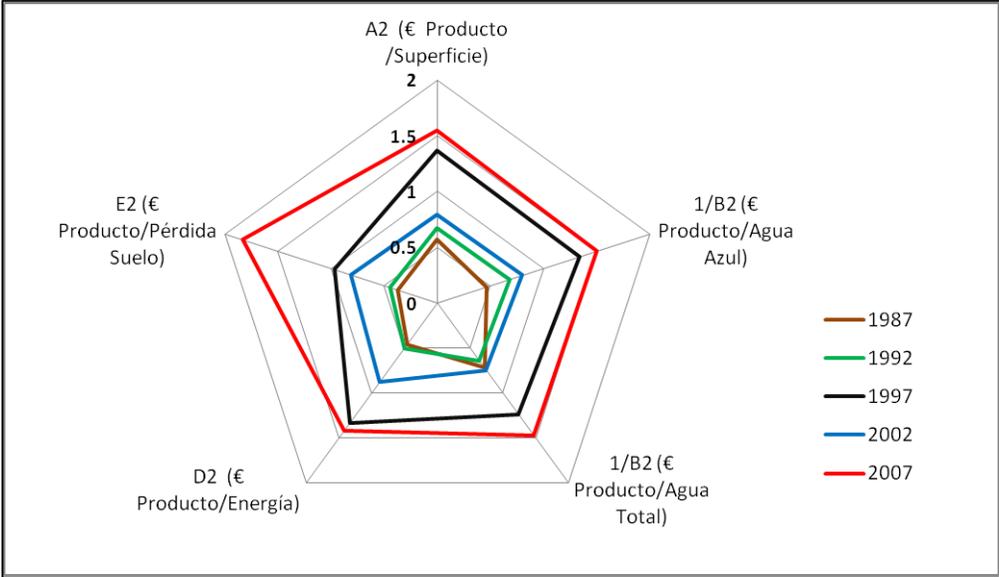


Gráfico 15. Indicadores físicos de sostenibilidad del Viñedo de transformación

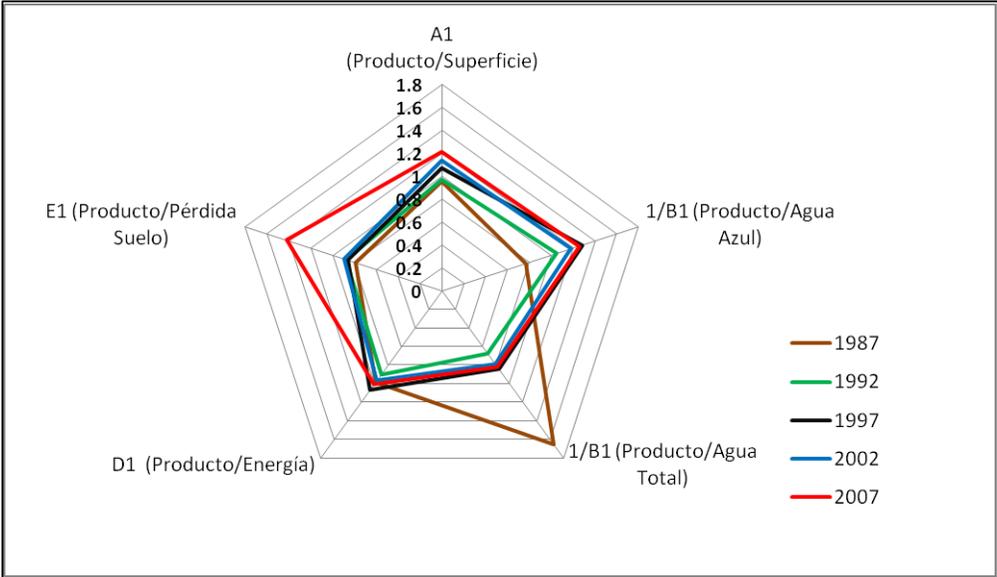


Gráfico 16. Indicadores económicos de sostenibilidad del Viñedo de transformación

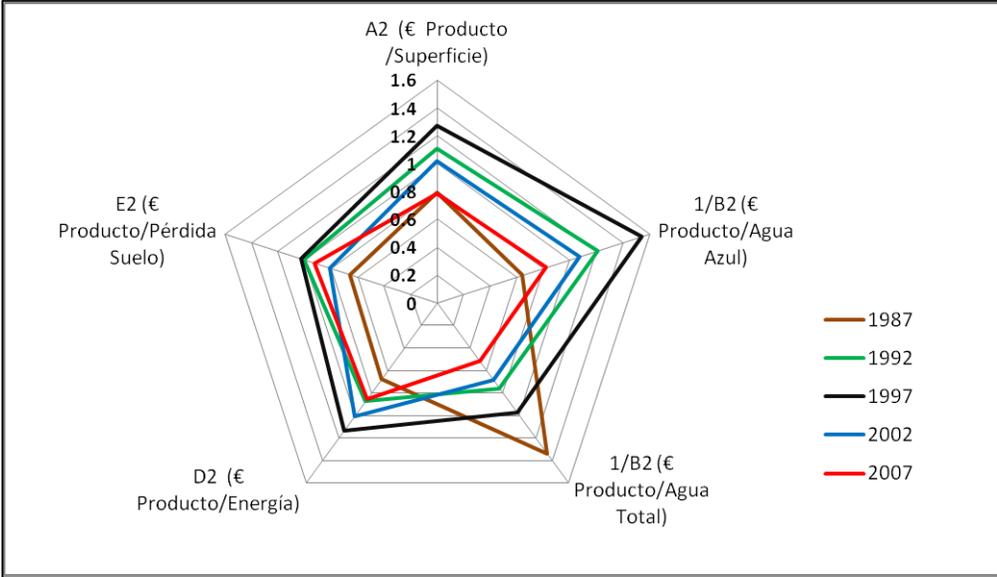


Gráfico 17. Indicadores físicos de sostenibilidad del Viñedo de mesa

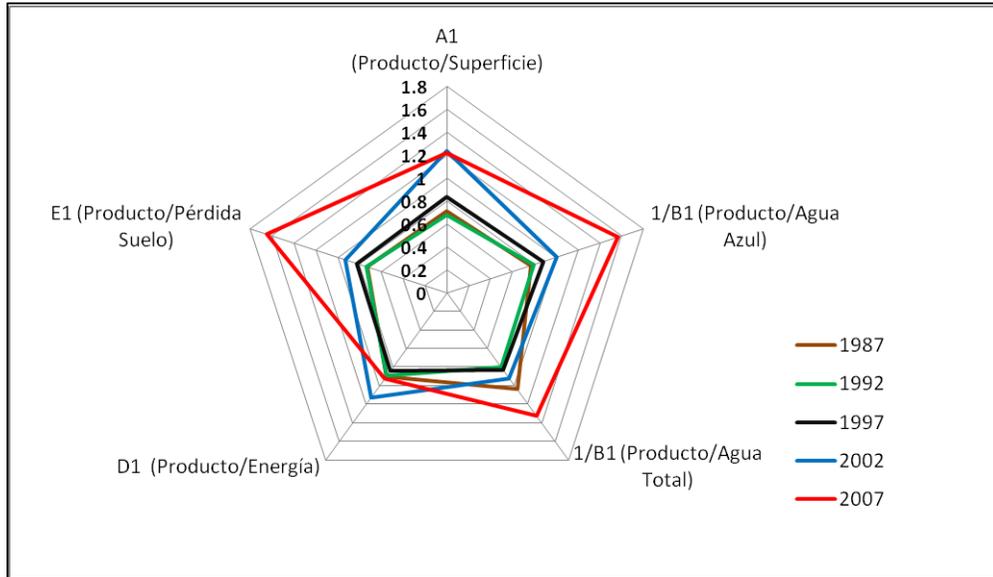


Gráfico 18. Indicadores económicos de sostenibilidad del Viñedo de mesa

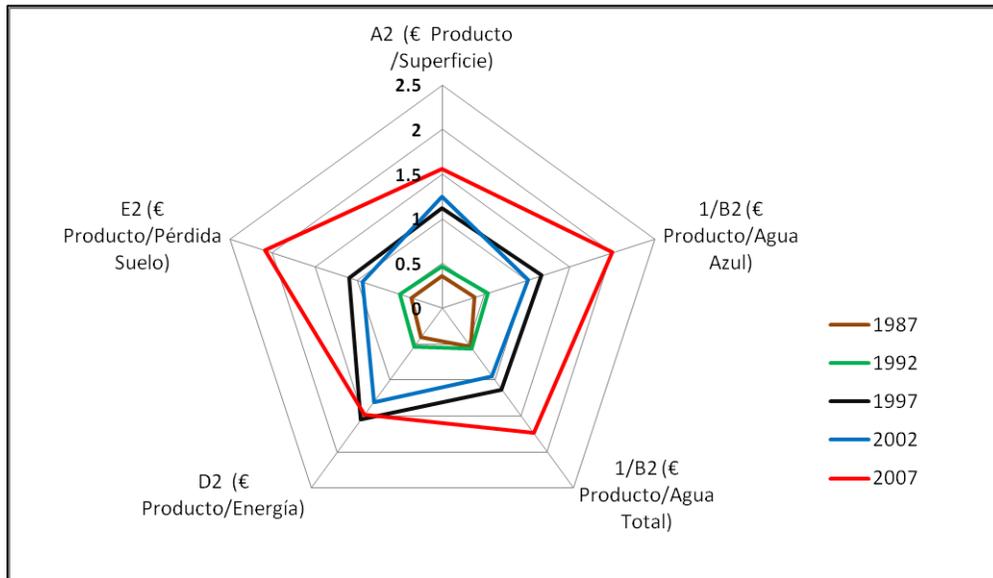


Gráfico 19. Indicadores físicos de sostenibilidad del Naranja

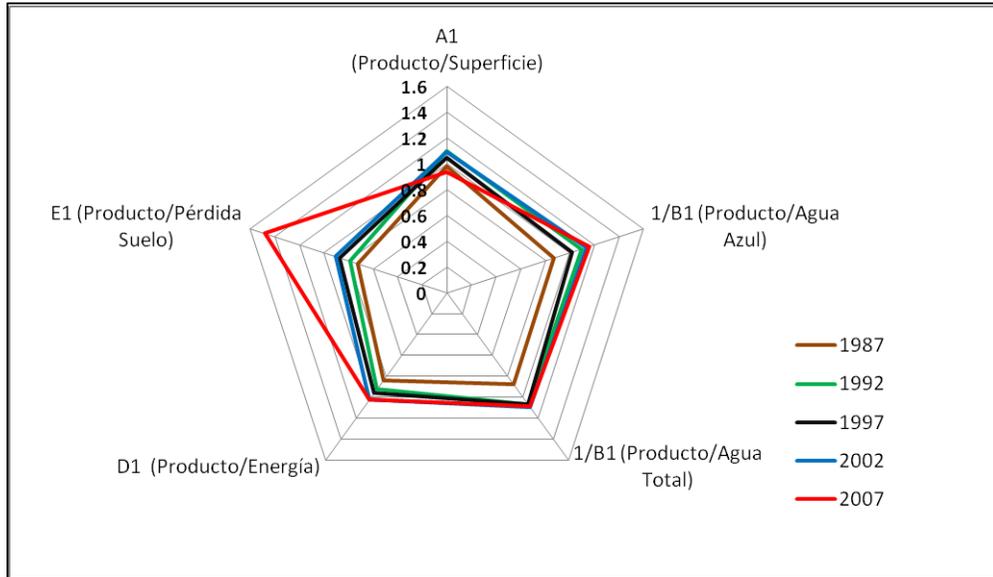


Gráfico 20. Indicadores económicos de sostenibilidad del Naranja

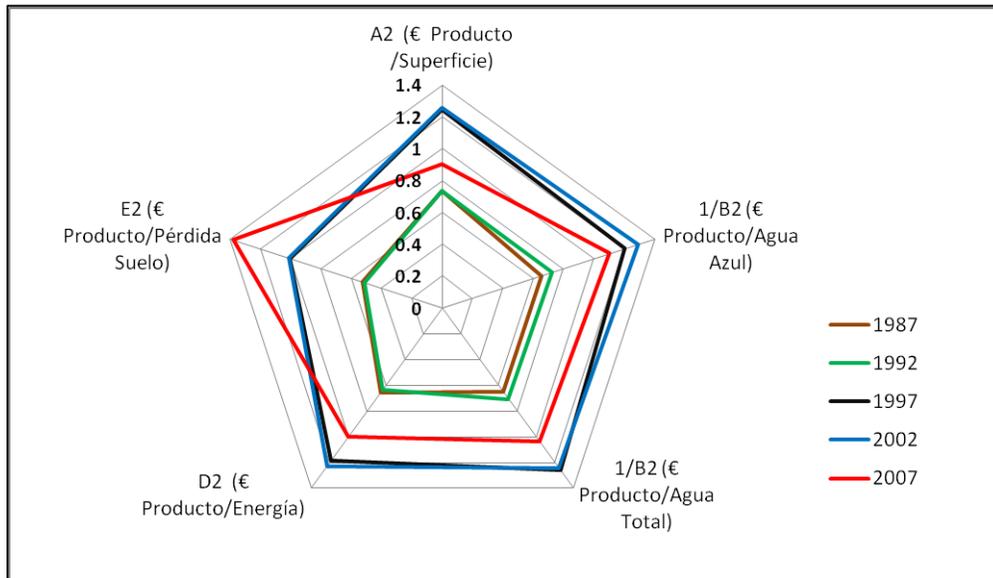


Gráfico 21. Indicadores físicos de sostenibilidad del Naranja Amargo

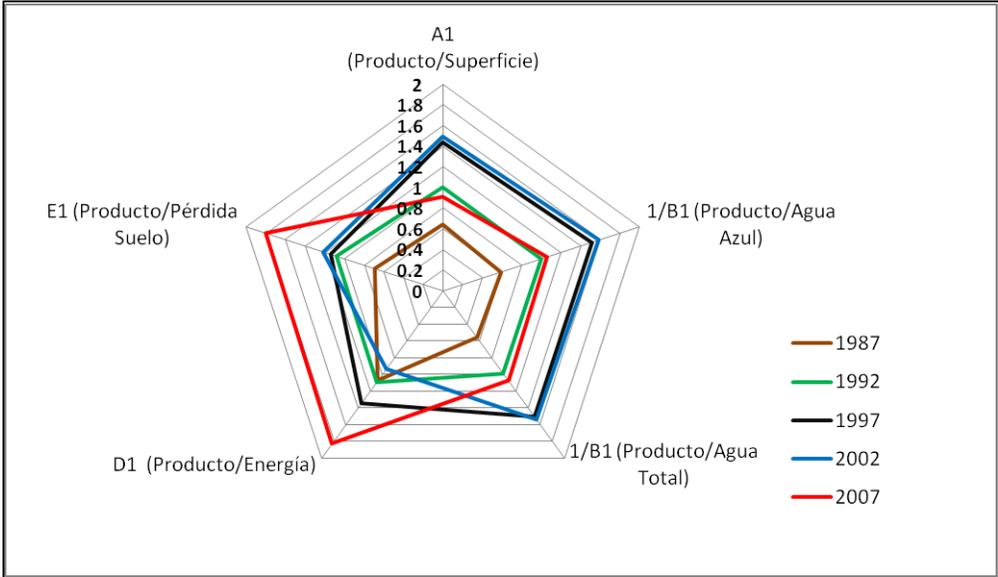


Gráfico 22. Indicadores económicos de sostenibilidad del Naranja Amargo

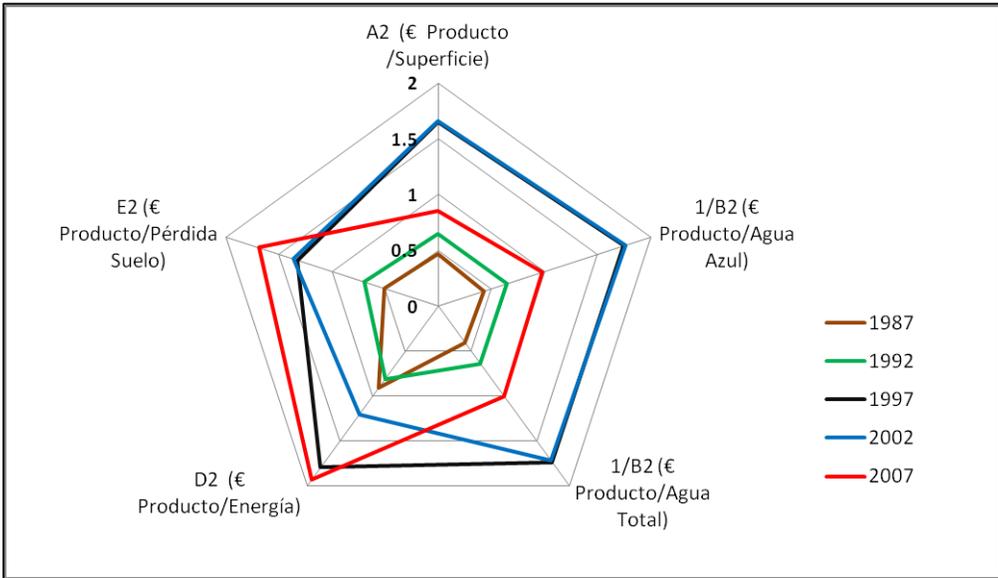


Gráfico 23. Indicadores físicos de sostenibilidad del Mandarino

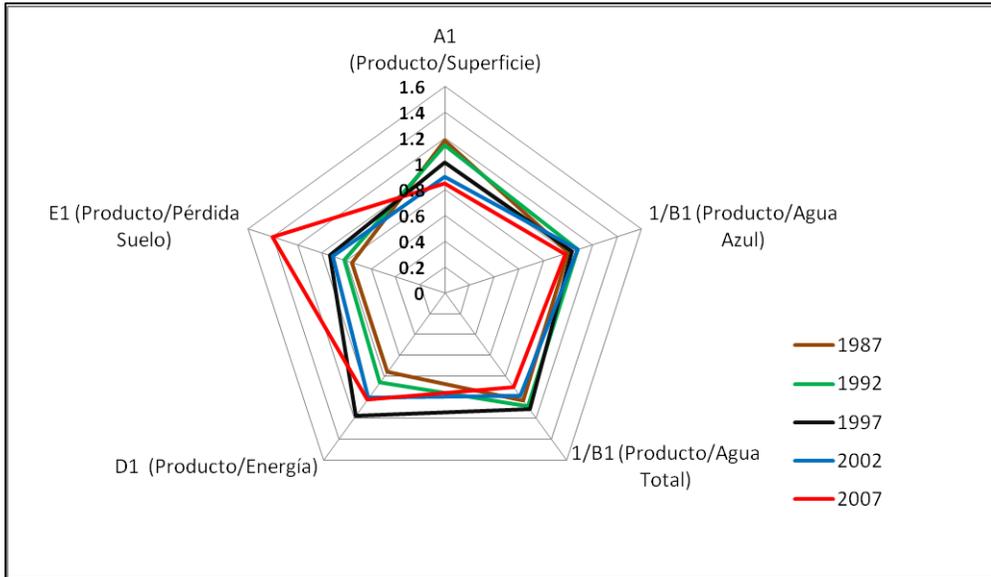


Gráfico 24. Indicadores económicos de sostenibilidad del Mandarino

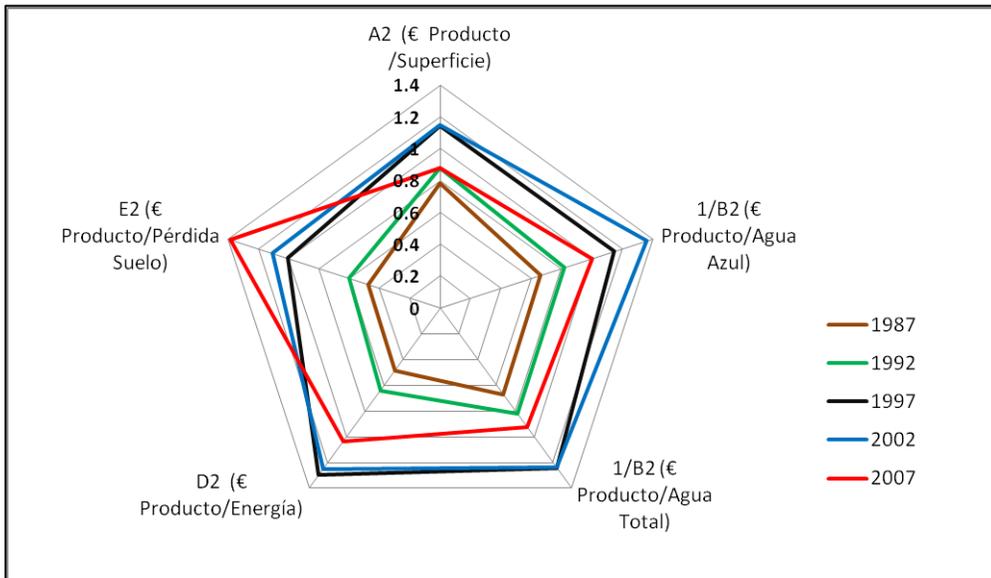


Gráfico 25. Indicadores físicos de sostenibilidad del Limonero

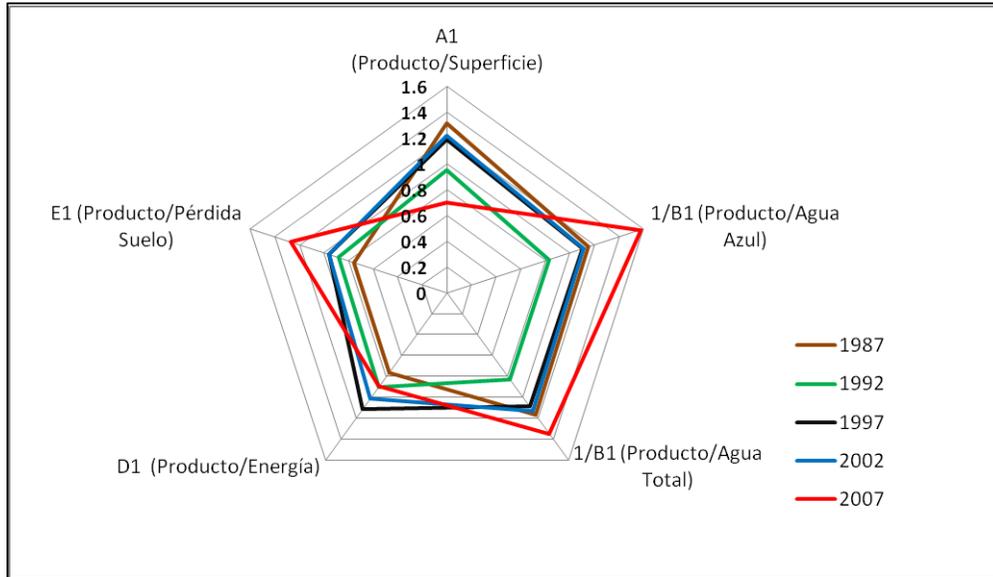


Gráfico 26. Indicadores económicos de sostenibilidad del Limonero

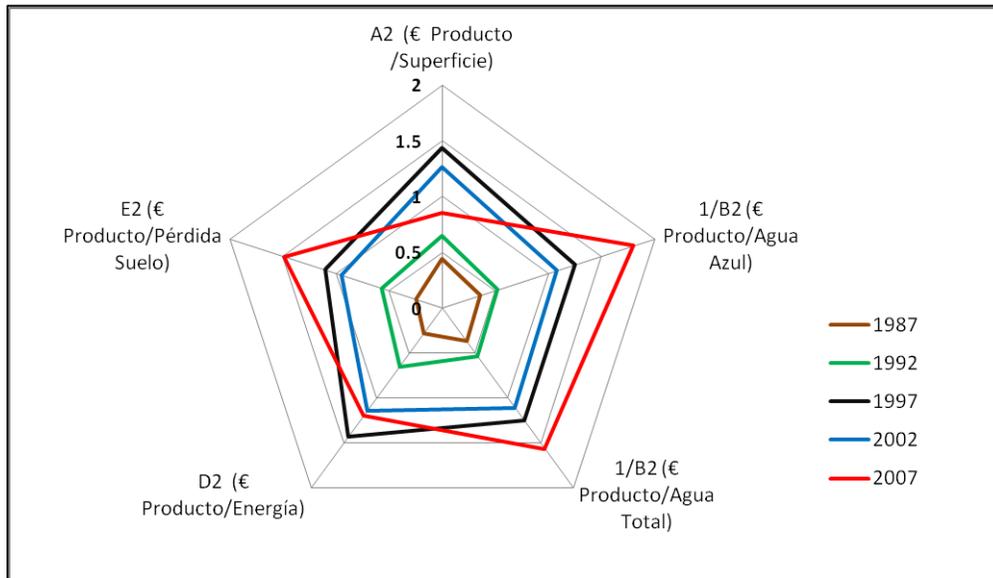


Gráfico 27. Indicadores físicos de sostenibilidad del Pomelo

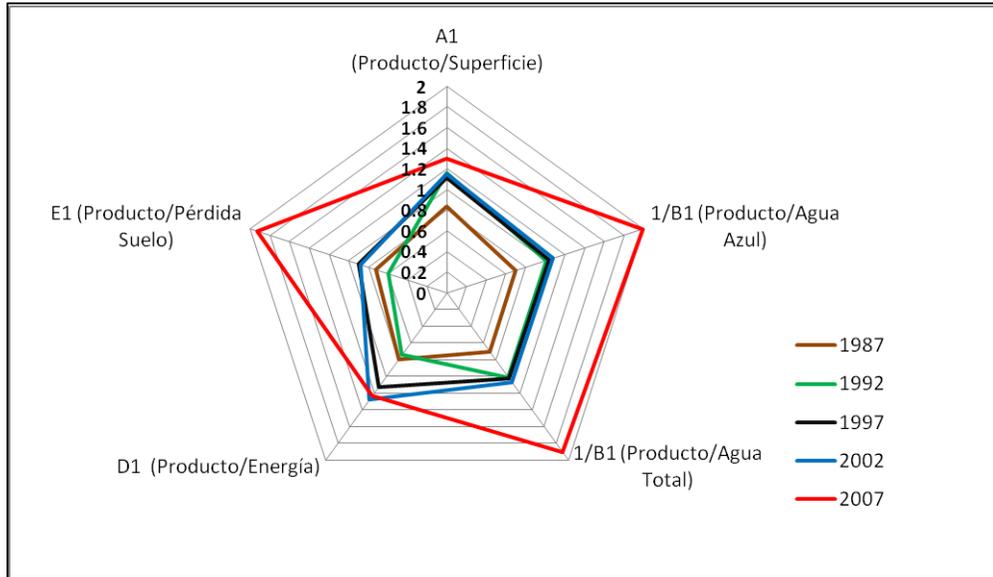


Gráfico 28. Indicadores económicos de sostenibilidad del Pomelo

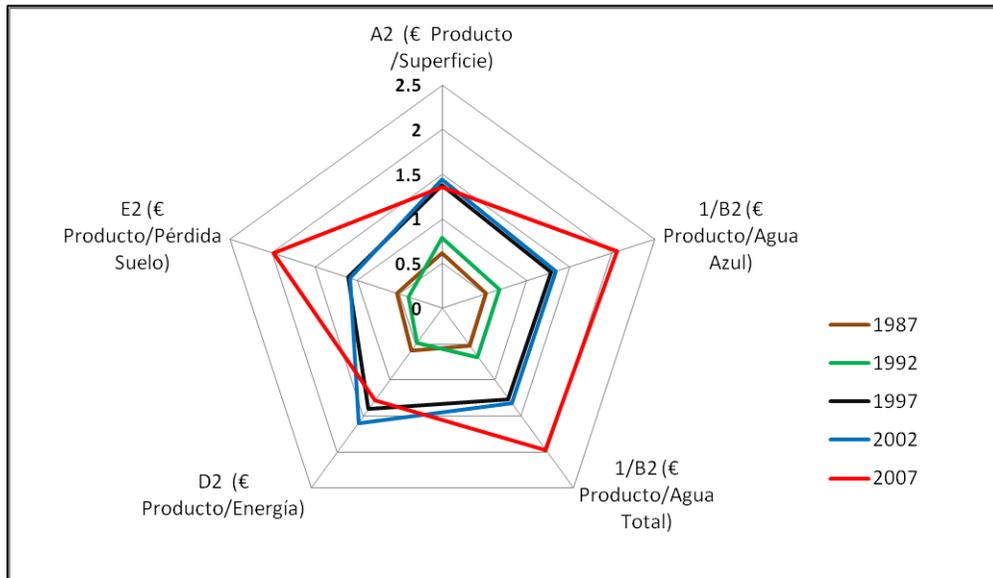


Gráfico 29. Indicadores físicos de sostenibilidad del Melón

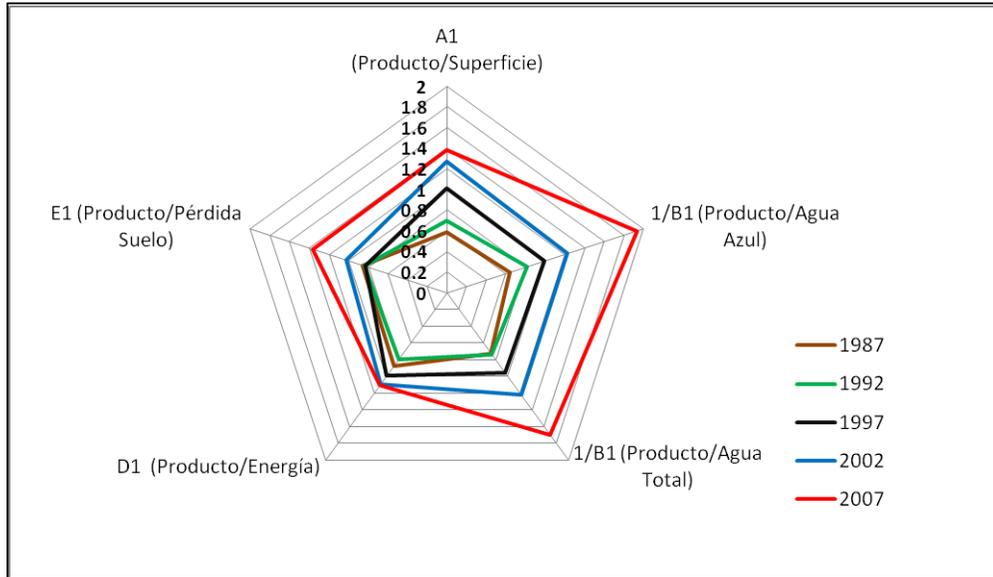


Gráfico 30. Indicadores económicos de sostenibilidad del Melón

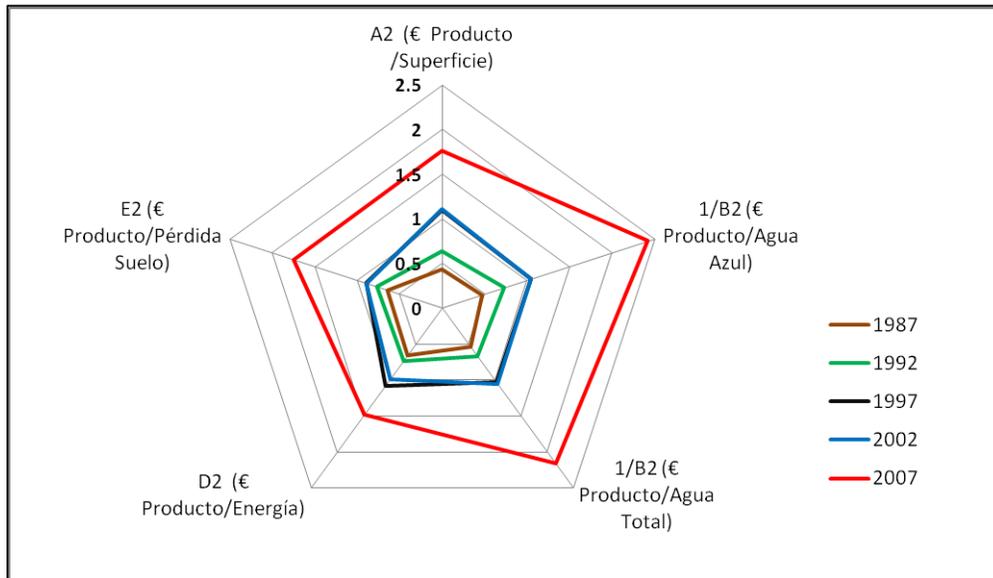


Gráfico 31. Indicadores físicos de sostenibilidad del Tomate

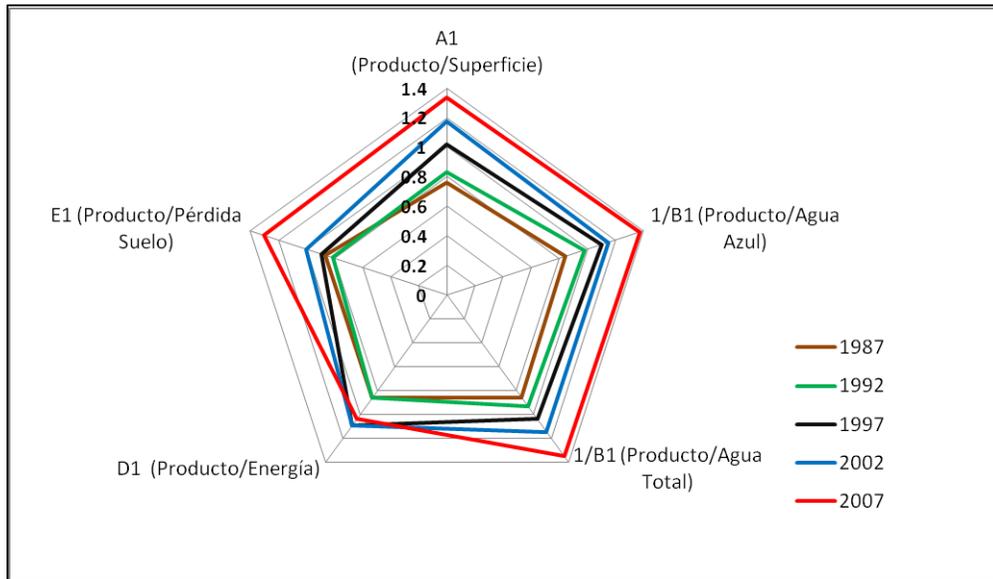
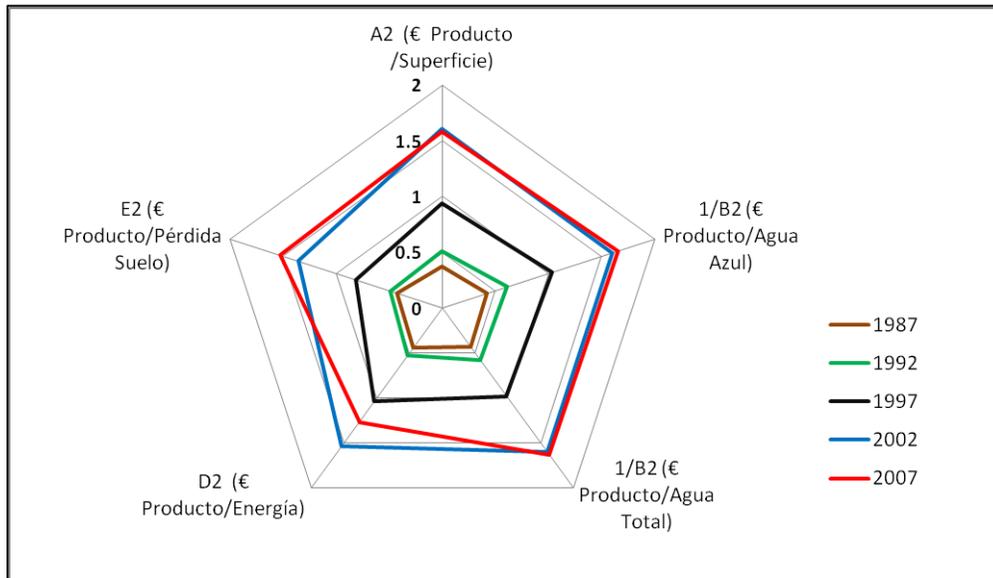


Gráfico 32. Indicadores económicos de sostenibilidad del Tomate



2.3.1.1 TIERRA (INDICADORES A1 Y A2)

Los rendimientos de todos los cultivos analizados marcan tendencias claramente positivas durante el período de 1980-2008. En consecuencia hace falta menos tierra para producir una tonelada de cualquiera de los productos o para obtener un euro de valor de cosecha. Los aumentos son menos acentuados en girasol, trigo, cebada, olivar de transformación, que en maíz, remolacha, olivar, viñedo, tomate, melón o remolacha. Solo en mandarino los rendimientos muestran una tendencia plana. Los cultivos cuya producción se realiza mayoritariamente en secano muestran rendimientos medios con fuertes oscilaciones alrededor de sus tendencias.

En general los indicadores A1 y A2 en los gráficos estrella muestran un ordenamiento desde dentro en los primeros años de la serie (1987 y 1992) (menor productividad), hacia afuera (mayor productividad) en los períodos más recientes (2002 y 2007) para todas las producciones.

A partir de los gráficos situados en el capítulo 3, con todos los años (1980-2007) y sus tendencias se aprecian algunos matices. En general las tendencias no son lineales, mostrando en casi todos los casos una curvatura que expresa bien una aceleración de las mejoras en productividad (curvas convexas al origen) o una desaceleración (curvas cóncavas). En el primer caso, un indicador con una curva convexa creciente estaría sugiriendo que los aumentos de productividad en términos de producción por hectárea no muestran signos de agotamiento, como sería el caso de un indicador con curva cóncava.

Los cultivos con aumentos de productividad con curva convexa (creciente) son todos los cereales, la remolacha, el olivar de mesa y transformación, la uva de mesa y de transformación, el melón y el tomate. Cabe inferir de sus tendencias que estos cultivos todavía experimentarán en el futuro aumentos de productividad.

Los cultivos que, teniendo una tendencia positiva en productividad, su tendencia describe una curva cóncava (tendiendo al crecimiento nulo) son el girasol y los cítricos. No es por tanto probable que en estos cultivos se produzcan en el corto y medio plazo aumentos importantes en su productividad o rendimientos.

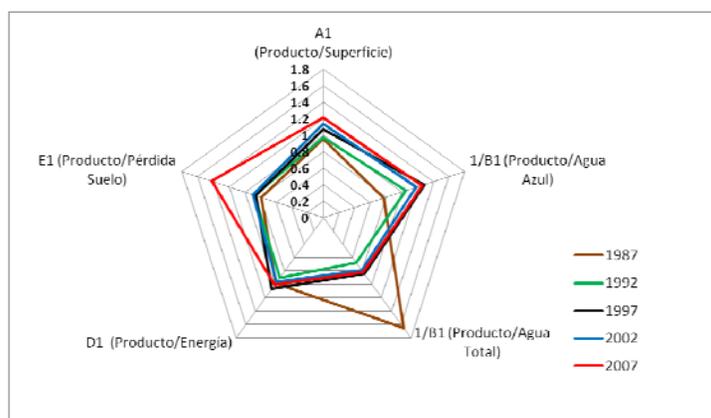
En términos de valor de las cosechas por superficie, debido a que la evolución del indicador resulta del efecto combinado de los precios junto al de la producción, algunos cultivos no se clasifican de la misma forma que lo hace su rendimiento. Por ejemplo, la productividad económica del girasol y del limonero tiende al aumento a pesar de que en términos de productividad física la evolución sea negativa o creciente pero tendiendo a la estabilización. El caso contrario lo encontramos en remolacha, olivar de transformación o uva de mesa, en los cuales los fuertes crecimientos en productividad física son acompañados por tendencias a la

estabilización o por ligeros descensos en términos de valor económico. Esto es evidentemente debido a tendencias negativas de los precios de los productos, especialmente en los últimos años de la serie.

2.3.1.2 AGUA (B1 Y B2)

Los gráficos estrella contienen dos vértices del pentágono que hacen referencia al uso de agua azul (agua de riego) y agua total. La metodología empleada en el cálculo del uso del agua permite diferenciar entre el consumo y la productividad del agua de lluvia (la precipitación efectiva) y de la Evapotranspiración teórica, de la que se puede obtener la productividad del agua de riego. Esta posibilidad es debida al análisis diferenciado de las superficies de cultivo de secano y regadío. En general la evolución de estos índices de productividad física y económica es también positiva, pero no tanto como en los rendimientos.

Hay que resaltar el resultado excepcional que se muestra en el uso del agua total del Viñedo de Transformación del año 1987, que volvemos a reproducir a aquí para facilitar la explicación.



Recordemos que los indicadores son cocientes de dos variables (producto total / uso de un factor) y que el gráfico los representa normalizados respecto de la media de esos cocientes para toda la serie 1987-2008. La razón por la que el año 1987 muestra este resultado excepcional en el indicador 1/B1 (producto/Agua total) es que la cosecha ese año fue un 30% superior a la media, mientras que el uso del agua de lluvia inferior un 20% a la media (variando entre provincias). Al aumentar el denominador y disminuir el denominador, el indicador aumenta notablemente, reduciendo a su vez en términos relativos el de los demás años.

Por esta razón, los gráficos estrella solo ofrecen una visión parcial de la evolución de los parámetros de sostenibilidad de los cultivos, que debe complementarse con la evolución de cada uno de ellos por separado. En efecto, a partir de los gráficos situados en el capítulo 3, con todos años (1980-2007) y sus tendencias se aprecian algunos matices. En la misma medida que en el indicador de uso de tierra, y por tanto en los rendimientos económicos y productivos de

los cultivos, la productividad del agua ha experimentado notables aumentos. Como es natural, los indicadores de productividad de uso del agua siguen tendencias muy diferentes con arreglo al origen del agua. Se destacan en primer lugar los resultados correspondientes al agua de riego, y posteriormente los correspondientes al agua de lluvia.

Con respecto a la productividad del agua de riego (m^3/t) se aprecian disminuciones de consumo por unidad de producción (mejoras en la productividad) en maíz, remolacha, viñedo de mesa, cítricos, melón y tomate. Un comportamiento más estable se encuentra en girasol, olivar y viñedo de transformación.

El comportamiento de los cultivos con respecto al agua de lluvia es de estabilización en trigo, girasol y cebada, de aumento de la productividad en olivar y viñedo de transformación y disminución en uva de mesa, si bien en este cultivo el secano tiene una importancia marginal.

En términos de productividad económica, en todos los cultivos la productividad del agua de riego ha mejorado notablemente. Ello quiere decir que cada vez hace falta menos agua para generar un € de cosecha. Sin embargo, las mejoras en productividad del agua tienen a mostrar un cierto agotamiento, como ponen de manifiesto el ligero cambio de tendencia en los últimos años, revelando en conjunto que las mejoras más importantes tuvieron lugar en la primera mitad de la serie de datos (1980-1995), siendo las curvas más planas en la etapa final. Se concluye de ello que las mejoras en productividad económica del agua serán para un mismo cultivo limitadas en el tiempo, e irán asociadas a mejoras en el manejo del cultivo y en técnicas y aplicaciones de agua más precisas. Para mantener un ritmo sostenido de aumento en productividad será necesario cambiar los cultivos y las variedades.

2.3.1.3 EMISIÓN Y ENERGÍA (C1 Y C2, D1 Y D2)

De acuerdo con los objetivos planteados, se ha desarrollado una metodología de análisis de la evolución de los indicadores de sostenibilidad en el apartado de la energía consumida en cultivos agrícolas y de las emisiones producidas.

Con los datos disponibles se han calculado, para los cultivos seleccionados, los parámetros requeridos: la energía empleada por unidad de superficie y, teniendo en cuenta las producciones obtenidas, la energía por cantidad de producto. A continuación, con dichos valores, se han calculado las emisiones de carbono producidas por gasto de combustible agrícola.

Los resultados ponen de manifiesto el esfuerzo realizado para reducir unos valores que en los últimos años se han visto condicionados por una legislación muy restrictiva relativa al control

de emisiones de gases contaminantes. El cumplimiento de los requisitos exigidos se hace a costa del ahorro en el consumo de combustible. Los consumos energéticos por combustible aumentan, pero proporcionalmente el gasto referido a la cantidad de producto muestra una evolución positiva.

2.3.1.4 PÉRDIDAS DE SUELO (E1 Y E2)

Respecto a los resultados de los Indicadores de Pérdidas de Suelo cabe destacar que tanto el Indicador E1 (Kg de producto/t de suelo) como el E2 (€/Kg de producto) aumentan a lo largo del periodo en estudio en todos los cultivos. Es decir, que cada vez se produce más cantidad de producto y el agricultor percibe más dinero por éste, con respecto a las pérdidas que se producen de suelo.

Globalmente, se puede decir que la tendencia observada es hacia un aumento de la producción y de los precios de los cultivos al mismo tiempo que gracias a las técnicas empleadas disminuyen la pérdida de suelos.

2.3.1.5 FLUJO DE CARBONO (F1 Y F2)

El crecimiento de los cultivos depende de la síntesis de compuestos orgánicos a partir de la absorción de anhídrido carbónico (CO₂) de la atmósfera, de agua y de los nutrientes absorbidos a través del suelo. Entre el 40-45% de la biomasa vegetal es carbono (C). Esto quiere decir que la absorción de carbono guarda una relación lineal para cada cultivo, por lo que la variación a lo largo del tiempo es pequeña para un mismo cultivo.

El indicador F1, kilogramos de CO₂ por kilogramo de producto, calcula la diferencia entre el CO₂ absorbido por el cultivo que dependen de la producción anual y las emisiones de CO₂ en este caso solo consideradas las debida al consumo directo de combustible. Por lo que la variación a lo largo del tiempo del indicador dependerá de las modificaciones en el itinerario tecnológico del cultivo vinculado al uso de combustibles (por ejemplo entre 2,59 y 2,64 para la cebada y trigo en una serie de 30 años; 1,79 y 1,81 para el maíz; 3,72 y 3,94 para el girasol; en cítricos varía entre 0,195 y 0.202 gráficos del 1 al 31).

Esto quiere decir que el valor de CO₂ absorbido nos da la capacidad máxima de fijación de CO₂ por el cultivo y que a partir de este valor techo y por descuento se obtendrá el flujo de CO₂. Es importante señalar, aunque no se da el caso, que el objetivo de la producción agraria es principalmente la obtención de alimentos, esto es compuestos orgánicos, y que por ello no hay

la finalidad de que el balance de CO₂ sea positivo, es decir podría darse el caso de que las emisiones fuesen mayores a la absorción, dado que lo que se busca es transformar una fuente inorgánica, que emite CO₂, en otra orgánica.

En el caso de los cítricos todos presentan valores similares al tratarse de cultivos muy afines por lo que no es necesario tal grado de detalle, permitiendo su agrupación en una única categoría: cítricos. Lo mismo ocurre para el olivar de mesa y de transformación con flujos de CO₂ que varían entre 0,65 y 0,75. No obstante en estos casos si pueden aumentar las diferencias en las emisiones de CO₂ ya que el manejo del olivar puede variar de forma sustancial.

Para la remolacha el valor de F1 varía entre 0,187 y 0,190. A medida que el contenido de agua en el producto aumenta (uva, tomate) el valor del indicador disminuye. En el caso del viñedo de transformación el valor del índice varía en un rango mayor entre 0,04 y 0,08, por lo que habría que precisar el proceso de cálculo dado que en este cultivo hay muchas operaciones (poda, despuntado, poda en verde) y formas de cultivo (regadío, secano, formas de conducción) que modifican las relaciones entre el crecimiento total y el reproductivo. Aunque esto no ocurre en el viñedo de mesa que varía entre 0.085 y 0.094, seguramente debido a la mayor regularidad de las producciones.

Las diferencias entre cultivo se deben al tipo de producto cosechado y a su contenido en humedad. Por lo que muestras valores más altos los productos secos (Cereales) que los frescos (frutas y hortalizas).

Los valores obtenidos de absorción de CO₂ por los cultivos son acordes con los calculados por Carvajal (2009). En ese caso fueron calculados a nivel de maceta y por tanto los resultados son algo mayores que los obtenidos en este trabajo.

El indicador F2 toneladas de CO₂ por euros corriente de producto introduce un factor económico sobre el agronómico por lo que la variabilidad aumenta. En este caso al tener un flujo de Carbono en el que prevalecen absorciones sobre emisiones, dando un valor del flujo muy robusto a lo largo del tiempo el efecto evolución del precio es mayor.

En la evolución del indicador F2 toneladas de CO₂ por euros corriente de producto desde el año 1980 al 2008 se observan dos momentos característicos que pueden estar relacionados con cambios significativos de la Política Agraria Común: uno a partir del año 1992 y otro a partir del 2004. Relacionados con cambios en la tendencia. El primero modifica el sistema de ayudas a los agricultores pasándose de ayudas vía precios a pagos directos, el precio entonces disminuye y el valor del indicador aumenta, aunque este comportamiento depende de la OCM correspondiente. A partir de 2004 se inicia el desacoplamiento de los pagos directos o

compensatorios, se liberaliza la toma de decisiones del agricultor y se abandona el barbecho obligatorio todo ello se refleja en cambios de tendencia en los indicadores.

El indicador inverso 1/F2 muestra el valor residual que se pagaría por tonelada de CO₂ fijado por un determinado cultivo. La tendencia es creciente en toda la serie. Muestra valores que van desde los 30 Euros de los cereales en general por tonelada de CO₂ a los 6000 euros por tonelada de CO₂ del cultivo de tomate a los alguna vez alcanzado en la serie 14000 euros por tonelada del vino. Este indicador nos permite su comparación con el mercado de bonos de carbono que indica una cotización de precios de carbono del orden de 15 Euros la tonelada.

En cualquier caso si nuestro objetivo fuese fijar carbono sería más ventajoso los cereales que los productos frescos.

2.4 INDICADORES GANADEROS

El consumo medio de agua a lo largo del periodo estudiado para bebida y servicios por kg de producto en porcino y avicultura se encuentra en 20,4 L/kg de carne de cerdo, 5,24 L /kg de carne de pollo y 5,83 L/kg de huevo. El consumo total anual medio de agua para estas tres producciones ganaderas supone 54, 6 y 3 hm³, lo que representa en conjunto un 0,071 % de la disponibilidad total de agua en España: 89000 hm³.

Las emisiones medias de gases con efecto invernadero (GEI), incluyendo tanto metano como óxido nitroso, se encuentran en 2,45 kg equivalentes de CO₂/kg carne de cerdo. En aves de carne y puesta, se deducen unos valores de 0,932 y 0,943 kg equivalentes de CO₂/kg carne de pollo y kg de huevos respectivamente. En el caso del ganado porcino la mayor parte de las emisiones (un 67%), corresponden a emisiones de metano derivadas de la gestión del estiércol, mientras que en las aves proceden mayoritariamente (en un 98 %) de la formación de óxido nitroso durante la aplicación del purín como fertilizante. El peso proporcional que suponen estas emisiones en el conjunto de las emisiones nacionales de GEI en 2008 es, como media, de un 2,50 % (2,07, 0,28 y 0,14 % para el ganado porcino, las aves de carne y las aves de puesta, respectivamente).

Las estimaciones obtenidas tanto para consumo de agua como para emisiones de GEI son sensiblemente inferiores que las que normalmente se manejan en los medios de comunicación. Así por ejemplo, la revista National Geographic (2010) en su número del mes de Abril ha publicado unas cifras de necesidades de agua de 4.815, 3.912 y 3.344 L, para la producción de un kg de carne de porcino, aves y huevos, respectivamente. Una explicación parcial para estas diferencias podría estar en que en nuestro estudio no se han contabilizado ni el consumo de agua ni el de energía fósil para producir los alimentos y piensos compuestos que consumen los animales. Sin embargo, una primera estimación indica que aún considerándolos, el resultado permanecería muy por debajo de los datos que se publican habitualmente.

Los resultados del presente estudio indican una disminución a lo largo del período estudiado de los consumos de agua y de emisiones de GEI cuando se expresan por kg de producto obtenido, tal como se muestra en la Tabla 1. Esta reducción de consumos y emisiones puede explicarse, al menos parcialmente, por una mejora paralela de la eficacia productiva, que ha seguido la evolución que se presenta en el Gráfico 33, en el Gráfico 34 y en el Gráfico 35. Este incremento de eficacia se traduce en una menor repercusión de los consumos de agua y emisiones de GEI correspondientes al mantenimiento de los rebaños reproductores asociados a esas producciones. Además, a lo largo del periodo considerado se ha producido un incremento (no cuantificado en el presente estudio) de la eficacia alimenticia. La mejor conversión del pienso implica un menor consumo de pienso (y por tanto de agua) y una menor producción de

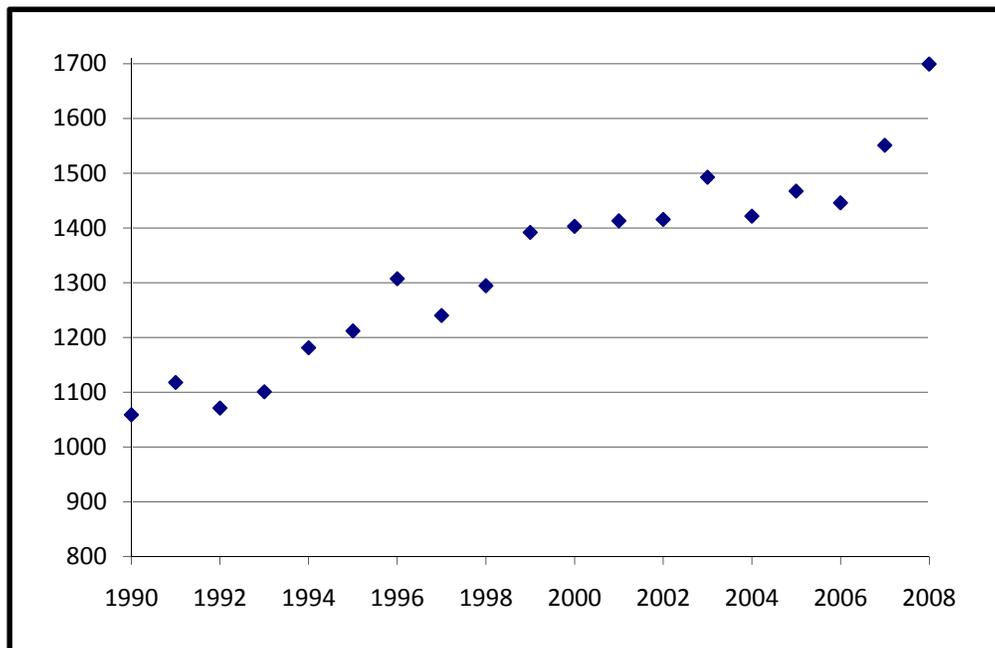
estiércol (y por tanto de emisiones de metano y óxido nítrico) por unidad de producto obtenido.

Tabla 1. Evolución del consumo de agua y de las emisiones de GEI por unidad de producto en los sectores porcino y avícola a lo largo del periodo considerado

	1990	2008	Reducción, %
CONSUMO DE AGUA			
Por kg carne porcino	23,35	18,32	21,54
Por kg carne pollo	5,51	4,62	16,15
Por kg de huevos	5,71	5,51	3,50
EMISIONES GEI*			
Por kg carne porcino	2,80	2,30	17,85
Por kg carne pollo	0,96	0,84	12,50
Por kg de huevos	0,92	0,88	4,34

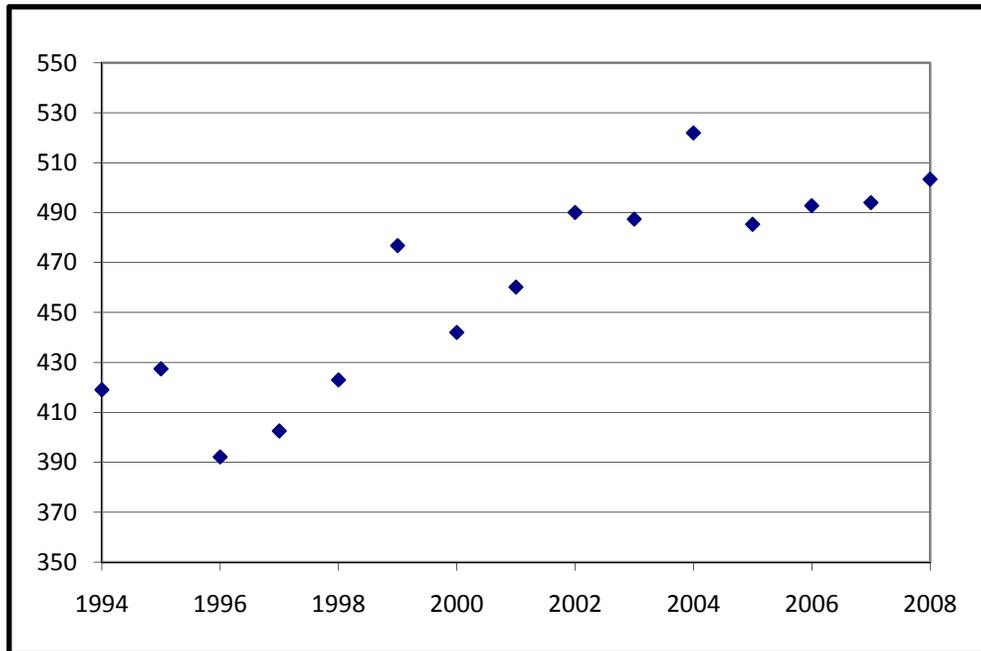
*en kg de CO₂ equivalente

Gráfico 33 Evolución de los Kg de carne producida anualmente por cerda reproductora desde 1990 al 2008



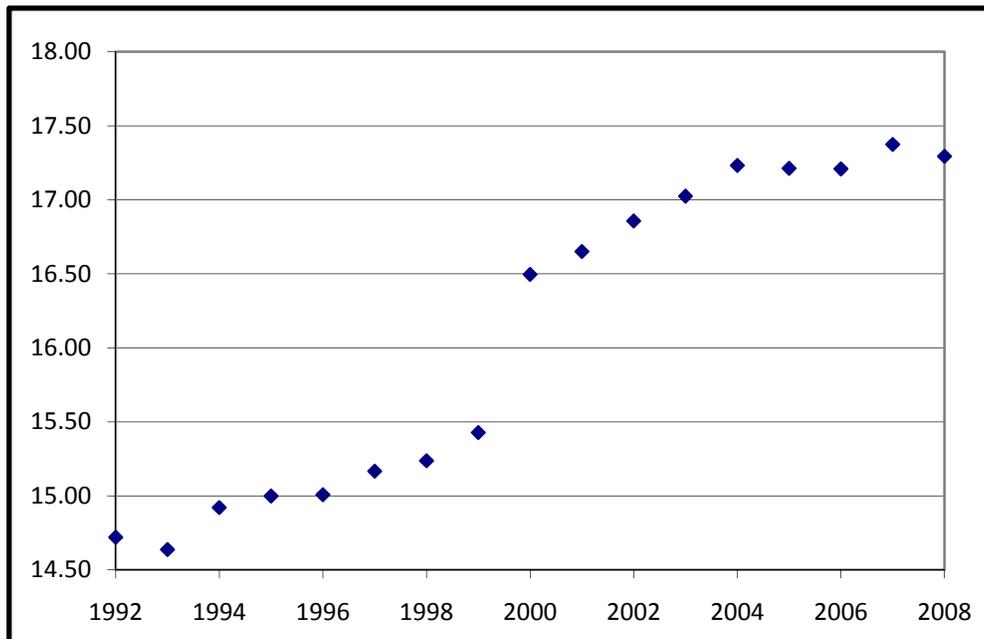
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 34. Evolución de los Kg de carne producida anualmente por gallina reproductora pesada desde 1994 al 2008



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 35. Evolución de los Kg de huevo producidos anualmente por gallina ponedora desde 1992 al 2008



Fuente: Elaboración propia.

3 EXTENSIONES DEL ESTUDIO

3.1 ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD

En general, la presentación de datos agregados para toda España oculta evoluciones, tendencias y patrones de sostenibilidad diferenciados entre provincias y Comunidades Autónomas. Un análisis más desagregado permitiría visualizar la evolución de los indicadores desde una perspectiva geográfica y por tanto más precisa. Esto se aplica naturalmente a todos los indicadores, pero con mayor motivo a los indicadores físicos de la producción que a los económicos.

Una extensión clara del estudio consistiría en la realización de un análisis diferenciado de la evolución de los precios en origen y en destino, segmentando donde sea posible las diferentes etapas en la cadena de valor. Ello permitiría completar un estudio más preciso de las razones que explican las marcadas diferencias entre los precios percibidos por los productores y los precios pagados por los consumidores.

La productividad del agua podría medirse con mayor precisión, integrando mediciones directas, considerando las asignaciones de agua que otorgan los organismos de cuenca, la cartografía de técnicas de riego, y otras fuentes, en general dispersas, de los servicios estadísticos de las CCAA y los organismos de cuenca.

3.2 EMISIONES Y ENERGÍA

Respecto a las posibles extensiones para el cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad de la Energía y de las Emisiones, sería necesario tener en cuenta ciertos aspectos fundamentales.

El trabajo se ha realizado sobre la base de un período de tiempo corto y unos datos disponibles que se considera conveniente ampliar.

Resulta de gran interés profundizar en los itinerarios técnicos de los cultivos, en aquéllos casos en los que existen, porque ponen en evidencia el esfuerzo ahorrador en el gasto energético debido al consumo de combustible. Para ello se requeriría realizar una amplia labor de recopilación de datos a nivel de todo el territorio nacional, para lo cual se precisa tiempo y personal adecuado.

Los datos de consumo de combustible de los tractores agrícolas proceden de una fuente de indudable solvencia, pero si se dispone de más tiempo, sería conveniente realizar una diferenciación por cultivos y potencias.

Además aclarar que para calcular dichos Indicadores sería necesario contabilizar la energía empleada de forma directa e inversa, lo que permitiría pasar a un nivel de medida más preciso. La energía directa es la que procede del gasto de combustible utilizada para todas las labores agrícolas, riego y transporte. Por su parte la energía indirecta es aquella que procede de la fabricación y mantenimiento de las máquinas, fertilizantes y productos fitosanitarios. Hasta el momento se han contabilizado los consumos de combustible agrícola en las principales operaciones agrícolas, y por lo tanto sería recomendable complementar dichos Indicadores. De esta forma se ofrecerían resultados más reales para los Indicadores de Sostenibilidad de la energía, emisión y flujo de carbono.

3.3 PÉRDIDAS DE SUELO

Las limitaciones que se han encontrado a lo largo de los Indicadores de Erosión son los siguientes:

- 1.- Falta de estudios para obtener los valores de veinticuatro provincias a partir del estudio del Inventario Nacional de Erosión de Suelos. En la actualidad se disponen estudios de veintiocho provincias, lo que limita los resultados. En el futuro se dispondrán de más estudios, ya comenzados por parte del MARM para más provincias españolas.
- 2.- No existe una fuente más fiable para la obtención de las pérdidas de suelo que el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, por lo tanto, el estudio debería complementarse una vez que obtengamos los resultados de los estudios correspondientes.

3.4 FLUJO DE CARBONO

En el estado actual el indicador F1, kilogramos de CO₂ por kilogramo de producto, nos está proporcionando sus valores máximos. Por lo que es necesario identificar y valorar la ficha tecnológica de cada cultivo y en cada año para completar el cálculo de las emisiones.

Para ello es necesario incorporar el uso de la energía de forma:

Indirecta:

- Empleada en la producción y transporte del fertilizantes y productos fitosanitarios
- Incorporada en otros medios de producción (coste de fabricación y transporte de la maquinaria, material de riego, material invernaderos, plásticos)
- Incorporada por la mano de obra del agricultor

Directa:

- Energía para el riego
- Otros usos de la energía diferentes a la maquinaria.

En cualquier caso conviene recordar que el consume directo de energía del sector agrario en España representa solo el 3%.

Es recomendable revisar la exactitud de algunos indicadores que se calculan como números fraccionarios ya que cuando el divisor es una cantidad extremadamente pequeña el valor que se obtiene es grande. En el caso del Flujo de carbono que se calcula por diferencia entre carbono absorbido y emitido a medida que la diferencia se reduce el valor es más pequeño por lo que sus inversos tienden a aumentar. Es importante señalar aquí que la metodología empleada para el cálculo de CO₂ emitido sólo ha tenido en cuenta el desprendido a raíz del consumo de combustible por lo que sería muy conveniente, al igual que se ha comentado en el apartado de energía, incluir las emisiones de CO₂ debidas al resto de operaciones no incluidas en el estudio actual.

Se han estudiado muchos cultivos e indicadores, en estos últimos algunos por combinación de varios indicadores por lo que en un futuro se debería hacer evaluar mediante un análisis clúster o de conglomerados. Este tipo de análisis se utiliza para determinar el número de clases en las que puede dividirse un conjunto de indicadores cada uno de los cuales viene descrito por un conjunto de características o variables. Diversos trabajos han mostrado (González de Miguel et al. 2009) cómo el análisis clúster puede discriminar la vinculación entre indicadores y por tanto simplificar el número de indicadores a estudiar.

Para el flujo de carbono sería interesante incluir el balance de materia orgánica del suelo (Paustian et al. 1997). Aunque esto no es fácil ya que se requiere información de suelos detallada: tipo de suelo y contenido de materia orgánica; y conocer la rotación de cultivos que aplica el agricultor. Además el contenido de materia orgánica del suelo relaciona carbono y nitrógeno, dado que el suelo mantiene una relación C/N prácticamente constante, entonces un aumento o disminución del contenido de materia orgánica del suelo va unido a un aumento o disminución de la cantidad de nitrógeno almacenada en el suelo. Es decir sólo podrá aumentar la materia orgánica de un suelo si hay más nitrógeno disponible en el sistema.

3.5 GANADERÍA

El trabajo realizado ha permitido obtener conclusiones de interés en el área objeto del estudio. Sin embargo los resultados ofrecen una visión todavía parcial de todos los elementos a considerar. La principal limitación del trabajo ha sido la del tiempo y medios disponibles que han impedido abordar sus objetivos en toda su extensión. Para completarlo se proponen las siguientes actuaciones:

- Ampliar el estudio de la evolución de los parámetros determinados al ganado vacuno de carne y leche que constituye el otro gran sector ganadero que más contribuye a nivel nacional a estos índices.
- Estimar el consumo anual de agua y de energía fósil necesario para la obtención de alimentos dedicados a la producción porcina, bovina y avícola, a partir del balance de consumo de materias primas para estas especies ganaderas.
- Cuantificar la evolución de la eficiencia de conversión alimenticia a lo largo del periodo estudiado en cada una de las especies y sistemas de producción considerados.
- Evaluar para el conjunto de las tres especies la producción de fertilizante de origen orgánico y el ahorro que supone en fertilizantes de síntesis o químico y, por extrapolación, del combustible fósil necesario para su elaboración.

4 METODOLOGÍA, FUENTES DE DATOS Y RESULTADOS DE CADA GRUPO DE INDICADORES

4.1 INDICADORES ECONÓMICOS

4.1.1 RESULTADOS ECONÓMICOS DE LA ACTIVIDAD AGRARIA

4.1.1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio de los resultados económicos de la actividad agraria es analizar su evolución global a lo largo de la serie temporal estudiada que comprende el período desde 1980 hasta 2008, ambos inclusive.

Para ello se ha partido de las macromagnitudes agrarias como representación simplificada de las operaciones y flujos económicos que se realizan en la agricultura en un periodo contable, y por tanto como indicadores de la dimensión económica del sector. Dentro de las diferentes macromagnitudes se ha analizado la evolución de la Producción Final Agraria (PFA) y de la Renta Agraria (RA), o Valor Añadido Neto (VAN) al Coste de los factores.

Además de la evolución de estas macromagnitudes, tanto en euros corrientes como constantes, se han calculado los índices de producción por habitante, y de renta por unidad de trabajo. Con ello, se trata de establecer la evolución de la capacidad de la agricultura como suministradora de alimentos a la población y sostenedora de la actividad en el mundo rural y de la productividad del trabajo.

La evolución de la dependencia exterior, a través de los consumos intermedios, se ha analizado mediante la evolución del consumo de fertilizantes, en toneladas de N, P y K por euro de Producción Final Agrícola.

4.1.1.2 METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

Las series de la Producción Final Agraria y Agrícola, de la Renta Agraria y de los consumos de fertilizantes, han sido obtenidas de los Anuarios de Estadística Agraria (www.marm.es). Estos datos recogen los resultados nacionales desde 1980 hasta 2008.

Los datos referentes a las Unidades de Trabajo Empleadas (UTA) en la agricultura también proceden de los Anuarios de Estadística Agraria. Por su parte los datos relativos a la Población Nacional Total, se han obtenido del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para obtener la evolución de las macromagnitudes en euros constantes se han utilizado el Índice General de Precios Percibidos por los agricultores (IGPP) para deflactar la serie de la PFA y el Índice de Precios al Consumo de los productos agrícolas (IPC) para la serie de la RA. El IGPP se ha obtenido del Boletín Mensual de Estadística Agraria publicado por el MARM y el IPC de la Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional del Ministerio de Economía y Hacienda.

La metodología y conceptos empleados en la elaboración de las macromagnitudes están establecidos por la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT). En la serie temporal que se ha analizado en el presente estudio, desde 1980 hasta 2008, se produjo un cambio en la metodología empleada para el cálculo de las macromagnitudes.

La primera metodología, empleada hasta el año 1996, es la conocida como metodología C.E.A. (Cuentas Económicas de la Agricultura) y en ella se definen la Producción Final Agraria y la Renta Agraria como:

PRODUCCIÓN FINAL AGRARIA:

Suma aritmética de los bienes y servicios vendidos a otras ramas de la economía, así como los bienes transformados por los productores, los bienes que han sido consumidos en los hogares de los productores y el aumento o disminución de los stocks de productos terminados.

RENTA AGRARIA O VALOR AÑADIDO NETO AL COSTE DE LOS FACTORES:

Cuantifica en síntesis, el montante de las remuneraciones percibidas por los factores originarios de la producción aplicados a la actividad agraria en el año de referencia, factores que en sentido amplio pueden individualizarse en: Tierra, Capital, Trabajo, Gestión empresarial y las subvenciones recibidas de las Administraciones Públicas.

A partir del año 1996, EUROSTAT adopta un nuevo sistema de cuentas que se conoce como SEC-95 (Sistema de Cuentas Europeo Integrado), obligando a un cambio en la forma de cálculo de las cuentas económicas de la agricultura. Con este cambio se pretende un acercamiento a la realidad de cada uno de los Estados Miembros de la UE, de forma que exista un vínculo común que permita la comparación y la agregación de los mismos para la obtención de las macromagnitudes agrarias de toda la UE.

Las modificaciones más importantes adoptadas en esta nueva metodología con respecto a la anterior son:

- Hasta entonces se consideraba cada provincia como una única explotación en la que los productos agrarios que se utilizaban, en un mismo año, para la obtención de una nueva producción dentro de la misma, se consideraban como reempleos; con la nueva metodología se crea el concepto de la Unidad de Actividad Económica Local (UAE-Local) que en el caso de la actividad agraria es la Explotación Agraria, de la que existen tres tipos: Agrícola, Ganadera y Mixta. Dicho cambio modifica significativamente el concepto de reemplazo; así, éste sólo aparece dentro de las explotaciones, con lo que los productos transferidos entre ellas no tendrán la consideración de reemplazos, sino ventas de las unidades que los transfieren y consumos intermedios para las unidades que los compran.
- Se introducen nuevos conceptos como el ganado caballar de raza, el ganado bravo, la caza, etc, que antes no se valoraban.
- En la Producción Final de la Rama Agraria se introducen los Servicios Agrarios (empresas que realizan servicios a terceros).
- Se crean las actividades Secundarias no Agrarias no Separables, en las que se incluyen la transformación en la propia explotación de productos agrarios.
- La valoración de la Producción de la Rama se realiza a Precios Básicos. Estos precios se obtienen para cada producto como resultado de añadir al precio que recibe el productor, las subvenciones al producto y restándole los impuestos que tenga, si es el caso. Esto supone que parte del capítulo de subvenciones de explotación de la metodología anterior se incorpora en la valoración de la producción de la rama agraria a precios básicos, y el resto aparece como Otras subvenciones a la explotación.
- Se valora como vino y aceite sólo aquel que elabora el agricultor, tanto individualmente como en cooperativas; cuando el agricultor no transforma se valora en uva y aceituna.
- En el apartado de Consumos de capital fijo se incluyen las Plantaciones.
- El concepto de VAB a precios de mercado se sustituye por VAB a precios básicos, como saldo entre la producción valorada a precios básicos y el consumo intermedio valorado a precios de adquisición.

Todos estos cambios en la metodología empleada para realizar las cuentas de la Agricultura, han supuesto un considerable aumento del Valor de la Producción Final de la Rama Agraria, en relación a la metodología anterior, así como de la Renta Agraria.

4.1.1.3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos tanto para la Producción Final Agraria como para la Renta Agraria, aparecen representados en los siguientes gráficos. En el primero se reflejan los resultados recogidos en millones de euros corrientes y en el segundo en millones de euros constantes. Tanto en la PFA como en la RA, se observa un salto en las series debido a la modificación de la metodología de cálculo.

4.1.1.3.1 Producción Final Agraria:

Gráfico 36. Producción Final Agraria (millones de € corrientes)

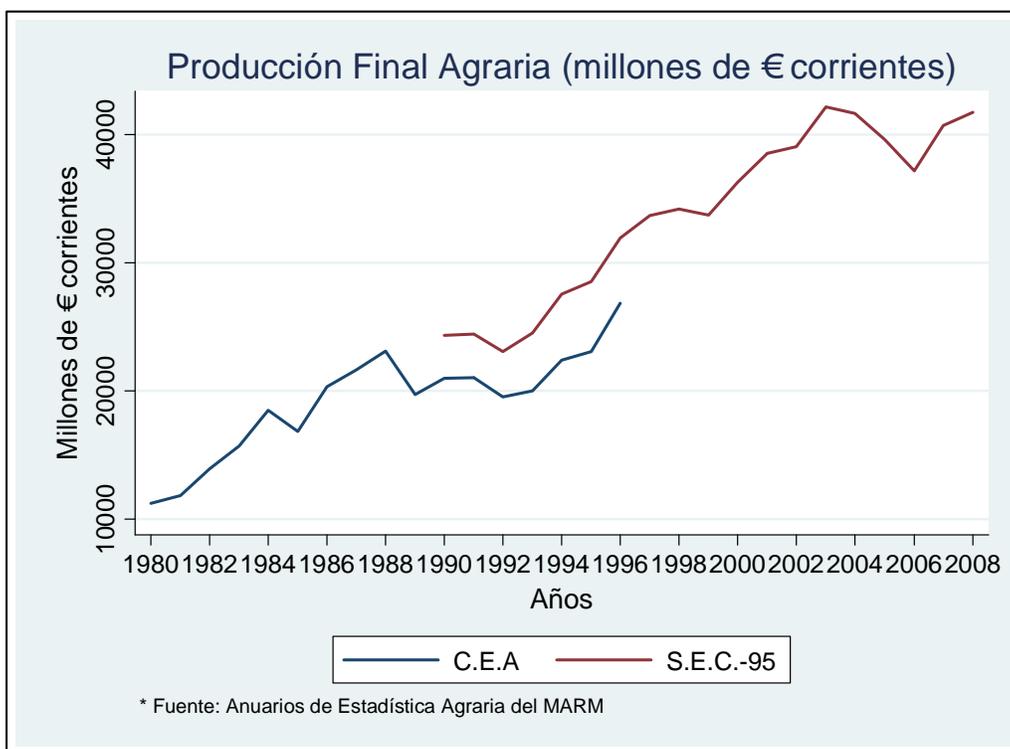
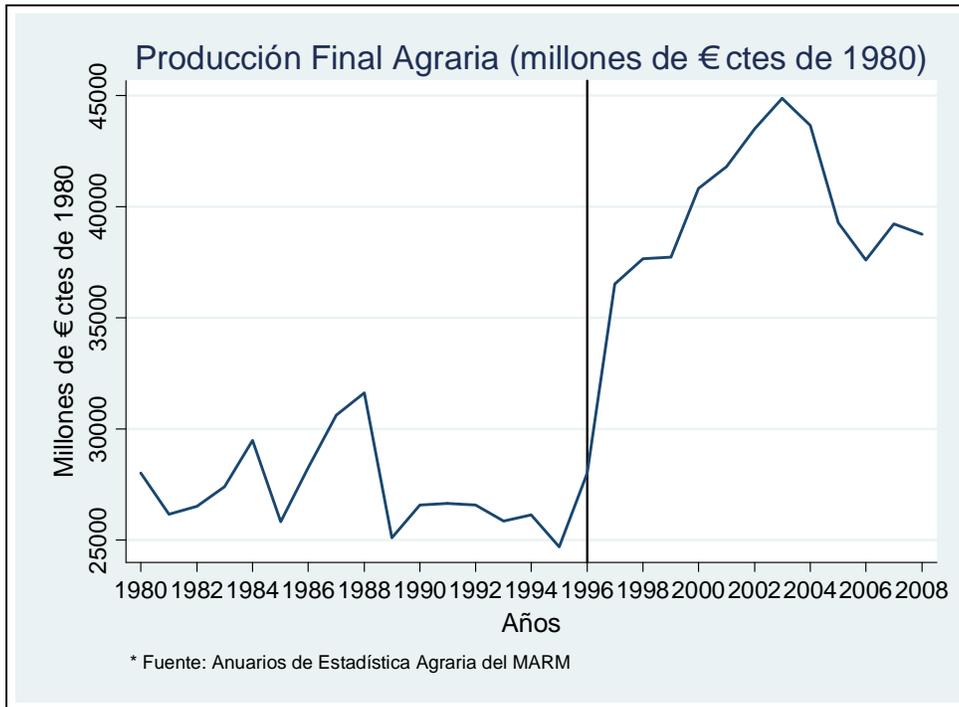


Gráfico 37. Producción Final Agraria (millones de € constantes)



Nota: Línea vertical indica cambio en la metodología

La PFA en euros corrientes ha mantenido una tendencia creciente con la excepción del período 1989/1992, hasta el año 2003, en que alcanza un máximo para descender desde entonces, con ligeros repuntes en el 2007 y 2008, debido al alza de los precios de los productos agrarios. En euros constantes, se observa una tendencia a la estabilización hasta 1996, en que comienza a aumentar hasta el 2003, en que también se alcanza el máximo, para pasar a descender desde entonces, con un ligero repunte aquí en el 2007.

4.1.1.3.2 Renta Agraria:

Gráfico 38. Renta Agraria (millones de € corrientes)

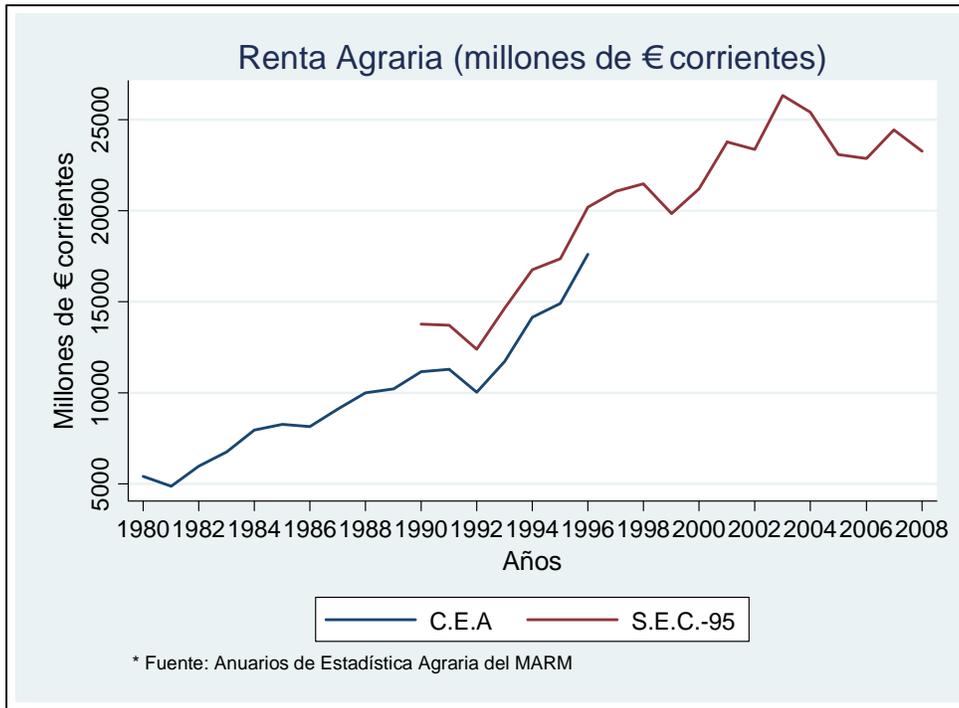
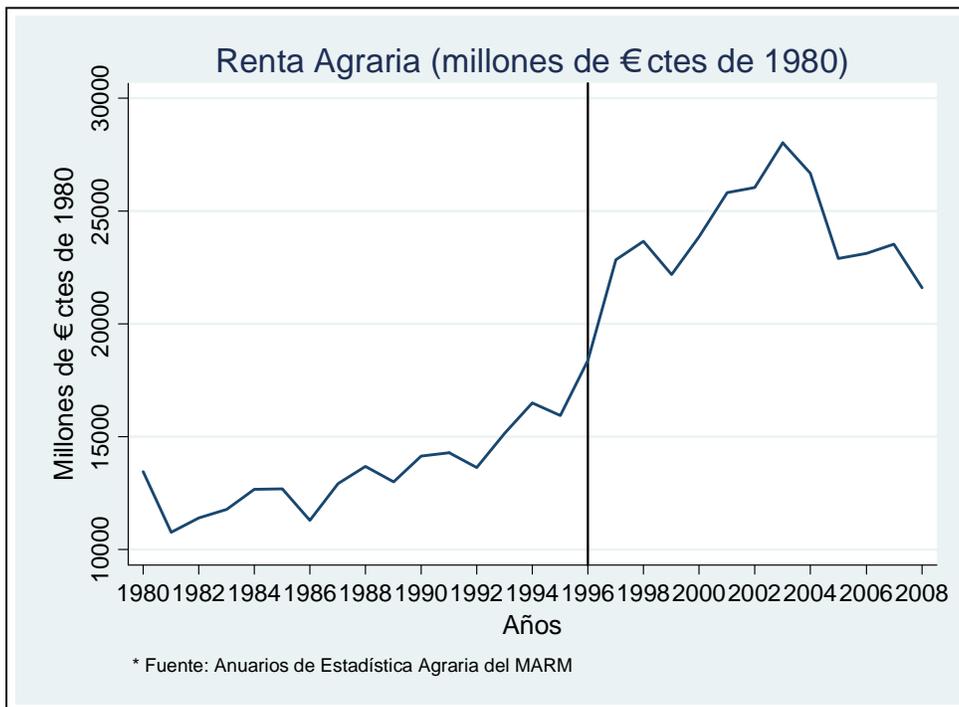


Gráfico 39. Renta Agraria (millones de € constantes de 1980)



Nota: Línea vertical indica cambio en la metodología

La evolución de la RA es creciente, en euros corrientes desde 1980 hasta el 2003, especialmente desde 1993, en que comienzan las ayudas directas de la PAC, aumentando significativamente el componente de subvenciones dentro de la RA. En euros constantes se observa esta misma evolución. Desde el 2003, la RA, especialmente en euros constantes no ha dejado de disminuir.

4.1.1.3.3 Relación entre PFA y población nacional

Con este indicador se mide la PFA por habitante, y por tanto refleja la capacidad de la agricultura en proporcionar bienes (alimentos y materias primas) a la población.

Gráfico 40. Relación Producción Final Agraria/Población (millones de € corrientes)

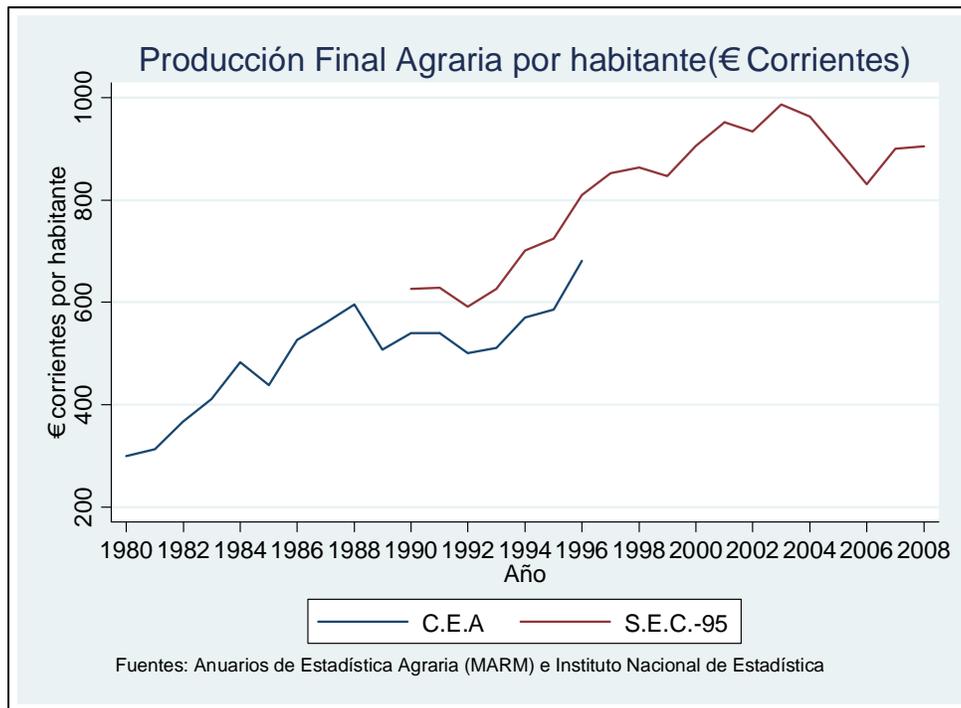
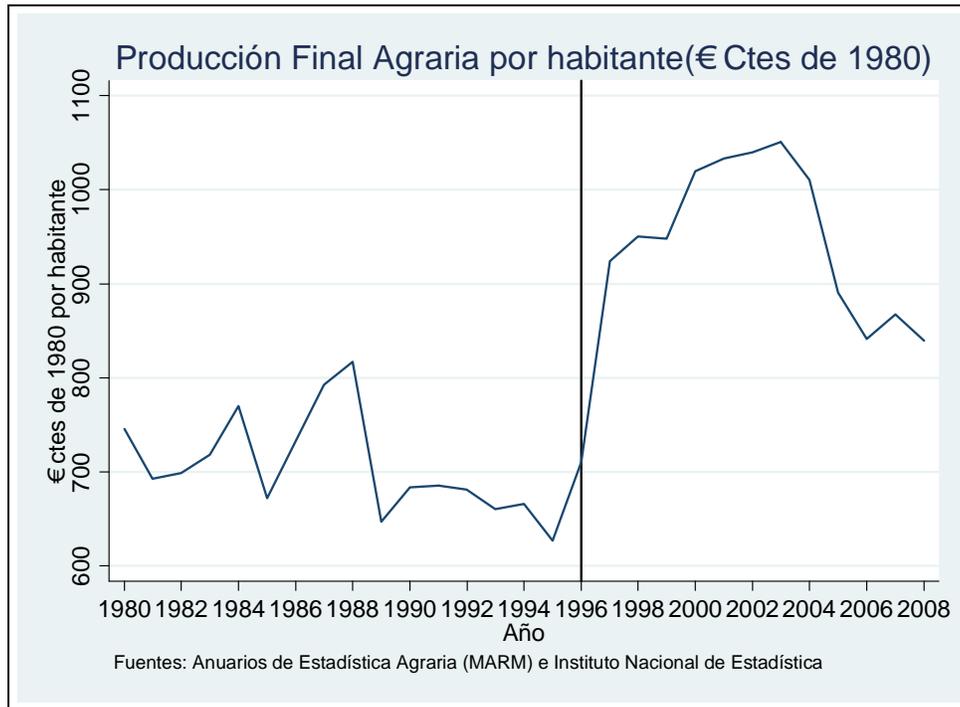


Gráfico 41. Relación Producción Final Agraria/Población (millones de € constantes de 1980)



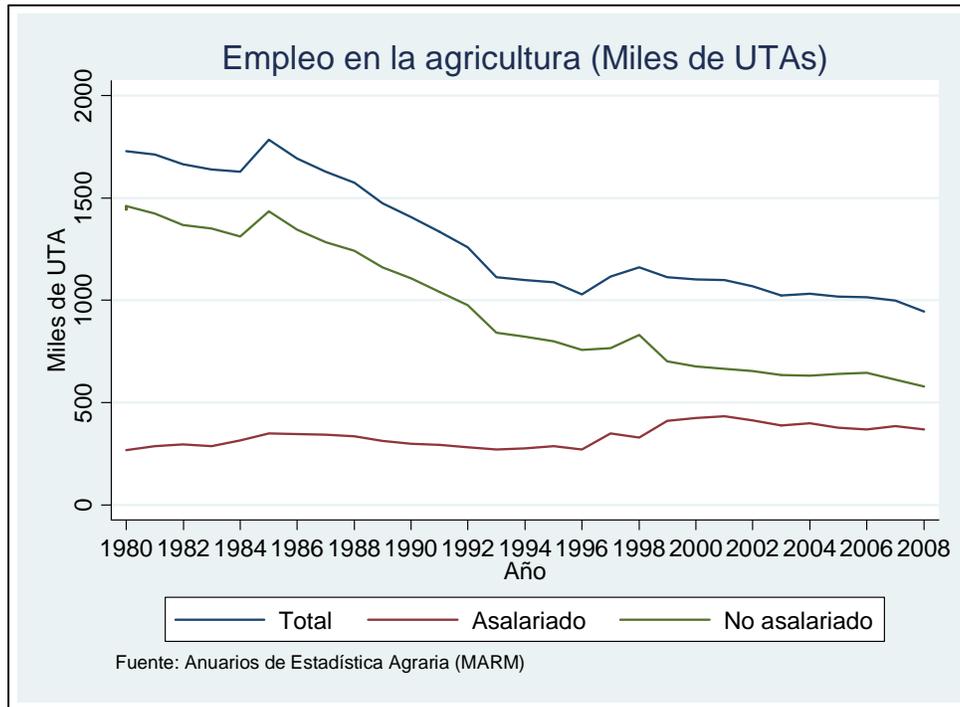
La evolución del Índice es similar a la de la PFA: crecimiento en euros corrientes hasta el 2003, en que se alcanza el máximo, para descender desde entonces, aunque con ligeros repentes en el 2007 y 2008. En euros constantes, la PFA por habitante descendió ligeramente desde 1980 hasta 1995. A partir de 1996 aumenta hasta el 2003, en que comienza a descender y no se recupera a pesar del ligero repunte que tiene lugar en el 2007.

4.1.1.3.4 Trabajadores en la Agricultura

El trabajo empleado en la agricultura se cuantifica en Unidades de Trabajo Año (UTA)², distinguiendo entre asalariado y no asalariado.

² Cada UTA equivale al trabajo que realiza una persona a tiempo completo a lo largo de un año, es decir 228 jornadas completas o lo que es lo mismo 1.826 horas/año. Una jornada parcial se computa como la mitad de una completa.

Gráfico 42. Trabajo en la agricultura (miles de UTAs)



A lo largo de todo el período se observa una tendencia al descenso en el empleo total en el sector agrario, aunque con tasas de disminución menores desde finales de la década de los noventa.

Sin embargo, esta tendencia del empleo total incluye dos tendencias opuestas, la del trabajo asalariado y la del no asalariado. Del trabajo total empleado en la agricultura, la proporción de trabajo familiar o no asalariado es mucho mayor que la del asalariado. La disminución del trabajo total se ve arrastrada por el trabajo familiar que desciende a lo largo del tiempo, con una tendencia opuesta a la del trabajo asalariado, que muestra una tendencia al aumento aunque a tasas muy inferiores a las del descenso del trabajo no asalariado, y que va ganando peso en el montante total del trabajo agrario. Este comportamiento responde a una mayor tecnificación de la agricultura, así como a una mayor profesionalización del sector con un cada vez mayor porcentaje de trabajadores asalariados y menos familiares. El resultado de esta evolución ha supuesto una mejora considerable en la productividad de la mano de obra (Renta agraria por UTA), hasta el 2003, en que el deterioro de los resultados económicos del sector ha llevado también a descensos en este indicador, como veremos a continuación.

4.1.1.3.5 Relación entre Renta Agraria y Trabajo

La relación entre la renta agraria y el empleo refleja la productividad de la mano de obra y la capacidad de la agricultura, como actividad generadora de rentas, en mantener la población.

Gráfico 43. Relación Renta Agraria/Trabajo (€ corrientes/UTA)

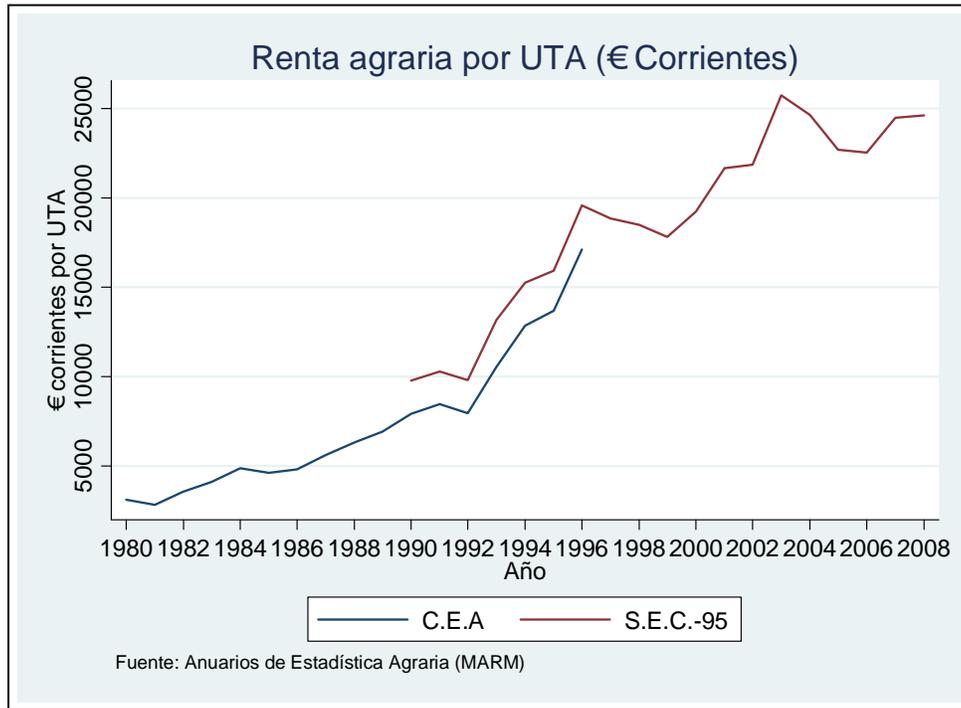
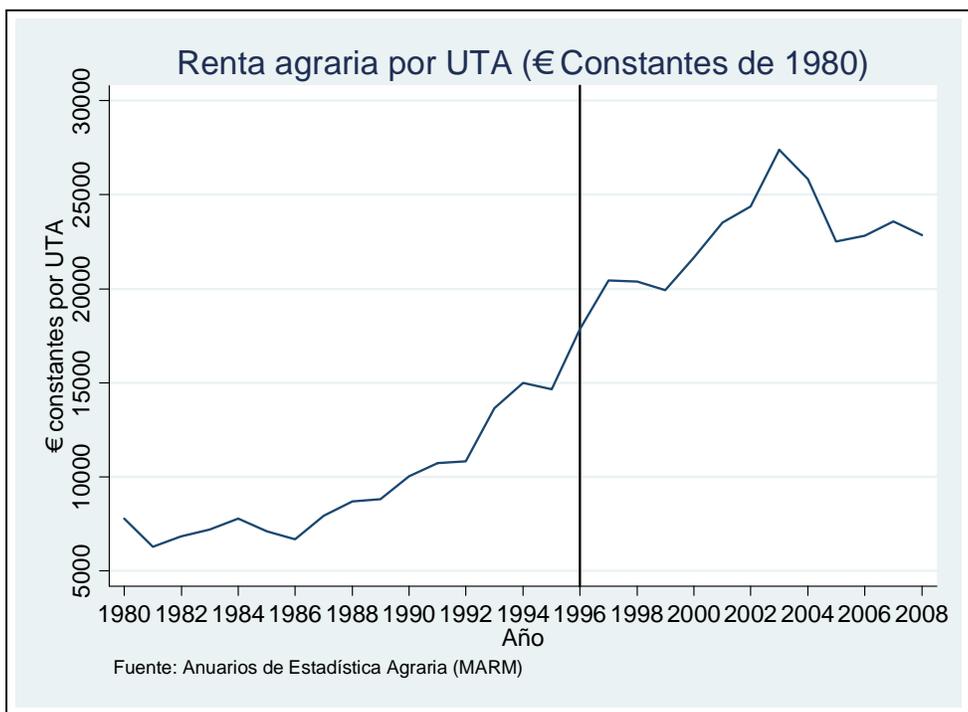


Gráfico 44. Relación Renta Agraria/Trabajo (€ constantes de 1980/UTA)



Como se observa en los gráficos, la tendencia al aumento de la RA por UTA, producida tanto en euros corrientes como constantes, se frena en el 2003, donde se alcanza un máximo y a pesar de la disminución del empleo, comienza a descender, con un ligero repunte en el 2007, debido al alza de los precios de los productos agrarios.

4.1.1.3.6 Empleo de fertilizantes

Con estos indicadores se analiza el uso global de fertilizantes en la agricultura española a lo largo del periodo en estudio. Los fertilizantes que se han estudiado son los abonos nitrogenados (N), fosforados (P_2O_5) y potásicos (K_2O).

Para evaluar su utilización en la agricultura española, se ha relacionado su consumo con la Producción Agrícola, resultando la unidad del indicador toneladas de fertilizante por millón de euros obtenidos de la producción agrícola.

Gráfico 45. Tonelada empleada de Nitrógeno por millón de € Producción Agrícola

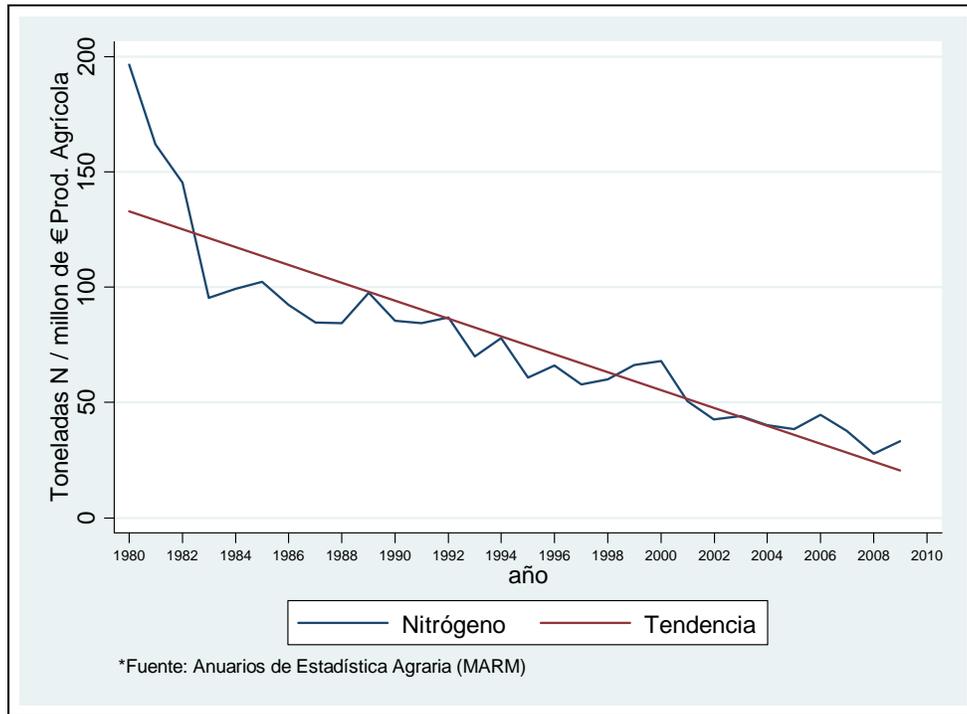


Gráfico 46. Tonelada empleada de Fósforo por millón de € Producción Agrícola

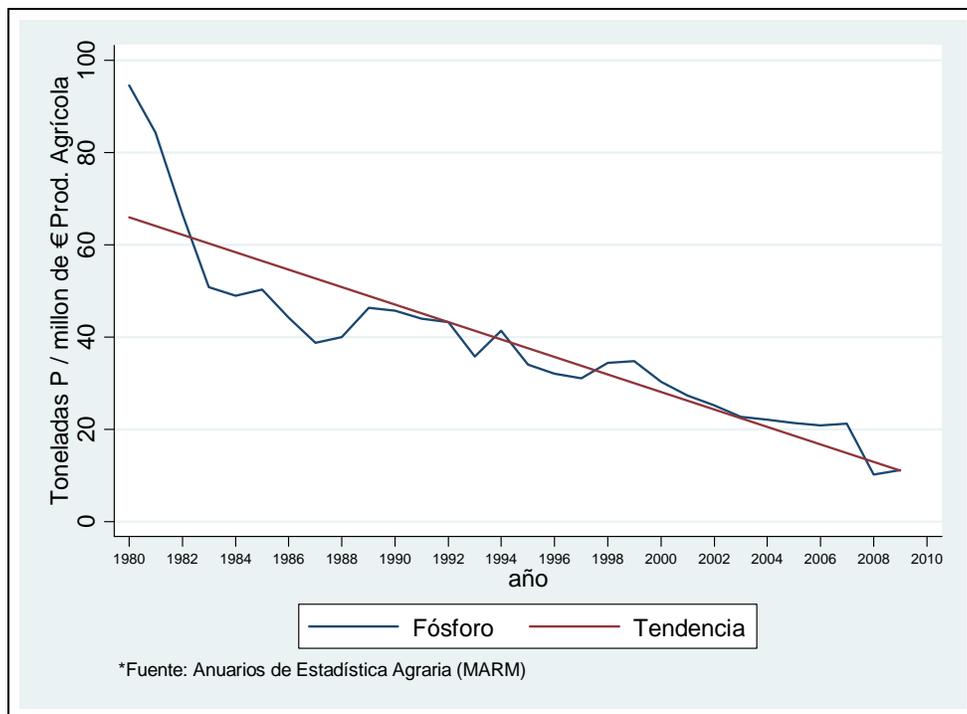
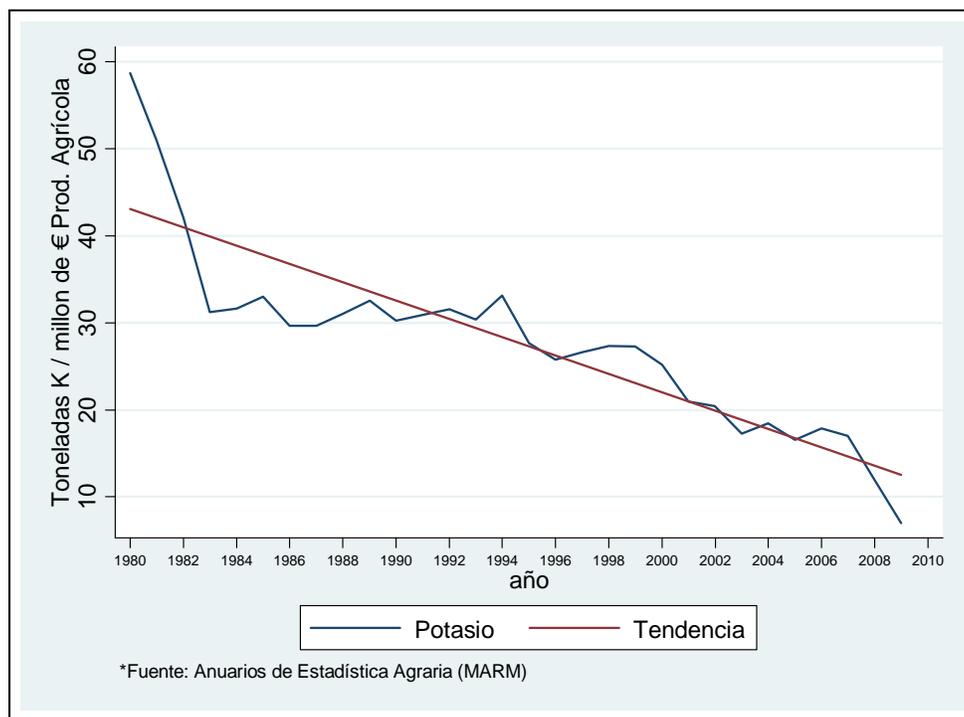


Gráfico 47. Tonelada empleada de Potasio por millón de € Producción Agrícola



En los tres tipos de fertilizantes que se incluyen en el estudio, la tendencia ha sido la misma. En todos los casos su uso ha disminuido de forma drástica a lo largo del periodo en estudio, pasando de magnitudes de unas 200 toneladas por millón de euros producidos a unas 50 como ocurre en el caso del nitrógeno. En el caso del fósforo y el potasio el comportamiento es muy similar y se pasa de unas 60-100 toneladas por millón usadas al principio de la serie en 1980, a unas 10-20 al final en 2008. A pesar de la tendencia decreciente en el uso de fertilizantes, se ha producido un aumento en la productividad agrícola lo que indica un uso más eficiente.

4.1.2 PRECIOS

4.1.2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se van a analizar, para un conjunto de productos agrarios, la evolución de los Índices de los Precios al Consumo (IPC), así como de los Índices de Precios Percibidos (IPP) por los agricultores. Los productos analizados son dentro de los productos agrícolas los cereales, las frutas, las hortalizas y las patatas, y dentro de los productos ganaderos, las carnes de pollo, porcino, ovino, vacuno y conejo, la leche y los huevos.

El objetivo es por un lado comparar la evolución de estos dos índices, para cada grupo, con la de los generales del sector, y por otro analizar la diferencia en su evolución, y en especial de la brecha entre ambos índices. Un aumento en la brecha entre los precios percibidos por los agricultores y los índices de precios al consumo puede deberse a un aumento del valor añadido de la cadena comercial desde el productor hasta el consumidor, pero también a un aumento del poder de mercado en el eslabón comercial y distribuidor.

4.1.2.2 METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

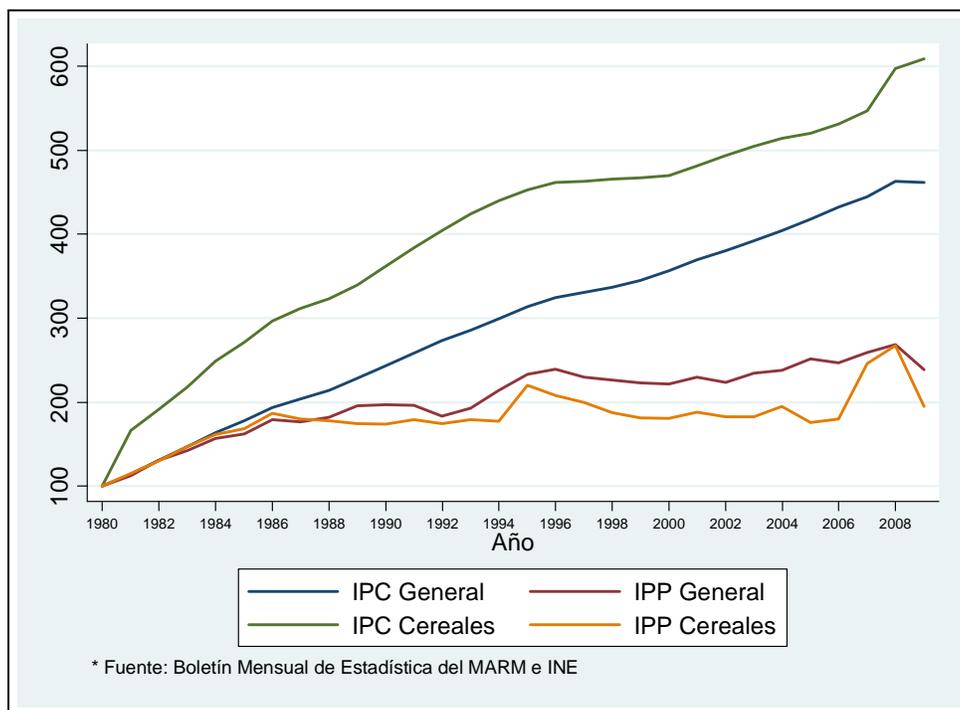
La fuente de datos ha sido el Boletín Mensual de Estadística Agraria, publicado por el MARM, para las series de índices de precios percibidos (IPP), y el Instituto Nacional de Estadística, para los índices de precios al consumo. Todas las series se han transformado en base 1980. Los índices generales que se han considerado como referencia para comparar con los individuales, son el Índice de Precios al Consumo de los Productos Agrícolas y el Índice General de Precios Percibidos por los agricultores.

4.1.2.3 RESULTADOS

En los gráficos siguientes se recoge el comportamiento de los índices para los productos considerados.

IPC DE PANES, BOLLEERÍA, HARINAS??

Gráfico 48. Evolución del IPP e IPC en Cereales (Año base 1980 = 100)

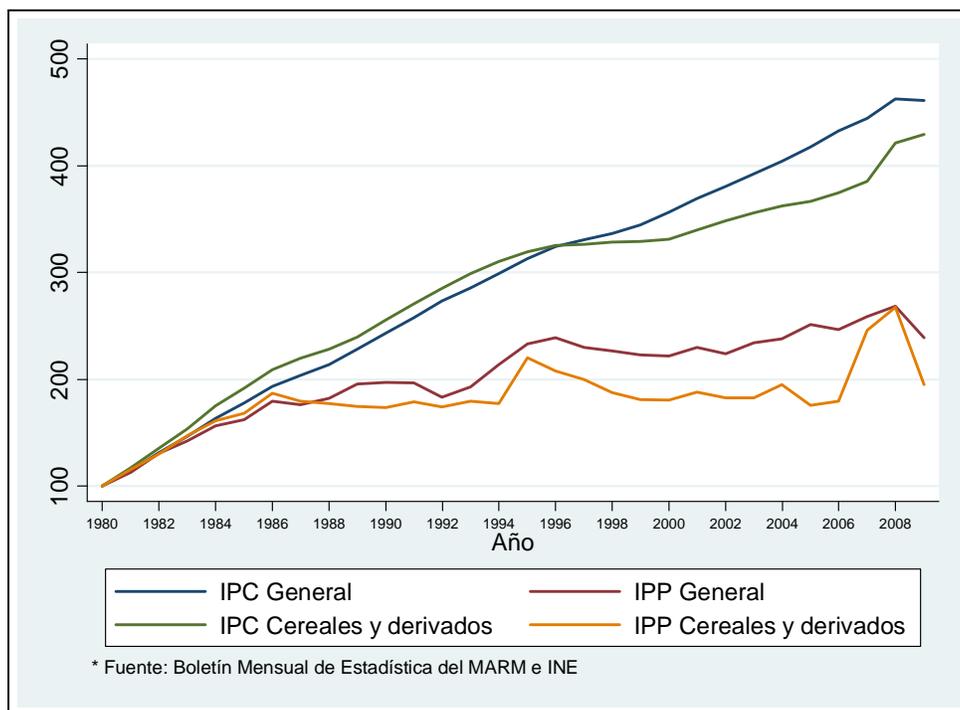


En los cereales los índices de precios percibidos crecen a tasas inferiores a los percibidos para el conjunto de productos agrícolas desde 1995, en que comienzan a manifestarse los efectos de la reforma de la PAC de 1992, en que se introdujeron los pagos compensatorios de los descensos de precios. A partir de entonces se han mantenido estables, o con una ligera tendencia al descenso hasta el 2007, en que se produce la subida de los precios de las materias, especialmente significativa en este sector, aunque no logra situar el índice específico por encima del general agrario.

Las oscilaciones de los precios percibidos se transmiten muy amortiguadas a los precios al consumo, que mantienen una tendencia creciente durante todo el período.

Los índices de precios al consumo de cereales se mantienen por encima de los índices generales de precios al consumo a diferencia de lo que ocurre con los índices de precios percibidos. De ello se deduce que el valor añadido generado en el sector de los cereales, o el poder de mercado del comercio o la distribución, ha aumentado a lo largo del período significativamente más que en el resto de los sectores agrarios.

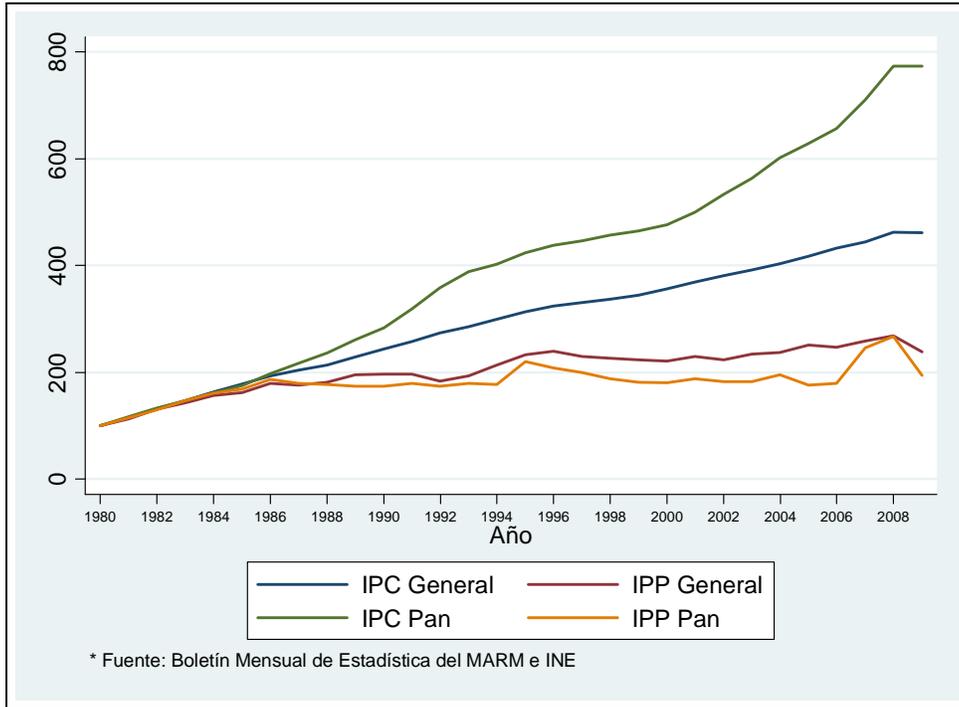
Gráfico 48b. Evolución del IPP e IPC en Cereales y sus derivados (Año base 1980 = 100)



Si en el grupo de los cereales, se incluyen además sus productos derivados, el comportamiento del índice de precios percibidos se comporta como en el caso anterior. Sin embargo en el índice de precios al consumo, la tendencia que estaba por encima de la del índice general en 1996, pasa a estar por debajo de éste.

Este cambio en la tendencia de los precios al consumo es reflejo de la tendencia que sigue el índice de precios percibidos que sufre este cambio de tendencia en 1995.

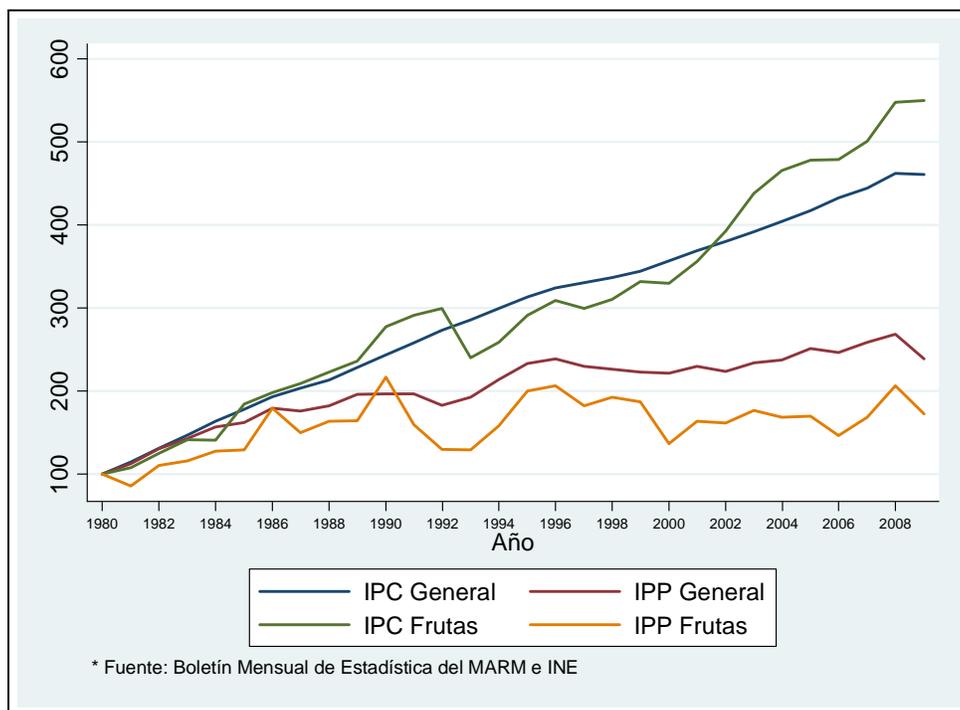
Gráfico 48c. Evolución del IPP e IPC en Pan (Año base 1980 = 100)



Dentro de los productos derivados de los cereales el comportamiento de los índices de precios del pan, representan al conjunto del grupo. En el pan mientras que el índice de precios percibidos se encuentra por debajo del índice general de los productos agrícolas, el índice de los precios al consumo se encuentra muy por encima del índice general.

Esta evolución de ambos índices es semejante a la que aparecía en el conjunto de los cereales, aunque en este caso el margen entre el índice de precios al consumo del pan y el general es aún mayor que en cereales. Esto refleja al igual que en los cereales el aumento significativo, o bien del valor añadido en el sector o bien del poder de mercado del comercio o de la distribución.

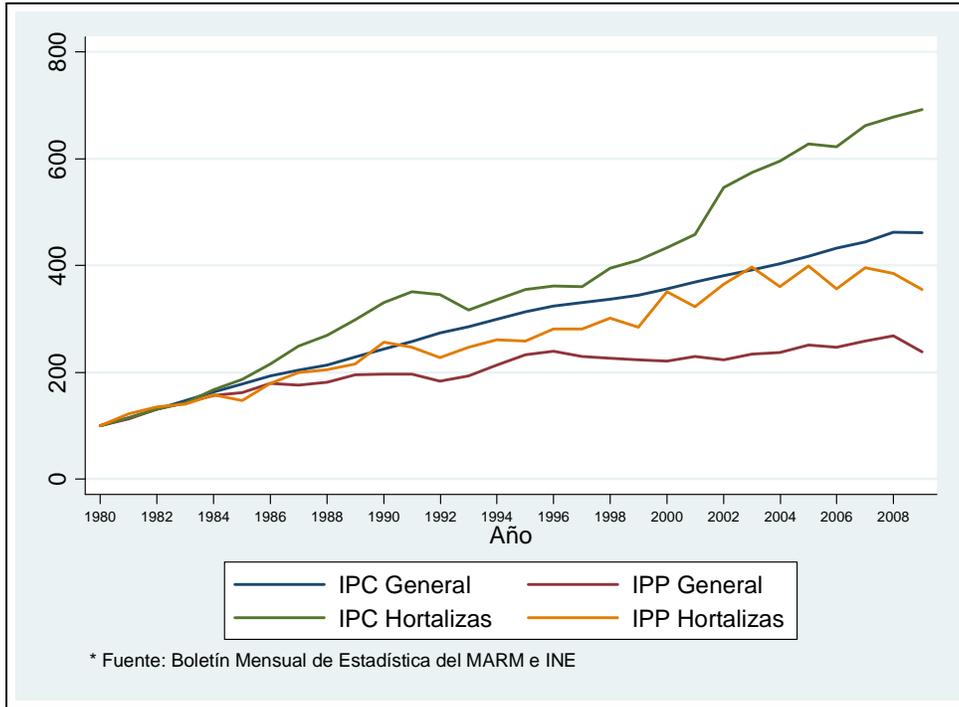
Gráfico 49. Evolución del IPP e IPC en Frutas (Año base 1980 = 100)



El índice de precios percibidos por las frutas se sitúa por debajo del índice general de precios percibidos en la agricultura y muestra una tendencia a la estabilidad, aunque con oscilaciones anuales acusadas que se transmiten muy amortiguadas a los precios al consumo.

La tendencia del índice de precios al consumo de las hortalizas es creciente durante todo el período y desde principios de la década se mantiene por encima del índice general de precios al consumo, creciendo a tasas superiores. Con ello aumenta la diferencia con el índice de precios percibidos, reflejando también así un aumento significativo del valor añadido de este sector en los últimos años o del poder de mercado del comercio y la distribución.

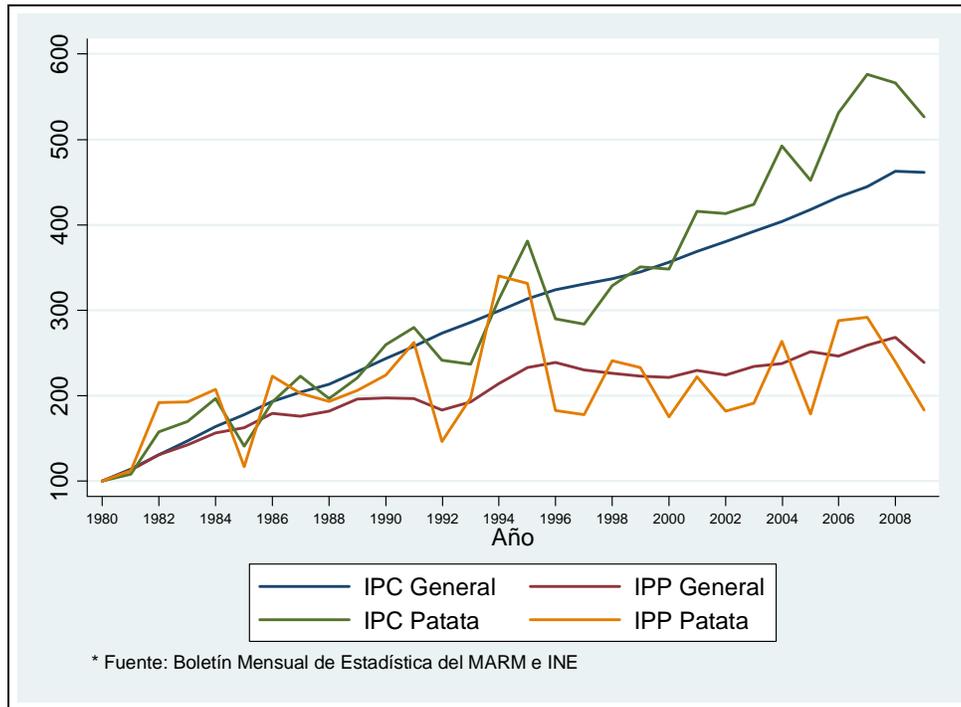
Gráfico 50. Evolución del IPP e IPC en Hortalizas (Año base 1980 = 100)



El índice precios percibidos por la hortalizas se ha mantenido durante todo el periodo por encima del índice general de precios percibidos, y aunque con oscilaciones anuales muestra una tendencia al aumento. Las oscilaciones también se transmiten amortiguadas al índice de precios al consumo, que durante todo el período se mantiene por encima del índice general de precios al consumo, reflejando una tendencia creciente.

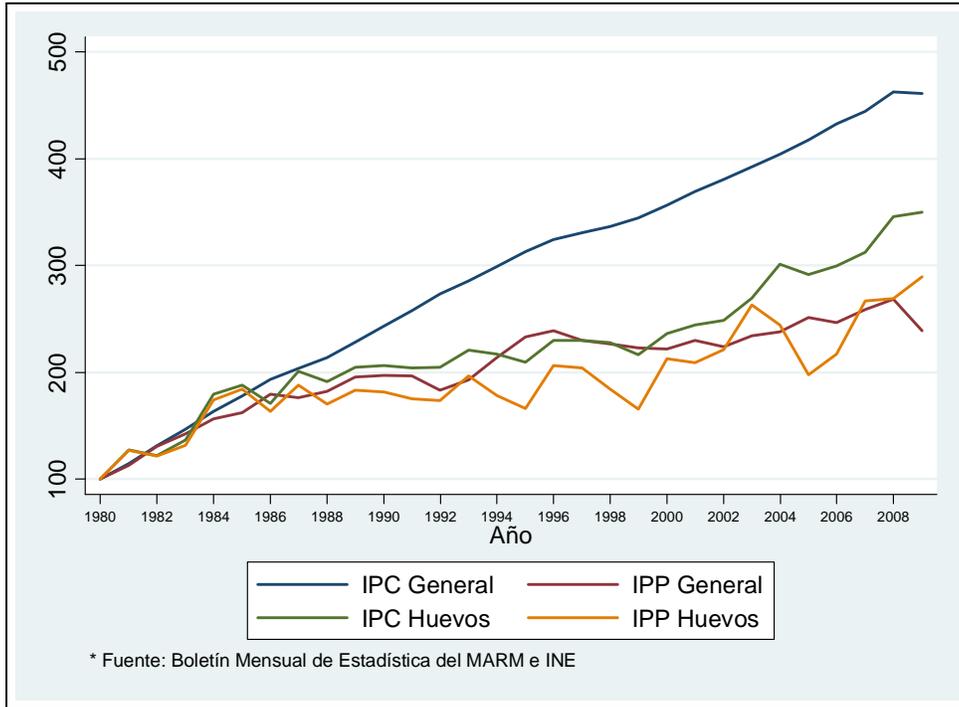
La diferencia entre los índices de precios percibidos y de precios al consumo es superior a la del conjunto de precios agrícolas y creciente en el tiempo.

Gráfico 51. Evolución del IPP e IPC en Patata (Año base 1980 = 100)



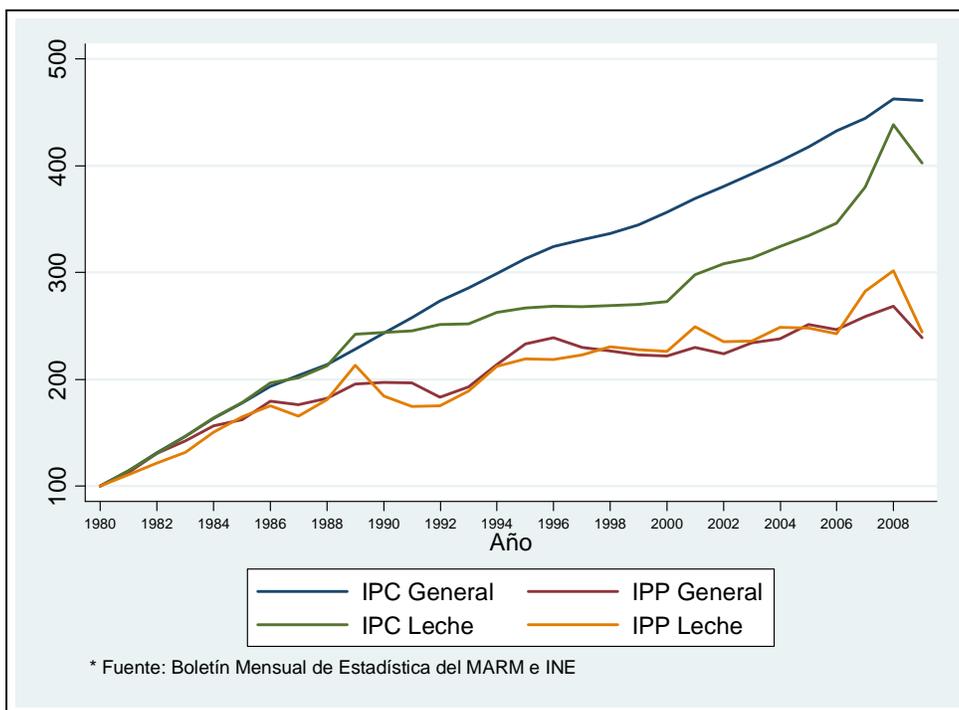
Durante todo el periodo analizado el índice de precios percibidos por la patata muestra una tendencia acusada a la inestabilidad, con acusadas oscilaciones. Estas oscilaciones también se transmiten a los precios al consumo, aunque de nuevo más amortiguadas. Si se comparan con los índices generales, mientras que los de precios percibidos se mantienen en niveles similares, desde el año 2000, los precios al consumo de la patata se han situado por encima de los generales, con una tendencia en ambos casos creciente. Debido a ello, la diferencia entre los precios percibidos por los agricultores y los precios al consumo ha aumentado significativamente desde finales de la década de los 90.

Gráfico 52. Evolución del IPP e IPC en Huevos (Año base 1980 = 100)



La tendencia de los índices de precios percibidos y de precios al consumo de los huevos es creciente y en ambos casos, especialmente en el caso de los precios al consumo, se sitúan por debajo de los índices generales. En contraste con lo observado para los productos agrícolas la diferencia entre los precios percibidos u los precios pagados es muy inferior a la registrada para el conjunto de los productos agrarios, aunque muestra una ligera tendencia al aumento.

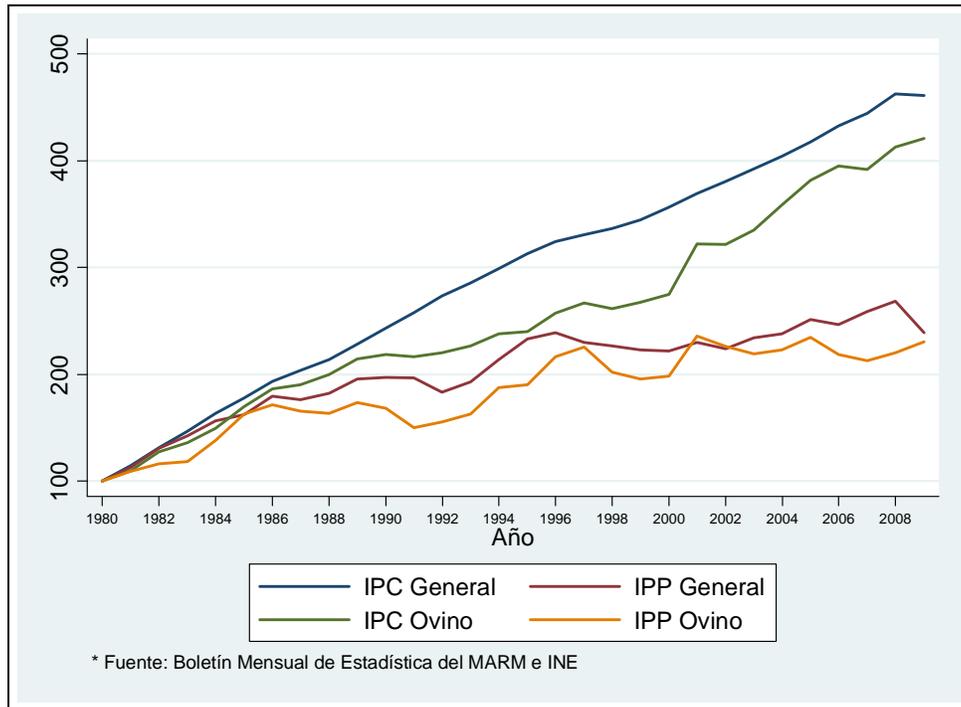
Gráfico 53. Evolución del IPP e IPC en Leche (Año base 1980 = 100)



La tendencia del índice de precios percibidos por la leche es creciente y muy similar a la experimentada por el conjunto de productos agrarios, con un pico en el 2007, menos acusado para este producto.

La tendencia creciente también se constata en los precios al consumo, aunque en este caso los niveles se mantienen muy inferiores al índice general de precios al consumo. Debido a ello, la diferencia entre los dos índices de precios, aunque creciente es inferior en la leche que para el conjunto de productos agrícolas.

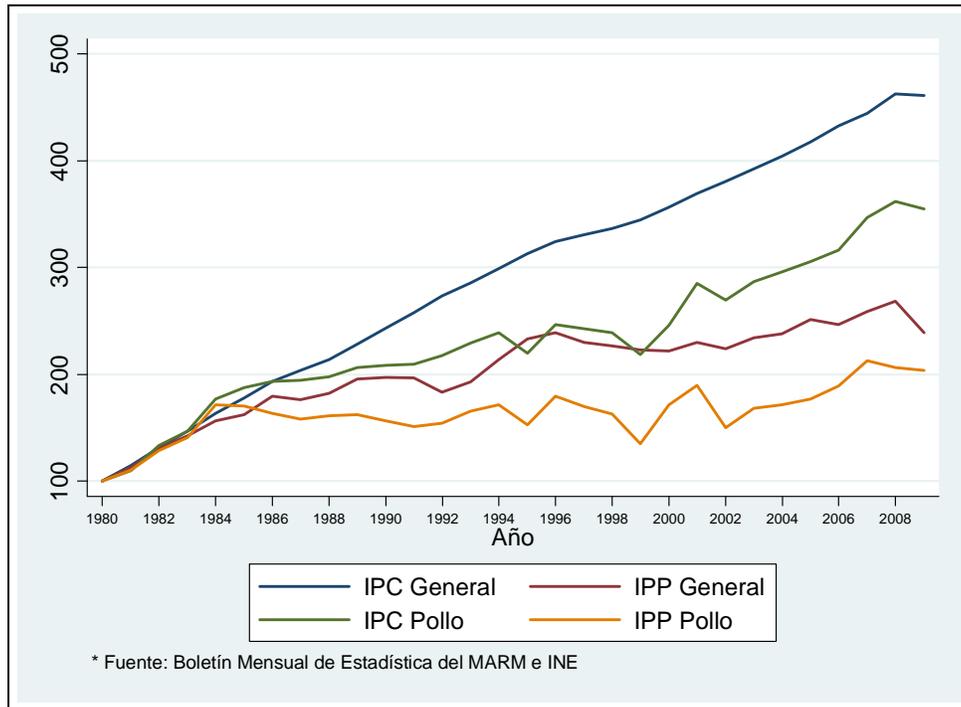
Gráfico 54. Evolución del IPP e IPC en Ovino (Año base 1980 = 100)



Los precios percibidos por la carne de ovino se han mantenido por debajo de los precios percibidos generales y con una tendencia a la estabilidad, especialmente desde finales de la década de los noventa.

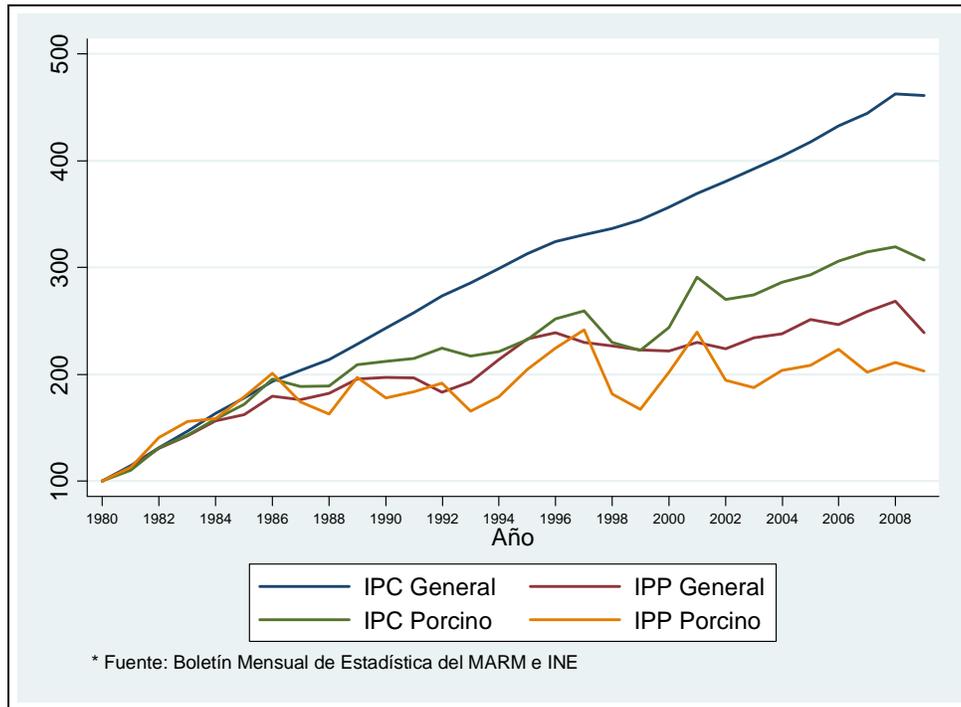
Frente a ello, los precios al consumo, aunque también inferiores a los índices generales han mostrado una tendencia acusada al aumento, resultando con ello una diferencia entre los dos índices creciente, aunque en general inferior a la producida para el conjunto del sector.

Gráfico 55. Evolución del IPP e IPC en Pollo (Año base 1980 = 100)



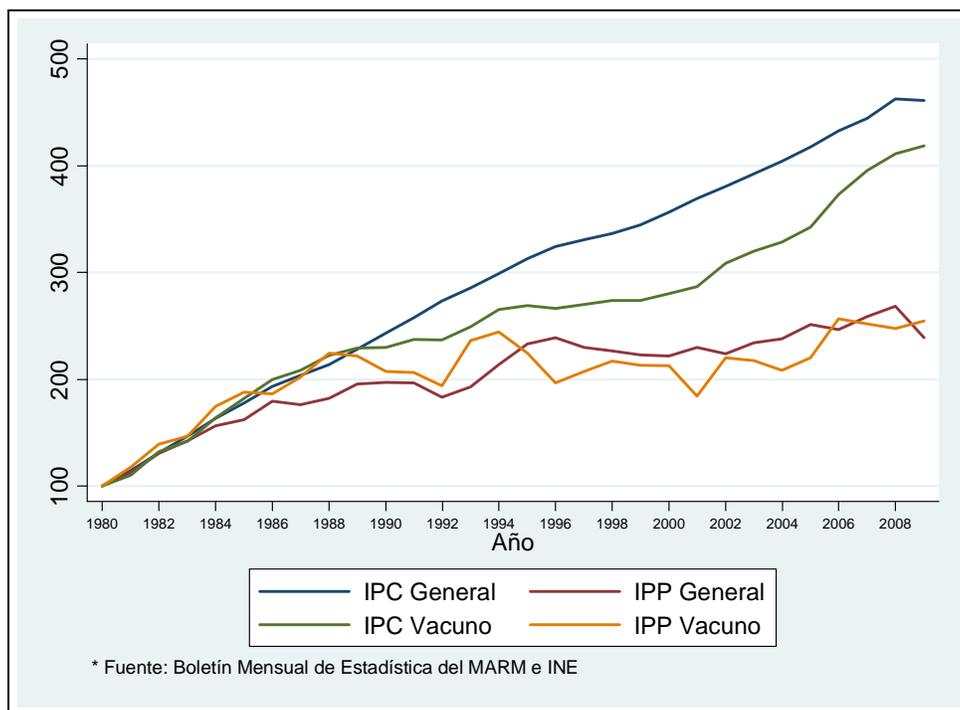
Los precios percibidos por la carne de pollo se han situado, durante todo el período analizado, muy debajo de los precios percibidos por el conjunto del sector agrario con una tendencia a la estabilidad, aunque en los últimos años se han registrado aumentos. En cuanto a los precios al consumo, la tendencia es creciente, pero también se sitúa muy debajo de los índices generales. Debido a ello, la diferencia entre los índices de precios percibidos y los precios al consumo es creciente aunque inferior a la observada para el conjunto de productos agrarios.

Gráfico 56. Evolución del IPP e IPC en Porcino (Año base 1980 = 100)



Desde mediados de los ochenta se observa una tendencia a la estabilidad en los precios percibidos por el porcino a pesar de las oscilaciones anuales. Estas oscilaciones se transmiten a los precios al consumo, que mantienen una ligera tendencia al aumento, aunque inferior a la general de los precios al consumo. Ha aumentado la diferencia entre los precios al consumo y los percibidos aunque en mucha menor medida que para el resto de productos agrarios.

Gráfico 57. Evolución del IPP e IPC en Vacuno (Año base 1980 = 100)



Los precios percibidos por la carne de vacuno muestran un comportamiento similar al del conjunto del sector. Oscilaciones anuales y ligera tendencia creciente en los últimos años. En cuanto a los precios al consumo cabe una observación similar. La tendencia es claramente al aumento en los últimos años, aunque los del vacuno se mantienen por debajo de los generales. Debido a ello, la diferencia entre precios al consumo y precios percibidos aumenta, aunque es inferior a la observada para el conjunto de productos agrarios.

4.1.2.4 BIBLIOGRAFÍA

Cañada Martínez, A. (1999). *La distribución de la renta: una nota metodológica sobre las nuevas posibilidades de estudio en el SEC95(1)*. ESTADÍSTICA ESPAÑOLA Vol. 41, Núm. 144, págs. 203 a 240. Subdirección General de Cuentas Nacionales. Instituto Nacional de Estadística.

Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional del Ministerio de Economía y Hacienda. (Disponible en: <http://www.meh.es>).

(Disponible en: <http://serviciosweb.meh.es/APPS/DGPE/BDSICE/Busquedas/Busquedas.aspx>).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*. Varios números. (Disponible en: <http://www.marm.es/>).

(Disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>)

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Boletín Mensual de Estadística*. Varios números.(Disponible en: <http://www.marm.es/>).

(Disponible en:<http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/publicaciones/BME/introduccion.htm>)

Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE). (Disponible en: <http://www.sostenibilidad-es.org/>).

4.2 INDICADORES AGRÍCOLAS

4.2.1 USO DE LA TIERRA

4.2.1.1 OBJETIVOS

Con el cálculo de indicadores de sostenibilidad del uso de la tierra, se pretende evaluar cuál ha sido la tendencia de la productividad agrícola. Esta productividad se mide en toneladas o en euros de producto por hectárea. La evolución de estos indicadores reflejará si ha aumentado o disminuido el rendimiento de los cultivos.

4.2.1.2 METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

En la elaboración de estos indicadores se han empleado las superficies, rendimientos, producciones y precios publicados en los Anuarios de Estadística Agraria del MARM. Todos los datos que se han obtenido de los anuarios, están detallados a nivel provincial. Estos datos provinciales, se han agregado a nivel nacional por cultivos.

En todos los indicadores de los cultivos se ha seguido la misma metodología, basada en la obtención de medias ponderadas, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A1_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^S \mu_{ijt}^S + \sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^R \mu_{ijt}^R}{\sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^S + \sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^R} \quad [1]$$

donde $A1_{jt}$ es el indicador $A1$ (kg/ha), del cultivo j , en el año t ; S_{ijt}^S y μ_{ijt}^S son respectivamente la superficie y el rendimiento de secano del cultivo j , en la provincia i en el año t ; y las variables con superíndice R refieren lo mismo pero en los cultivos de regadío. Un indicador $A2$ ($€/ha$) se calcularía del siguiente modo:

$$A2_{jt} = \frac{p_{jt} [\sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^S \mu_{ijt}^S + \sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^R \mu_{ijt}^R]}{\sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^S + \sum_{i=1}^{50} S_{ijt}^R} \quad [2]$$

donde p_{jt} es el precio del cultivo j en el año t .

Para cada cultivo se han obtenido los siguientes indicadores del uso de la tierra y sus inversas.

A1: Toneladas de producto obtenidas por hectárea de cultivo.

A2: Euros de producto obtenidos por hectárea.

1/A1: Hectáreas para obtener una tonelada.

1/A2: Hectáreas para obtener un euro.

4.2.1.3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de estos indicadores se han representado para cada cultivo, diferenciando los indicadores directos de los indirectos. Para facilitar su interpretación se han incluido líneas de tendencia para cada una de las variables. Los primeros gráficos de los siguientes, representan los indicadores directos A1 y A2 combinados estos son los que van del Gráfico 58 al Gráfico 73. En los que comprenden del Gráfico 74 al Gráfico 89, se representan los indicadores indirectos que son las inversas de los indicadores anteriores.

Gráfico 58. Evolución del rendimiento en Trigo (t/ha; €/ha)

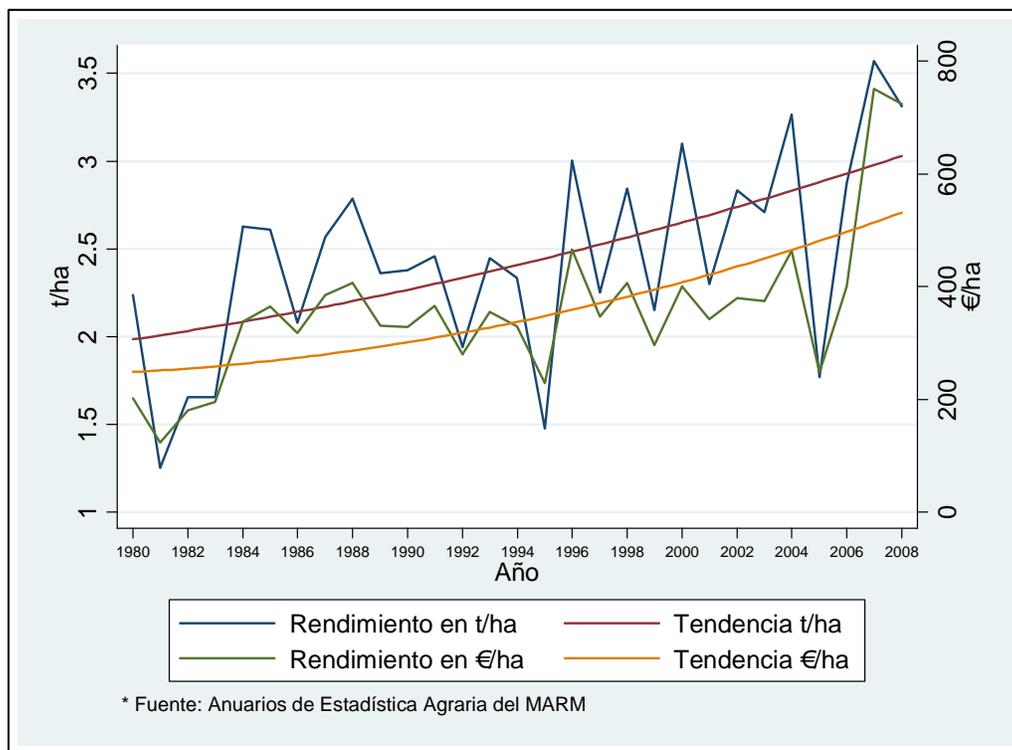


Gráfico 59. Evolución del rendimiento en Cebada (t/ha; €/ha)

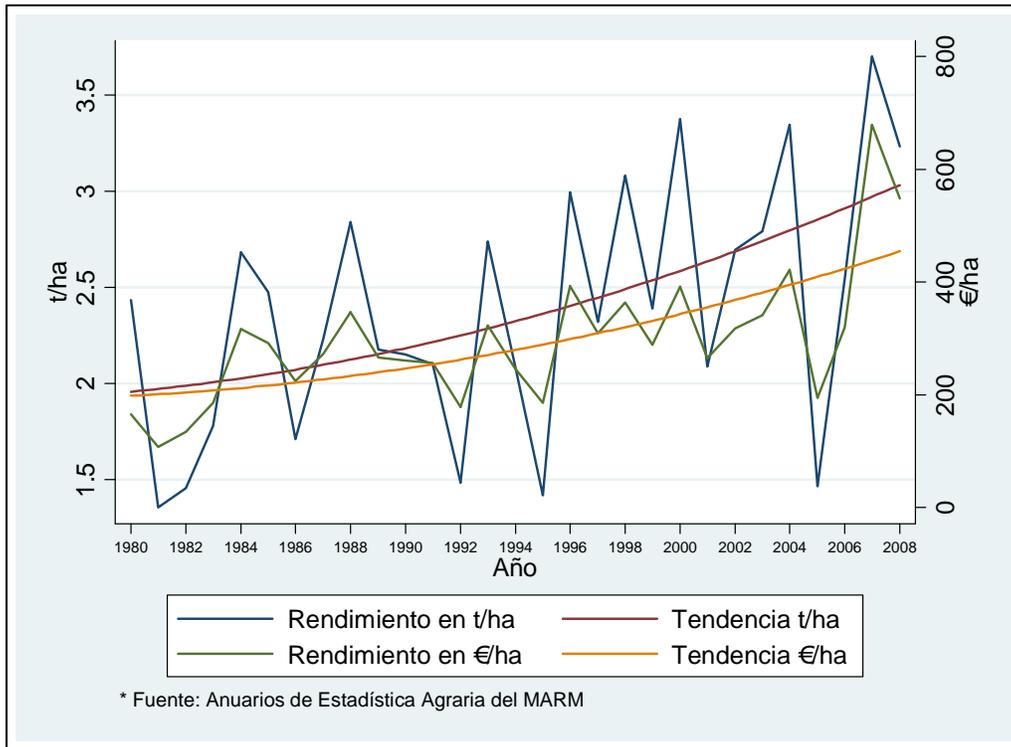


Gráfico 60. Evolución del rendimiento en Maíz (t/ha; €/ha)

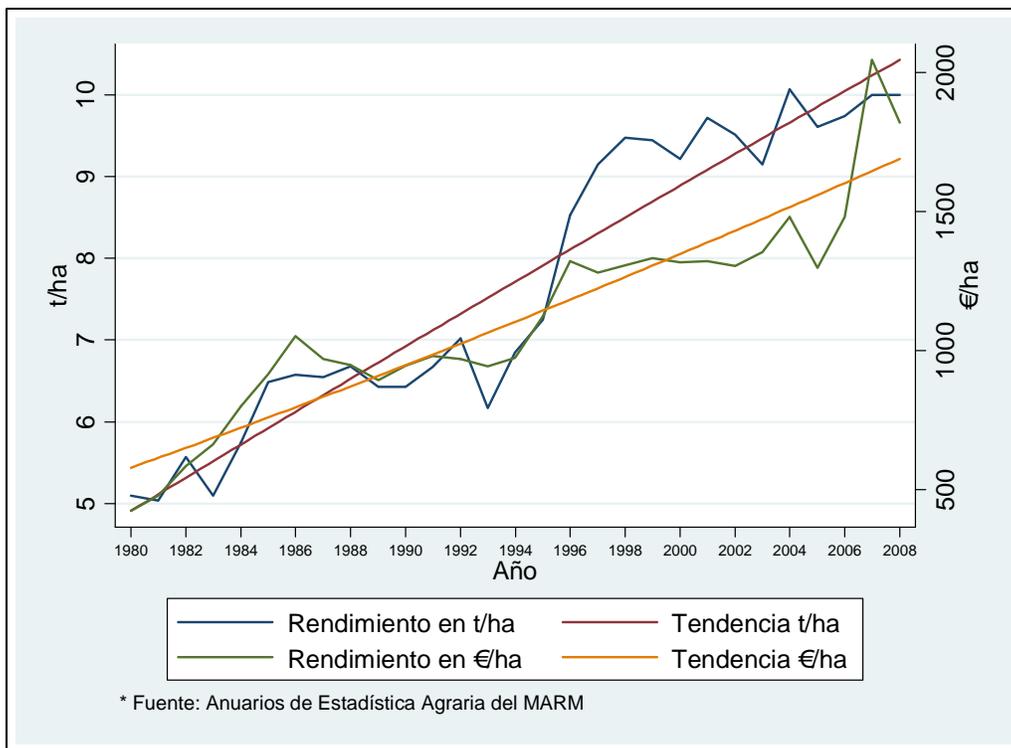


Gráfico 61. Evolución del rendimiento en Remolacha (t/ha; €/ha)

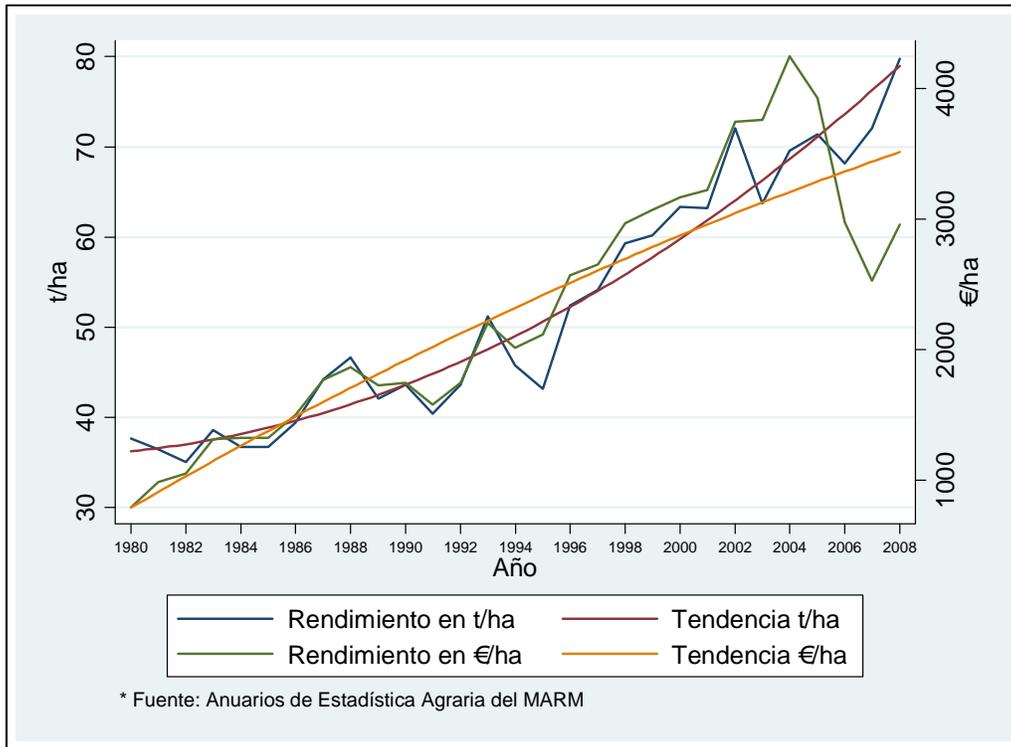


Gráfico 62. Evolución del rendimiento en Girasol (t/ha; €/ha)

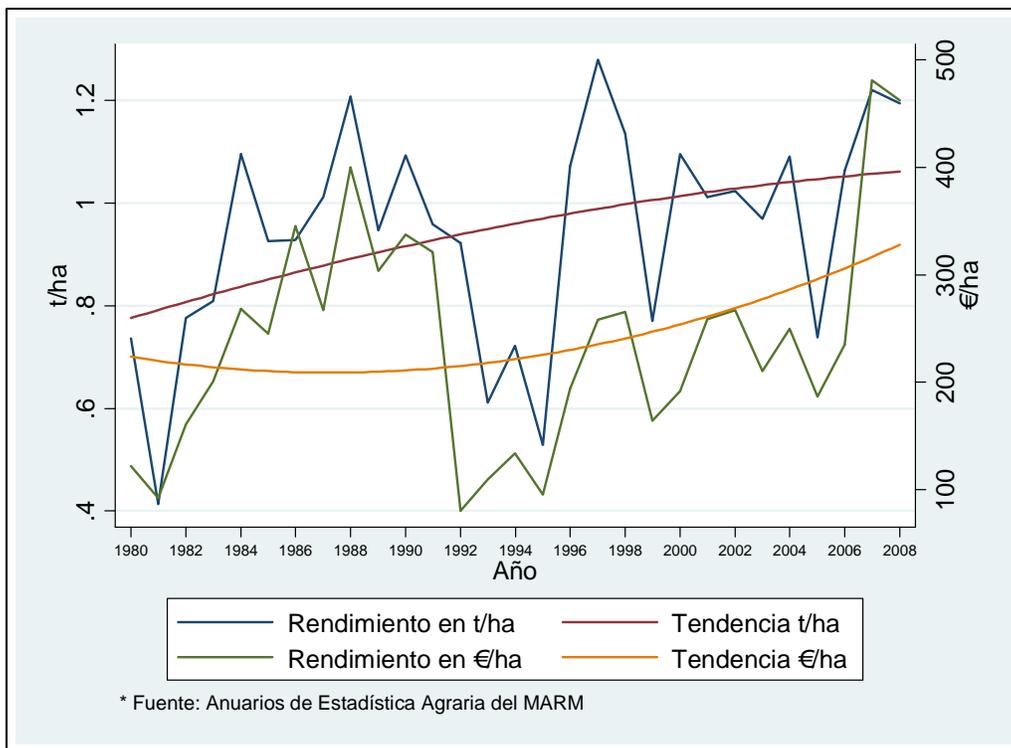


Gráfico 63. Evolución del rendimiento en Olivar de Mesa (t/ha; €/ha)

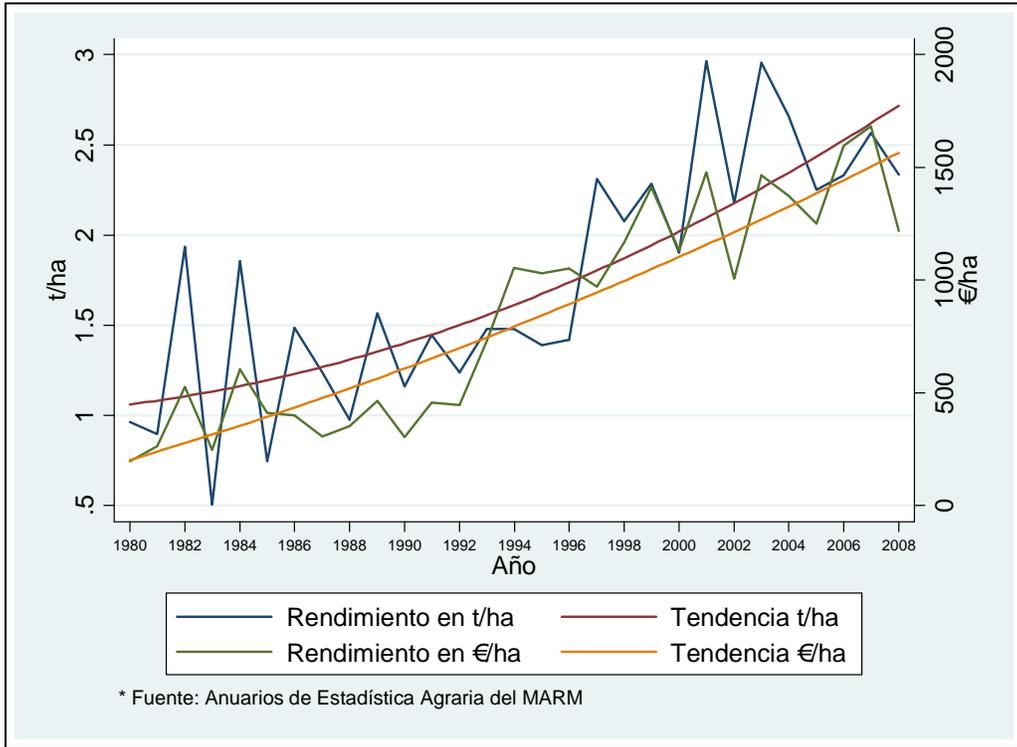


Gráfico 64. Evolución del rendimiento en Olivar de Transformación (t/ha; €/ha)

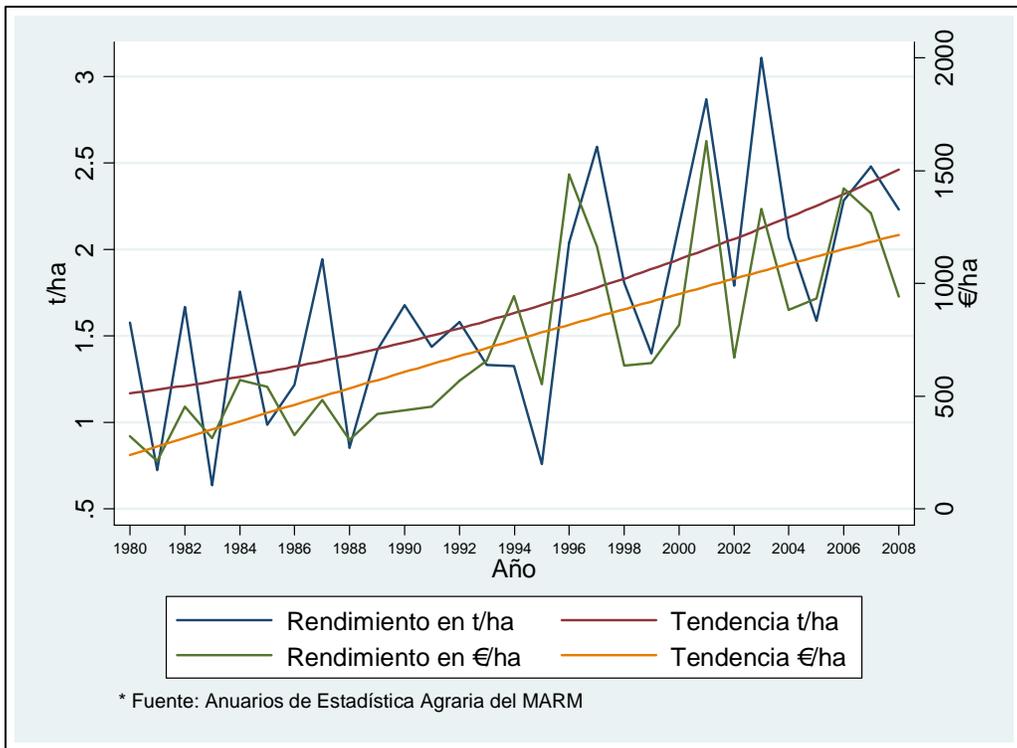


Gráfico 65. Evolución del rendimiento en Viñedo de Mesa (t/ha; €/ha)

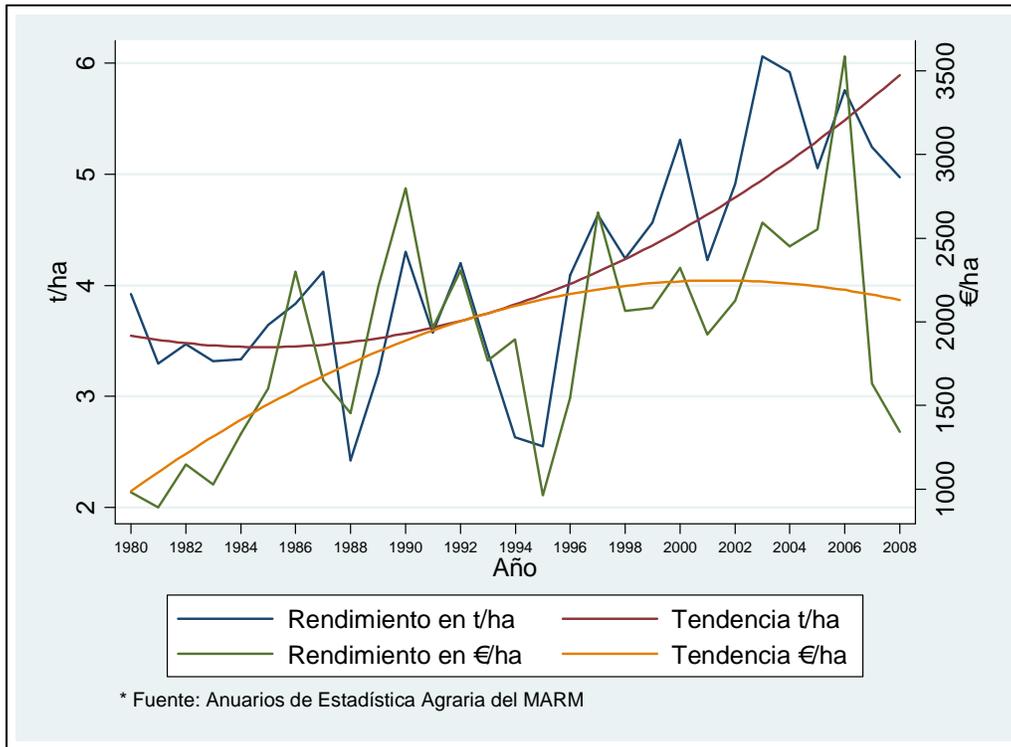


Gráfico 66. Evolución del rendimiento en Viñedo de Transformación (t/ha; €/ha)

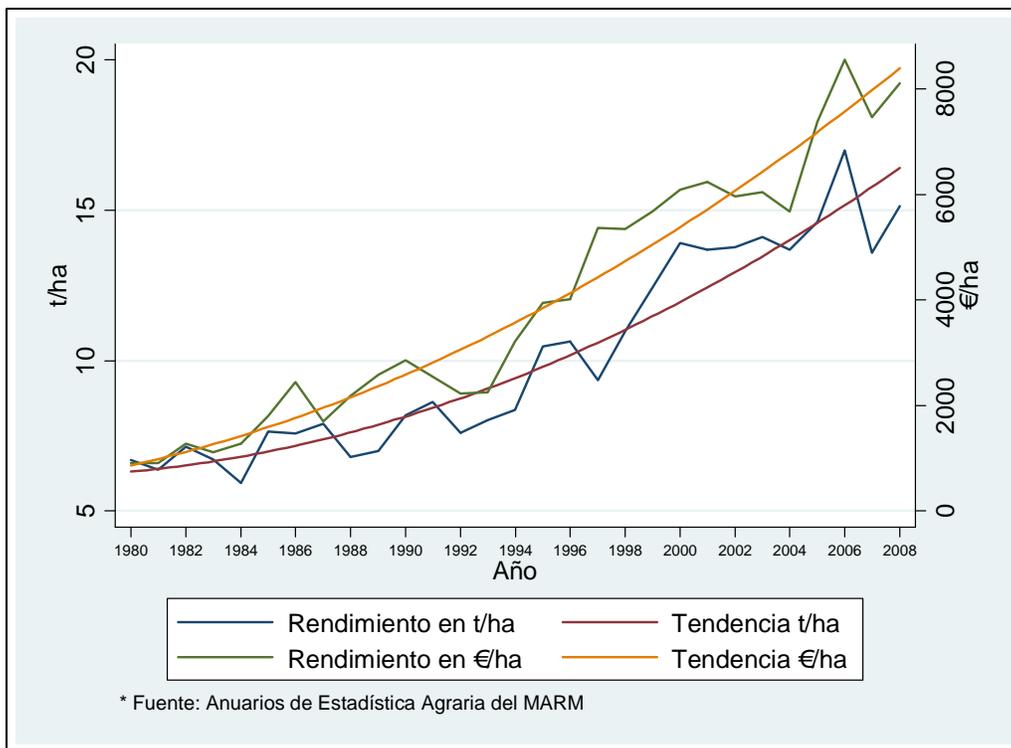


Gráfico 67. Evolución del rendimiento en Naranja (t/ha; €/ha)

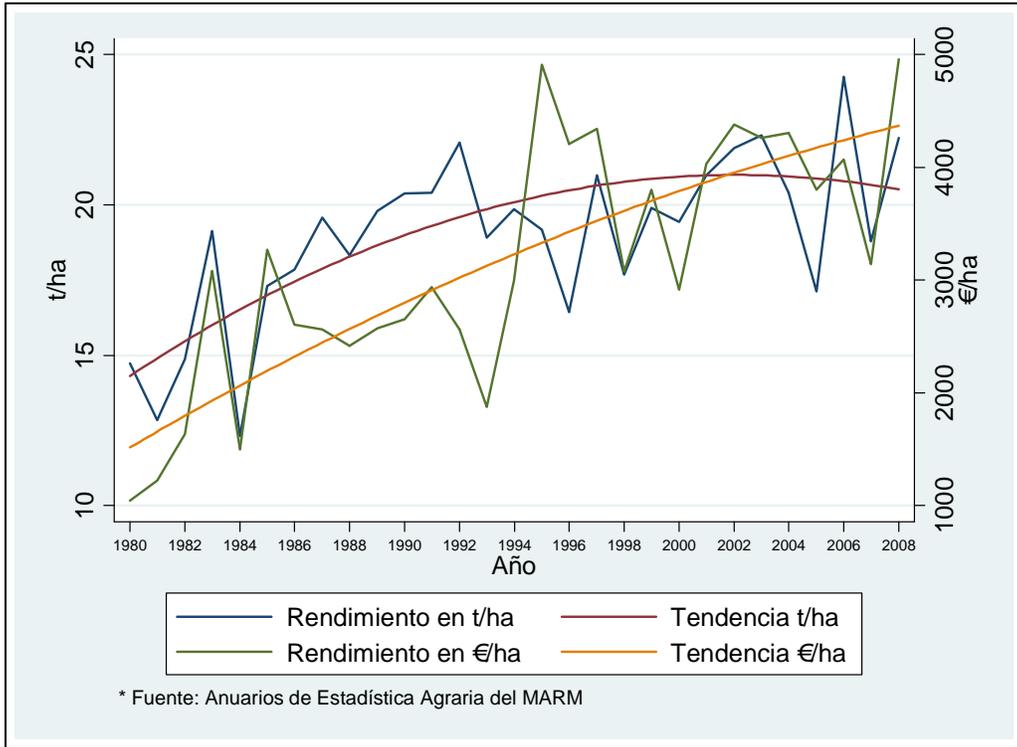


Gráfico 68. Evolución del rendimiento en Naranja Amargo (t/ha; €/ha)

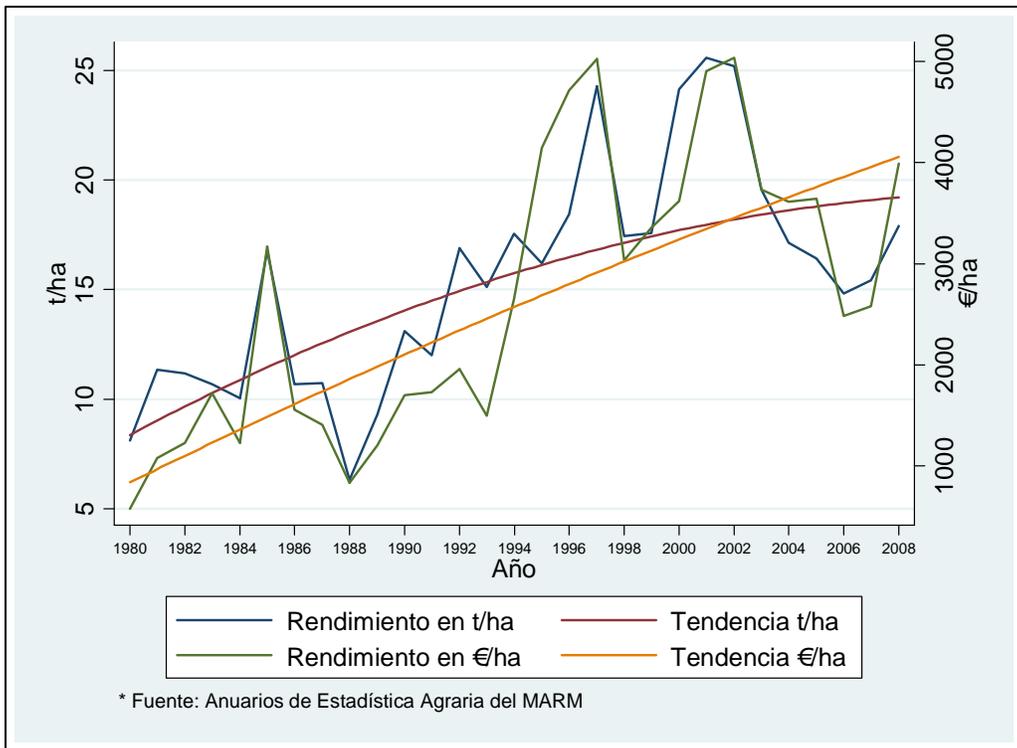


Gráfico 69. Evolución del rendimiento en Mandarino (t/ha; €/ha)

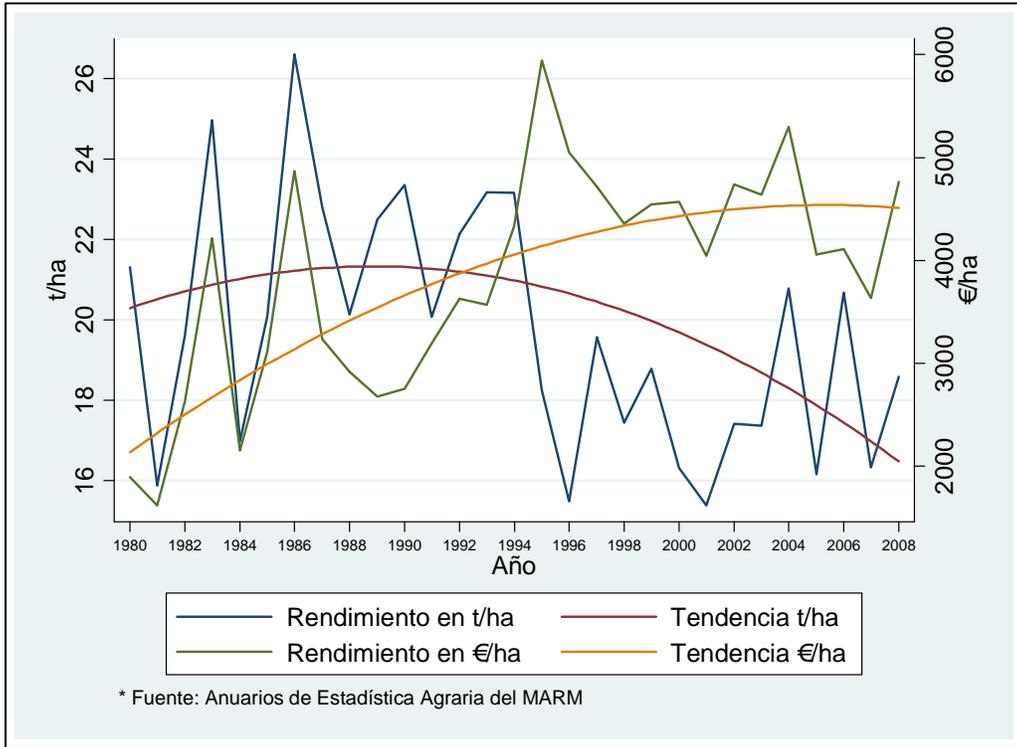


Gráfico 70. Evolución del rendimiento en Limonero (t/ha; €/ha)

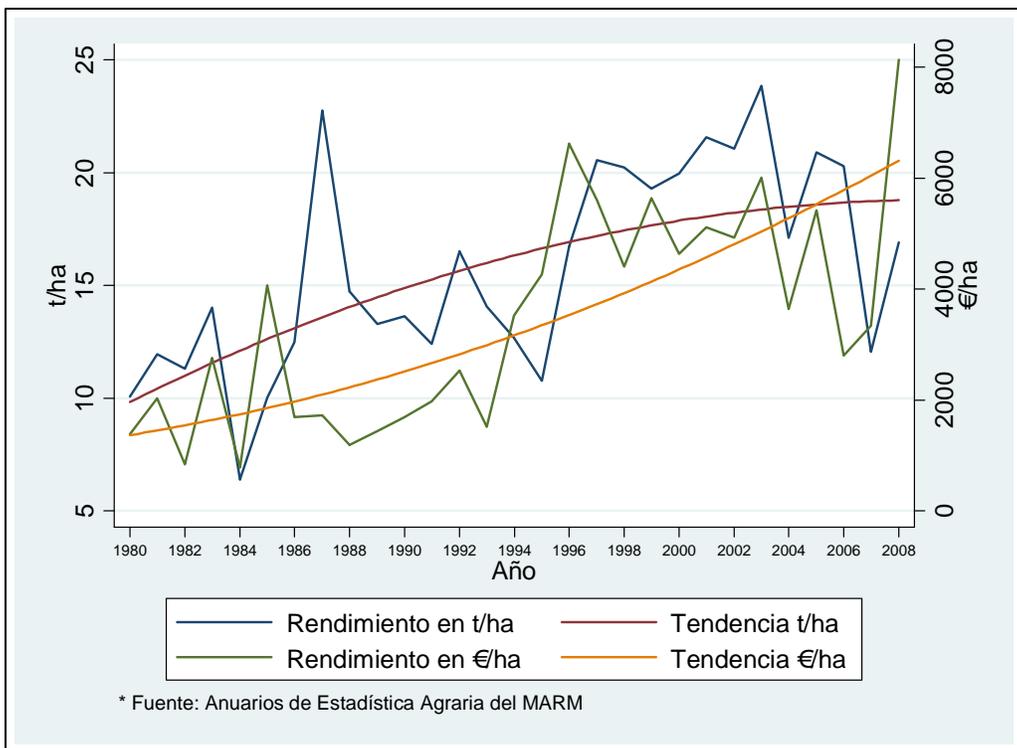


Gráfico 71. Evolución del rendimiento en Pomelo (t/ha; €/ha)

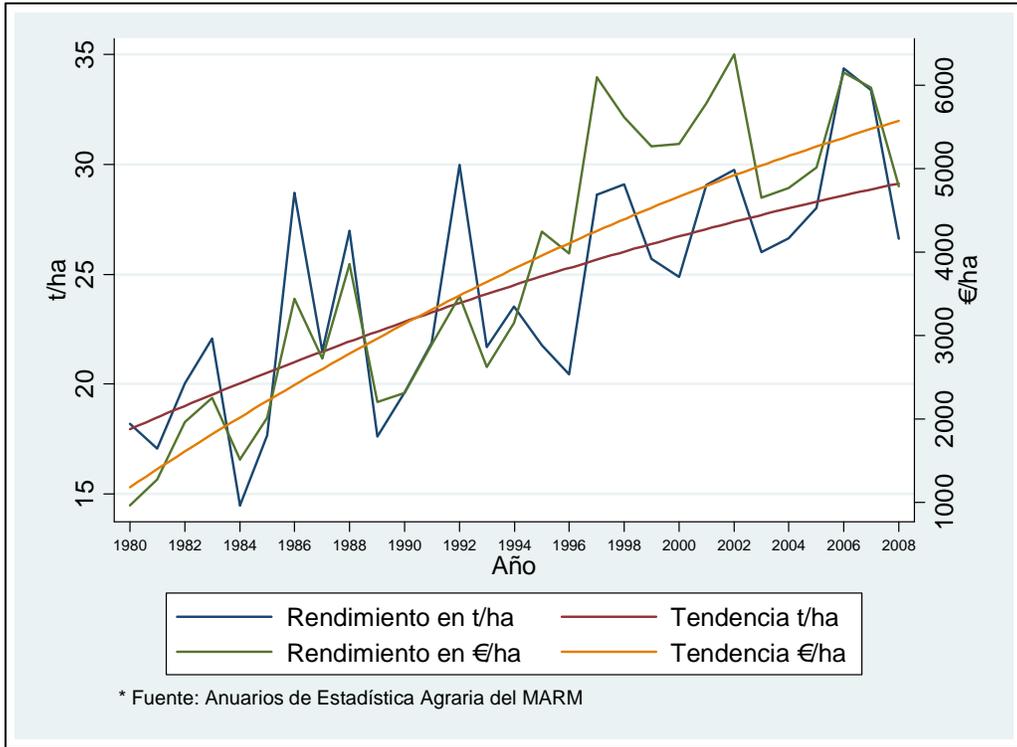


Gráfico 72. Evolución del rendimiento en Melón (t/ha; €/ha)

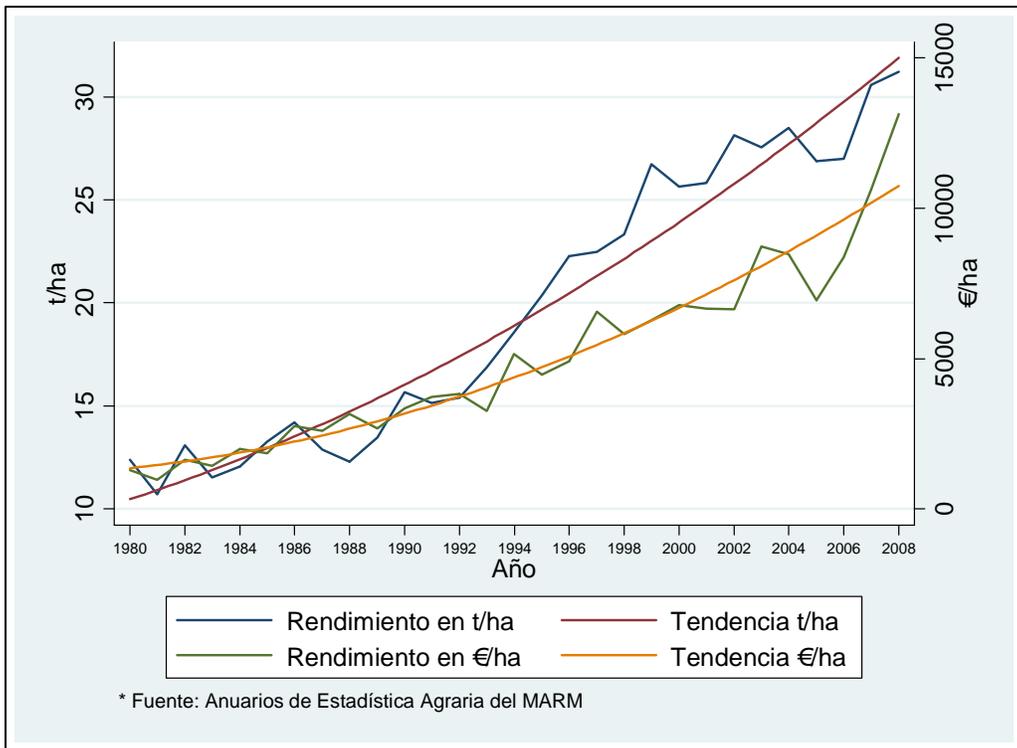


Gráfico 73. Evolución del rendimiento en Tomate (t/ha; €/ha)

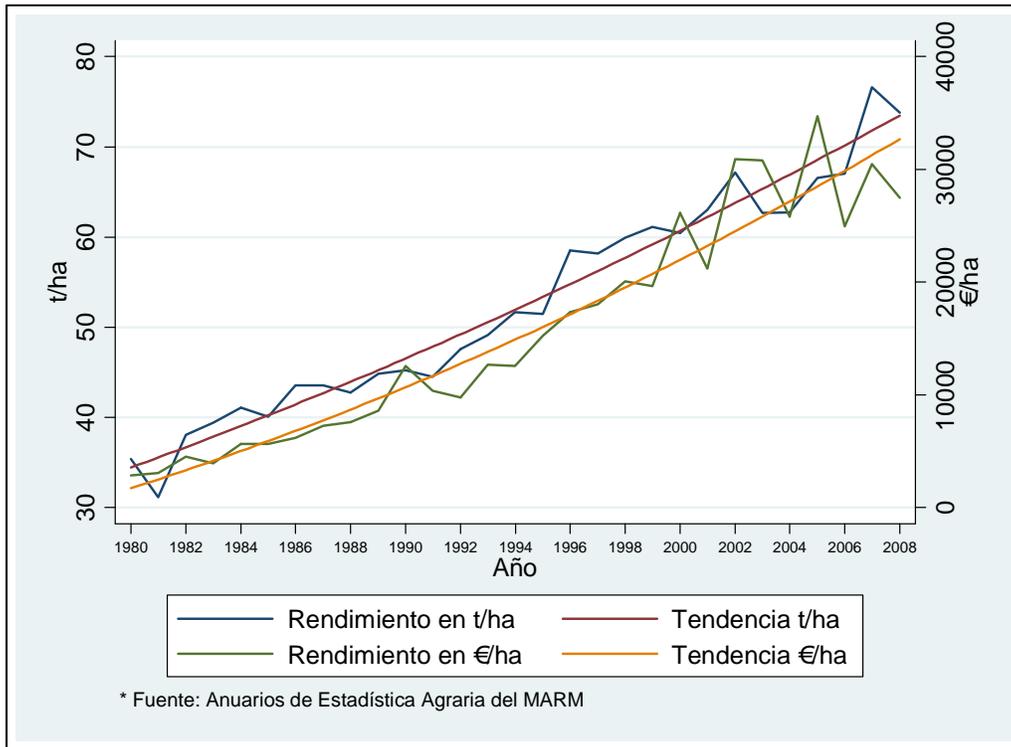


Gráfico 74. Evolución del rendimiento en Trigo (ha/t; ha/€)

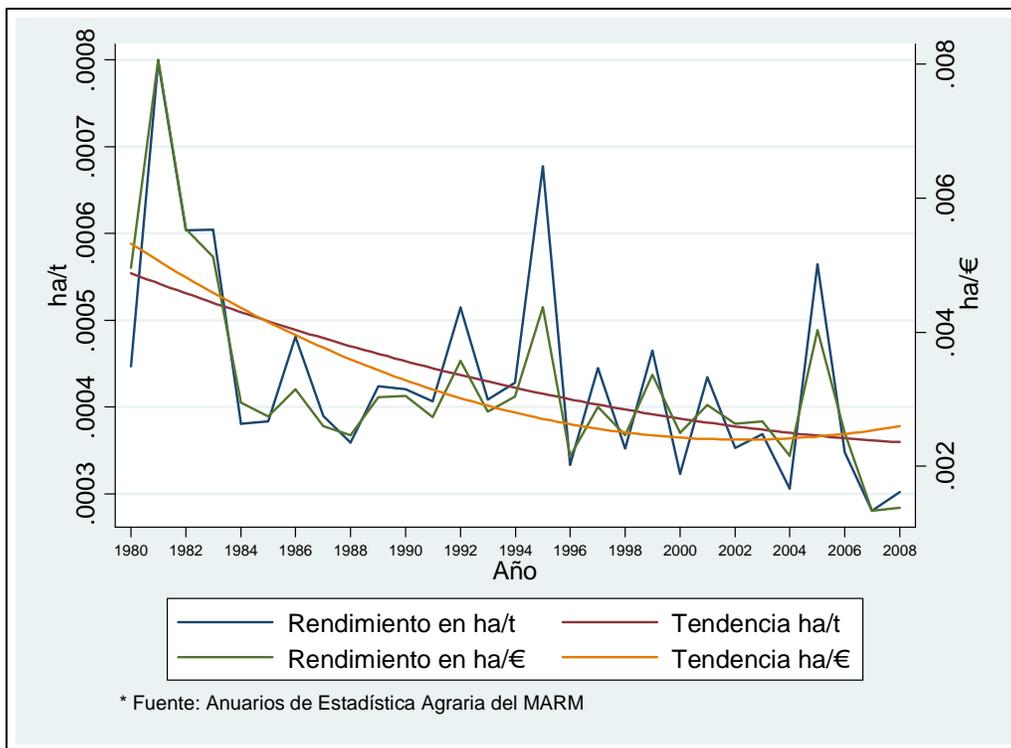


Gráfico 75. Evolución del rendimiento en Cebada (ha/t; ha/€)

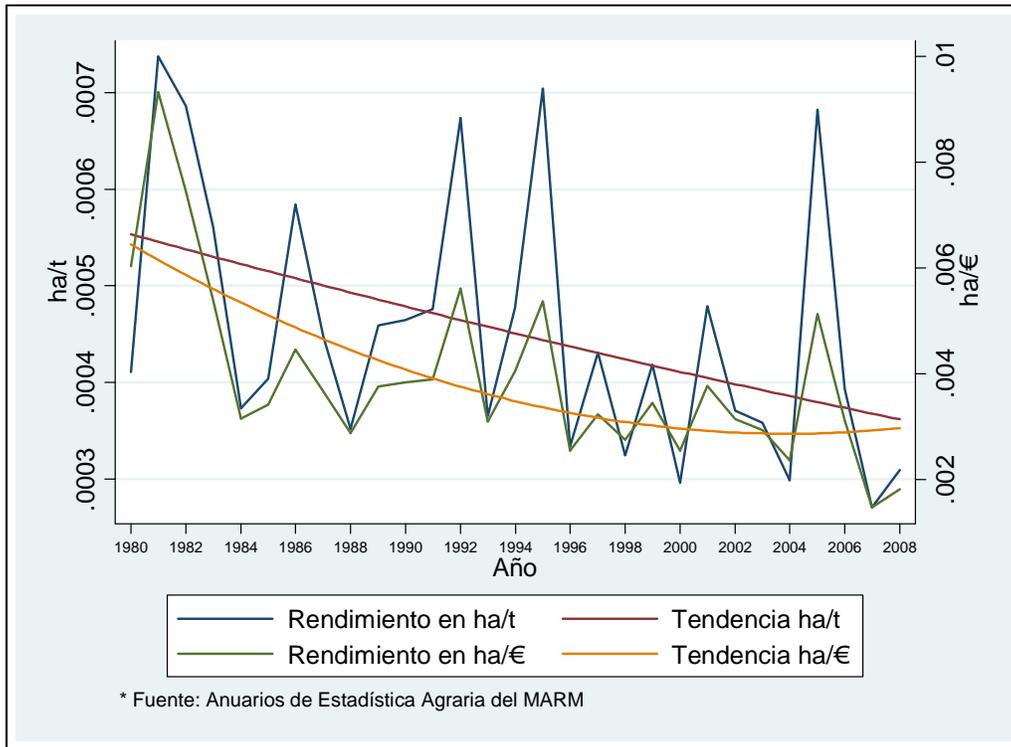


Gráfico 76. Evolución del rendimiento en Maíz (ha/t; ha/€)

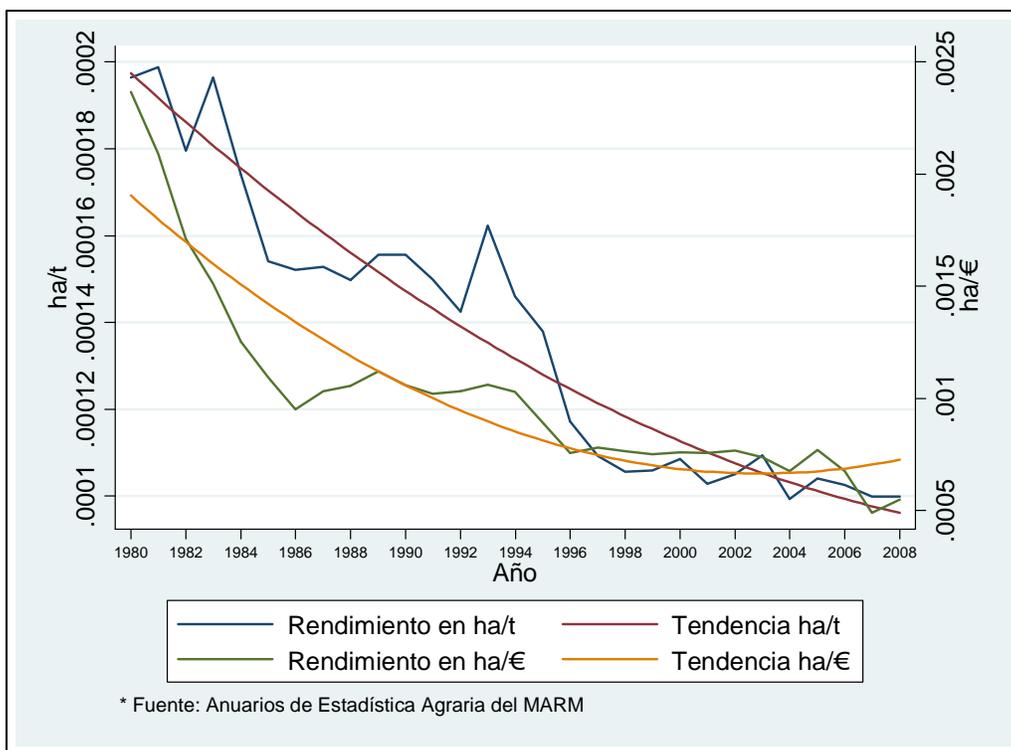


Gráfico 77. Evolución del rendimiento en Remolacha (ha/t; ha/€)

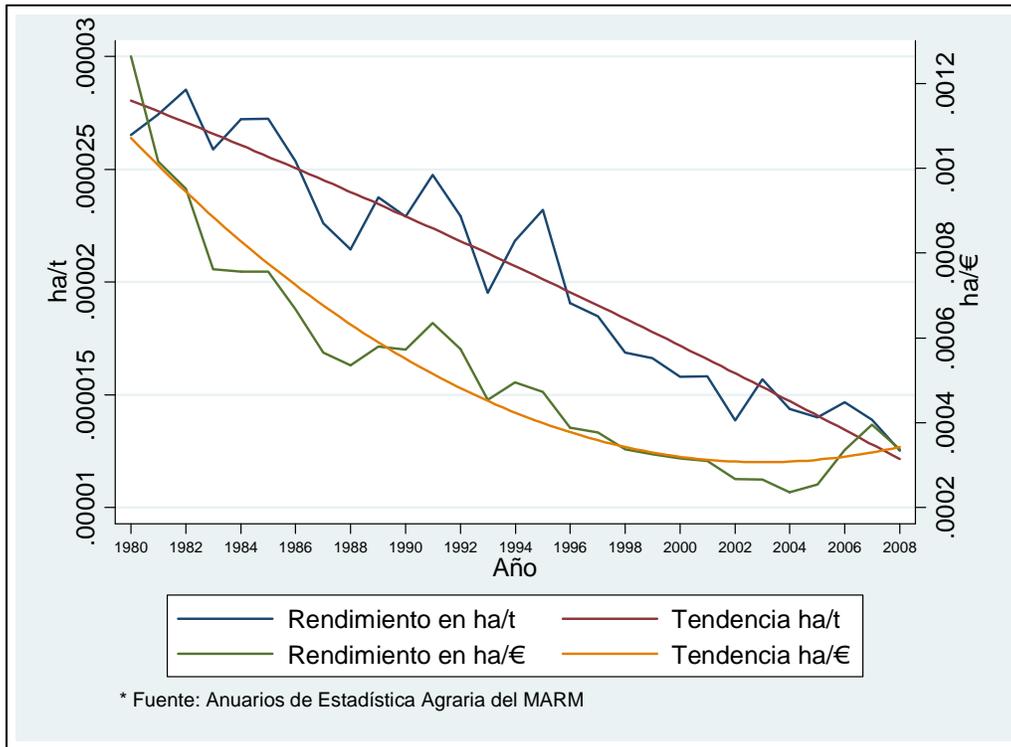


Gráfico 78. Evolución del rendimiento en Girasol (ha/t; ha/€)

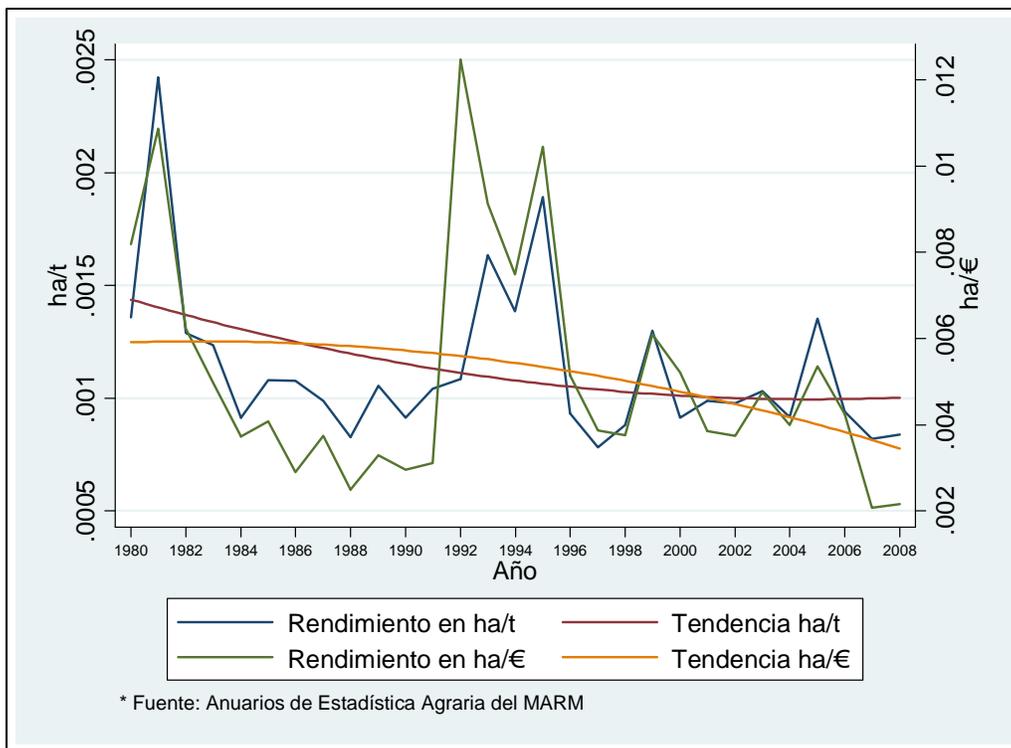


Gráfico 79. Evolución del rendimiento en Olivar de Mesa (ha/t; ha/€)

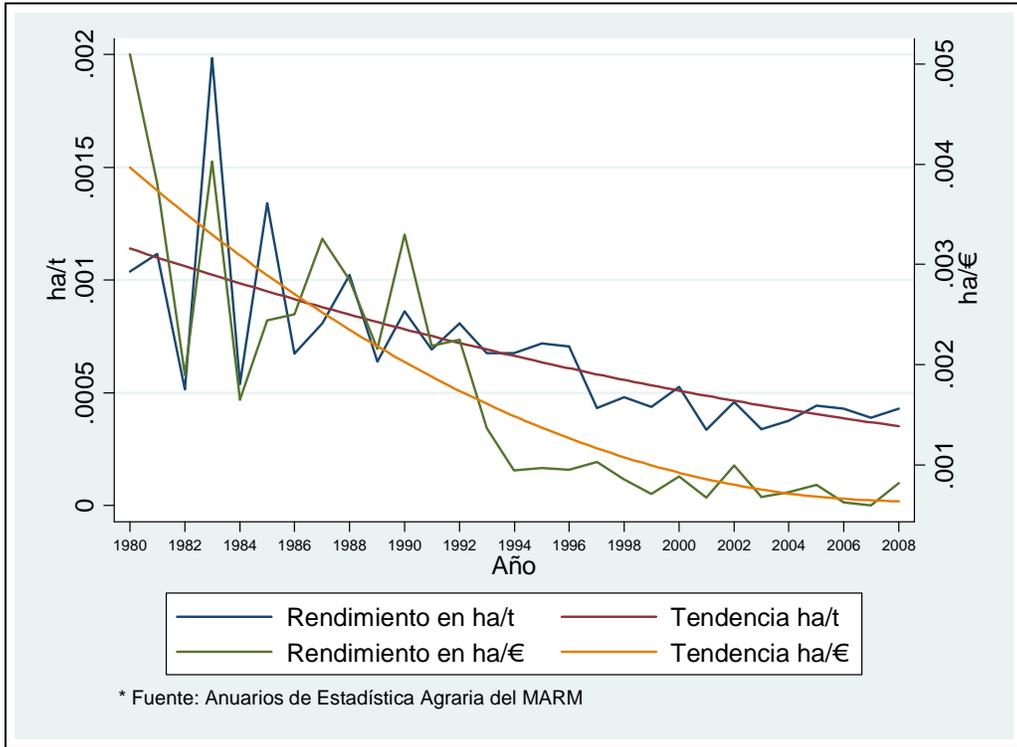


Gráfico 80. Evolución del rendimiento en Olivar de Transformación (ha/t; ha/€)

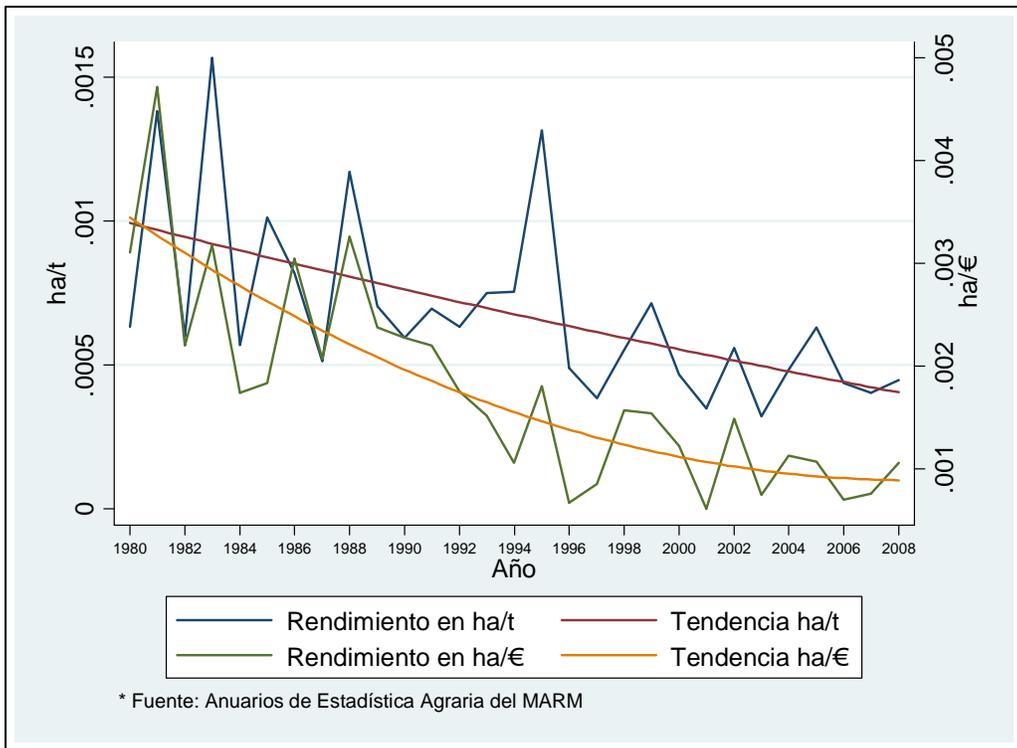


Gráfico 81. Evolución del rendimiento en Viñedo de Mesa (ha/t; ha/€)

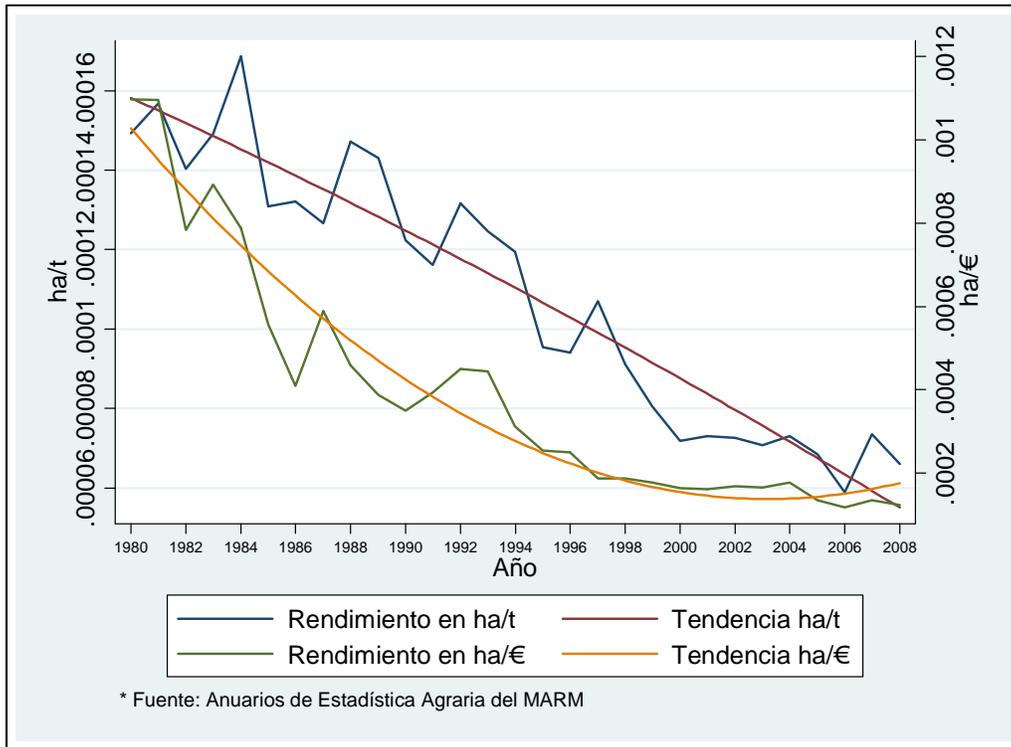


Gráfico 82. Evolución del rendimiento en Viñedo de Transformación (ha/t; ha/€)

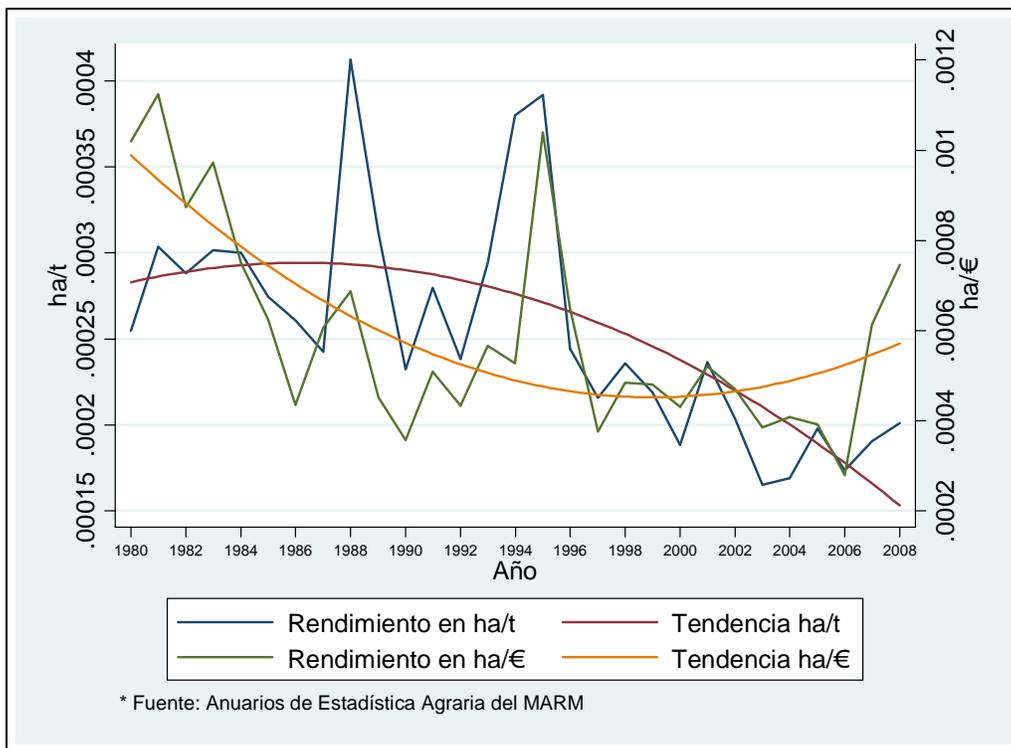


Gráfico 83. Evolución del rendimiento en Naranja (ha/t; ha/€)

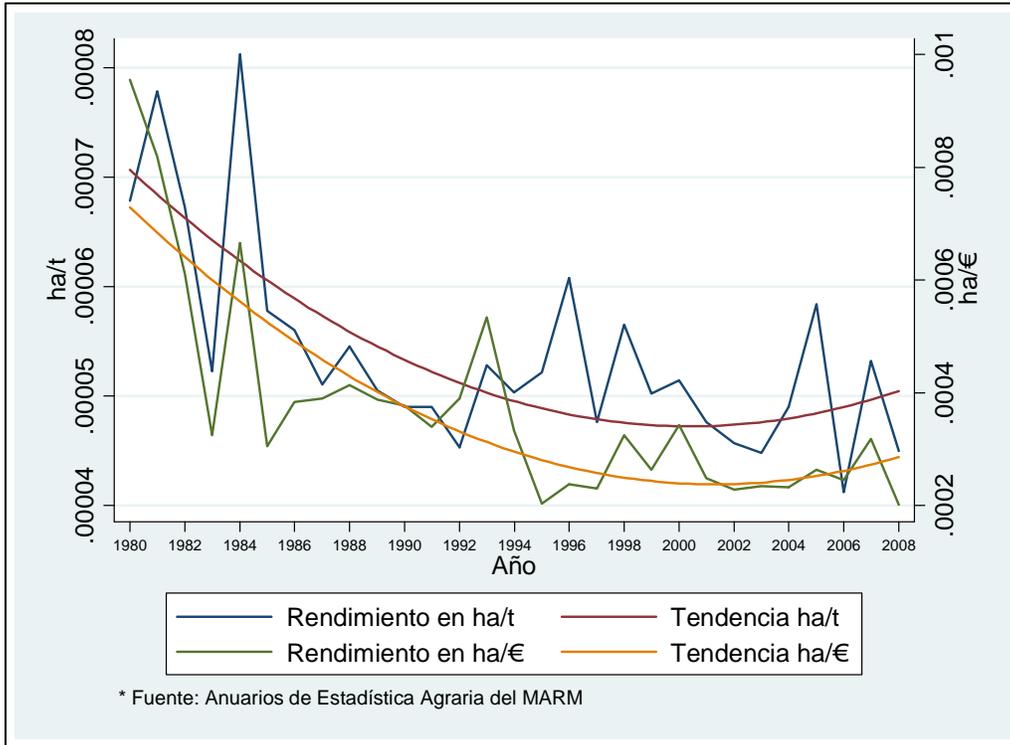


Gráfico 84. Evolución del rendimiento en Naranja Amargo (ha/t; ha/€)

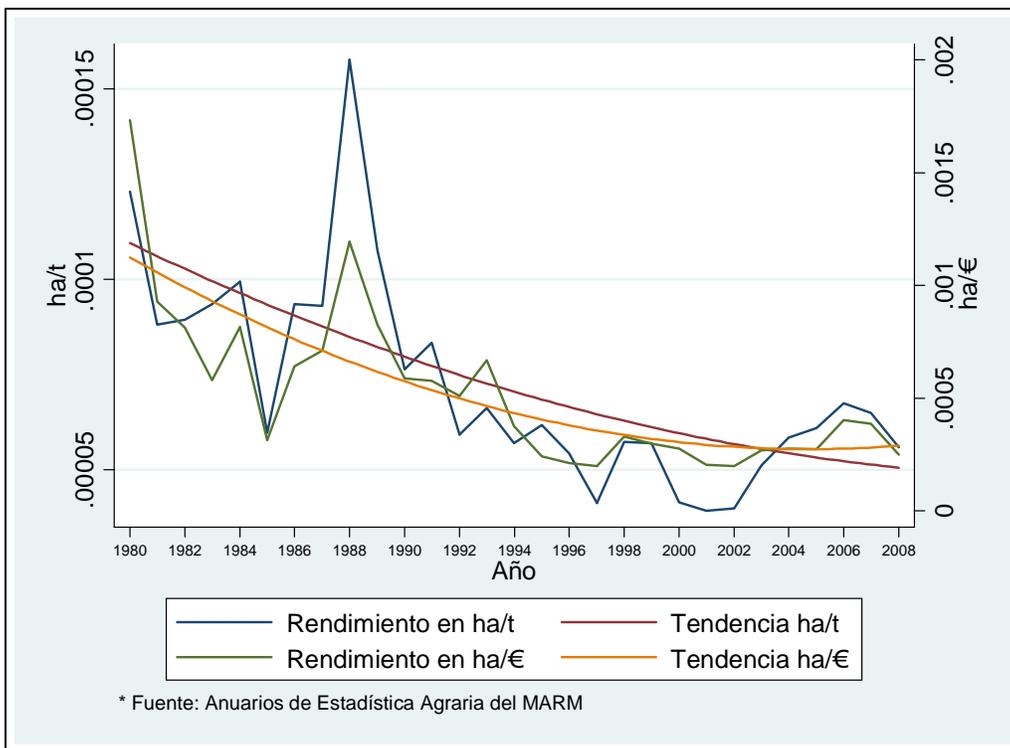


Gráfico 85. Evolución del rendimiento en Mandarino (ha/t; ha/€)

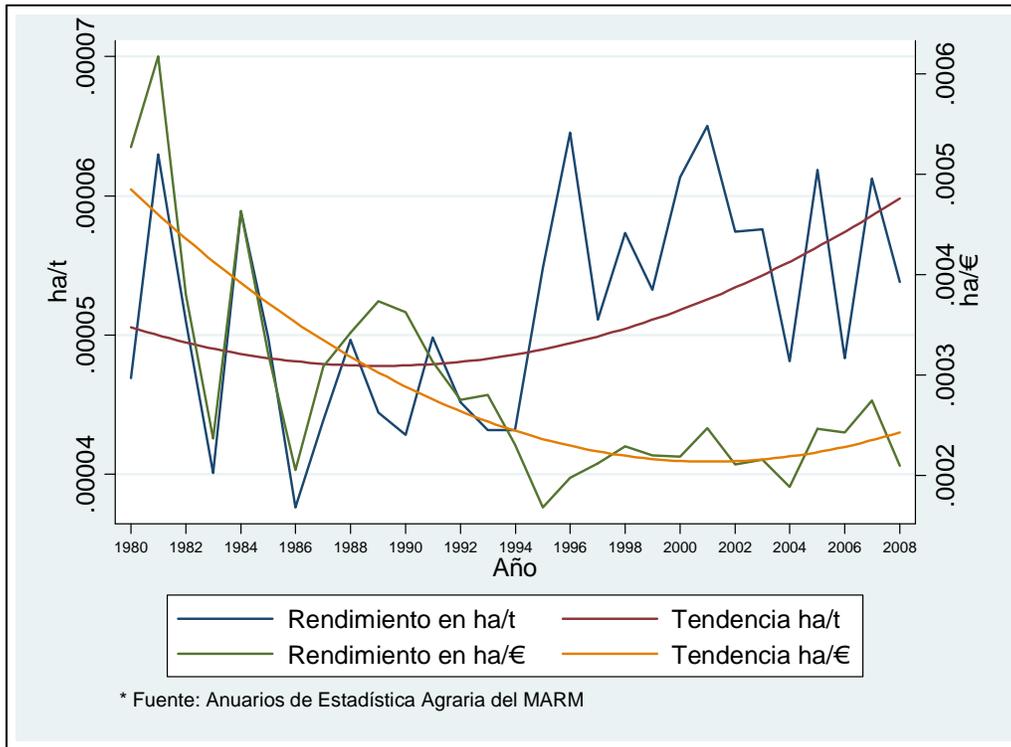


Gráfico 86. Evolución del rendimiento en Limonero (ha/t; ha/€)

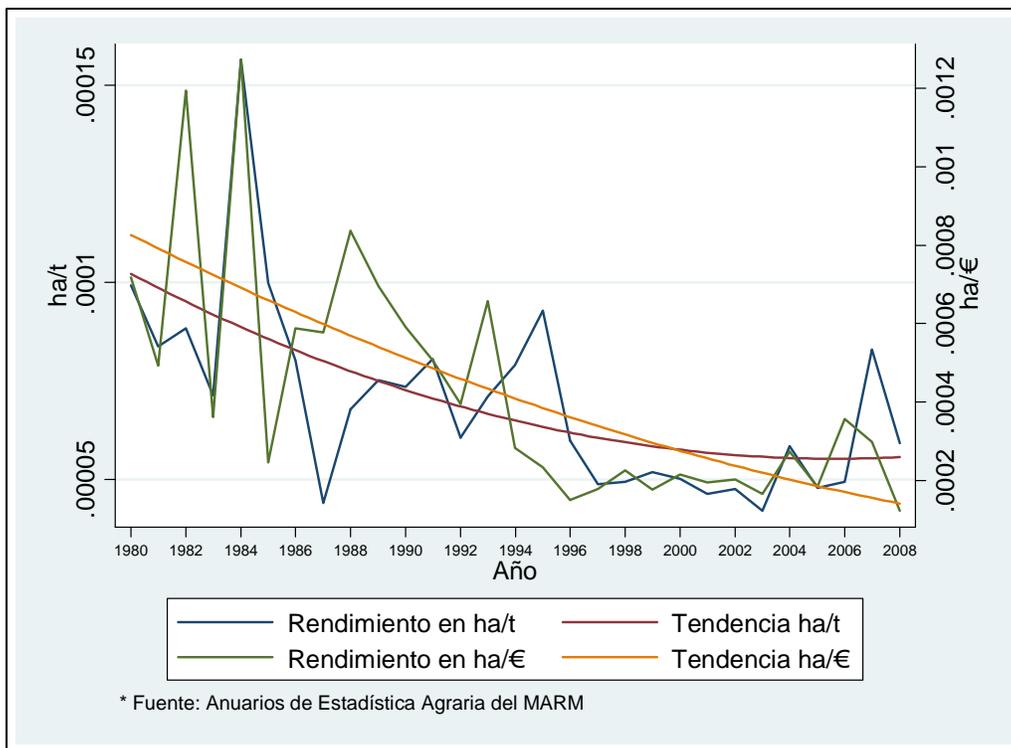


Gráfico 87. Evolución del rendimiento en Pomelo (ha/t; ha/€)

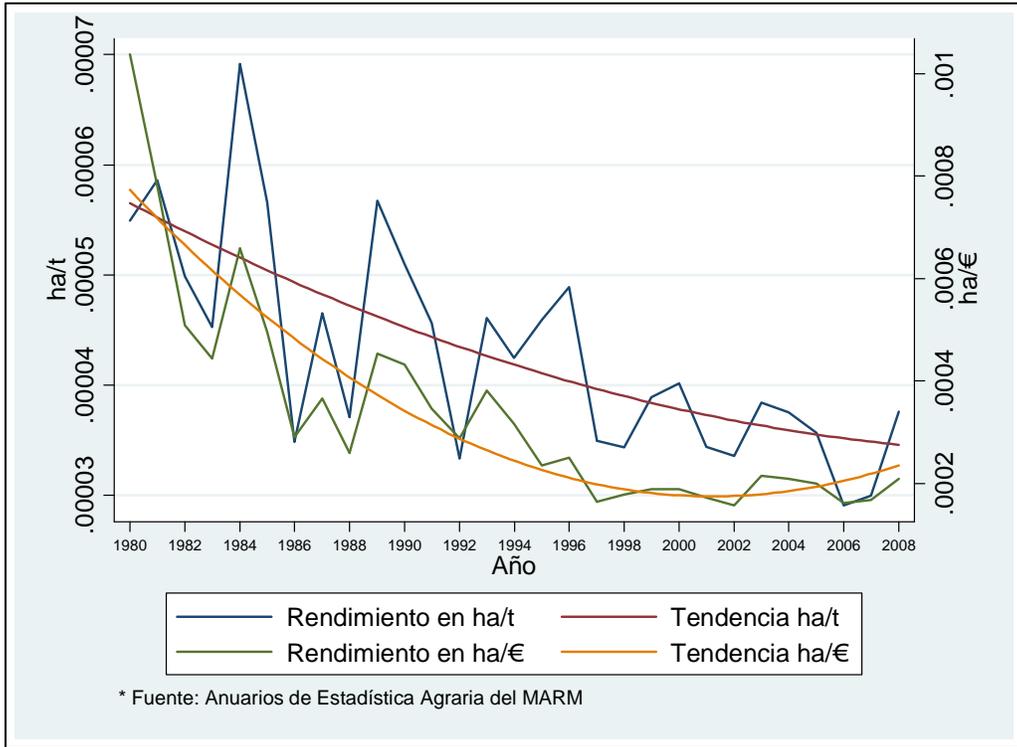


Gráfico 88. Evolución del rendimiento en Melón (ha/t; ha/€)

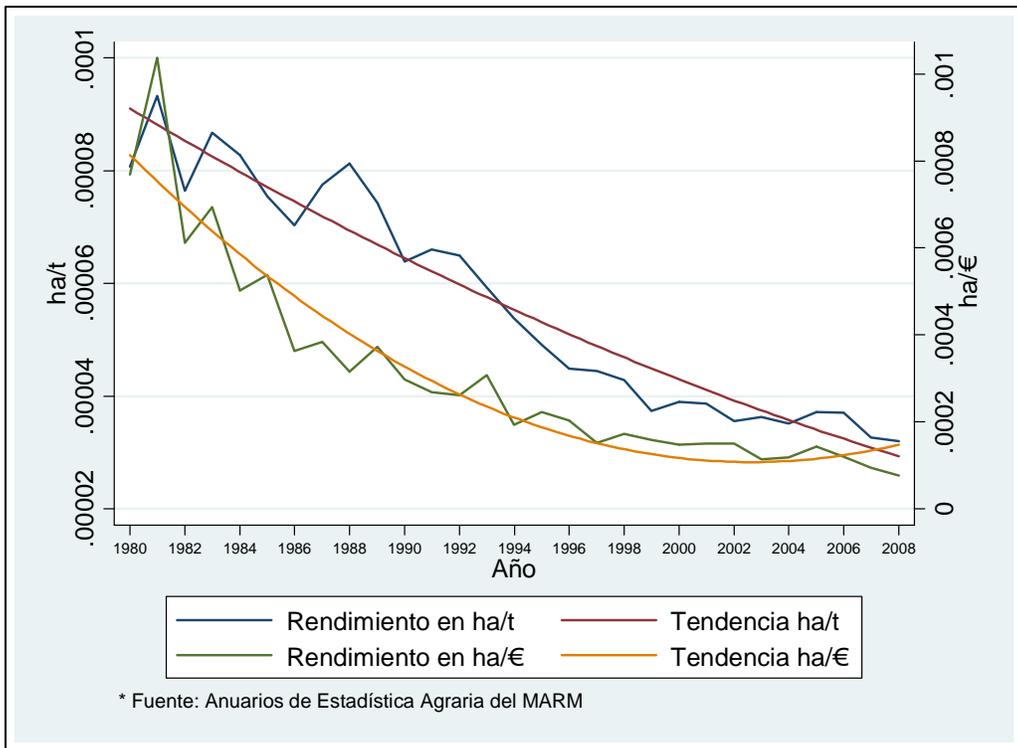
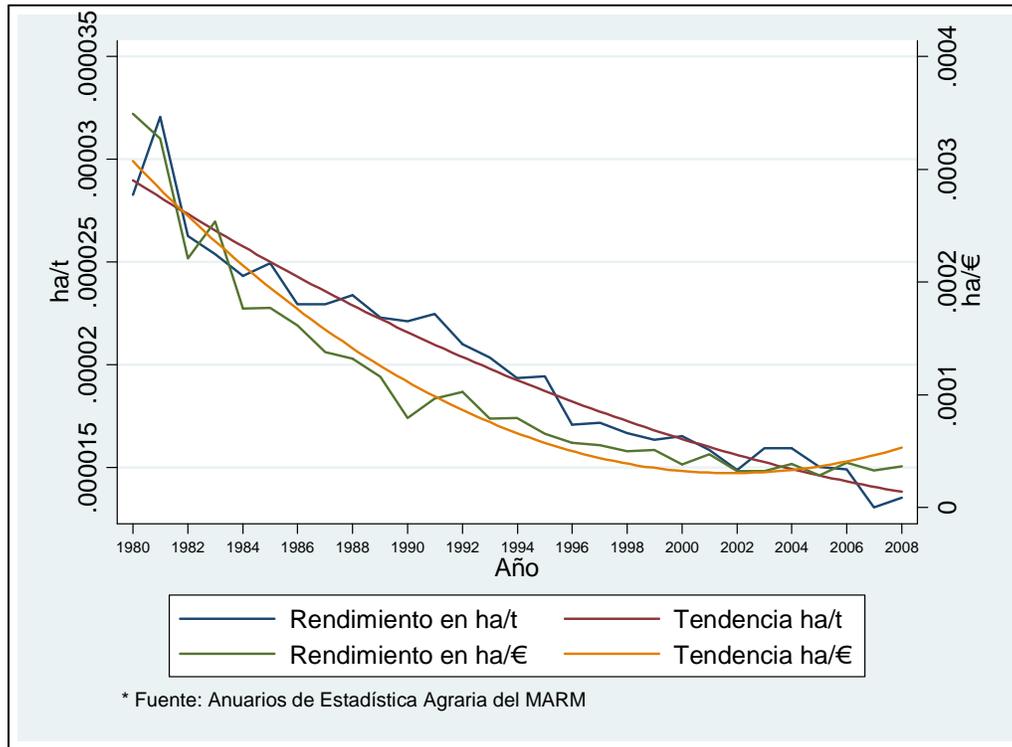


Gráfico 89. Evolución del rendimiento en Tomate (ha/t; ha/€)



4.2.1.4 CONCLUSIONES

Observando el comportamiento de estos indicadores a lo largo del tiempo, se aprecia que la productividad ha ido aumentando en todos los cultivos puesto que cada vez se obtienen más toneladas por hectárea o lo que es lo mismo se requieren menos hectáreas para producir una tonelada. Asimismo cada vez se obtiene más valor por hectárea cultivada o se requieren menos hectáreas para obtener un euro de valor de cosecha. Este comportamiento se aprecia en todos los cultivos, con tendencias más o menos marcadas. La única excepción a esta tendencia general es el mandarina, puesto que a partir del año 1996 invierte su tendencia creciente para comenzar a decrecer, no obstante la productividad del mandarina es muy inestable comparada con la del resto de cultivos, mostrando grandes variaciones anuales que se reflejan en los Gráfico 69 y Gráfico 85.

4.2.1.5 BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*. Varios números. (Disponible en: <http://www.marm.es/>).

(Disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Boletín Mensual de Estadística*. Varios números. (Disponible en: <http://www.marm.es/>).

(Disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/publicaciones/BME/introduccion.htm>)

4.2.2 USO DEL AGUA

4.2.2.1 OBJETIVOS

Con la elaboración de indicadores que recojan la productividad del agua en la agricultura, se pretende ver que evolución ha seguido la eficiencia en el uso del agua en la agricultura. Con estos indicadores, se quiere relacionar el consumo potencial de agua con la producción de los cultivos, así como con el valor de esta producción.

Dentro del total de agua empleada en la agricultura, se distinguen el agua verde, que es la cantidad de agua que el cultivo es capaz de aprovechar de la procedente de la lluvia, y el agua azul que es la que se suministra mediante el riego.

4.2.2.2 METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS³

Para la obtención del consumo de agua, se han empleado datos suministrados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). A partir de estos datos, se han obtenido las diferentes necesidades hídricas provinciales por hectárea y cultivo y teniendo en cuenta la superficie de cada cultivo, se ha calculado el consumo anual de agua. A la hora de calcular el consumo potencial de agua, se ha diferenciado la superficie de secano de la de regadío. Este consumo supone que se cumplen con los riegos todas las necesidades hídricas de los cultivos. Para satisfacer estas necesidades se ha tenido en cuenta que en la superficie de secano sólo se ha consumido el agua de lluvia y que en regadío la diferencia entre las necesidades y el agua de lluvia, se ha cubierto con el riego.

Este estudio va a tomar como base metodológica la desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), incorporando una serie de aportaciones con el fin de adaptarla de la mejor manera posible al modelo de agricultura española y lograr una mejor precisión en los resultados.

La huella hidrológica de la agricultura (WF_{Agr}) equivale al uso de los recursos hídricos españoles en la agricultura (UA_{Agr}), más las 'importaciones' de agua virtual contenida en los productos agrícolas y ganaderos ($VW_{I,Agr}$), menos el agua virtual 'exportada' en estos productos ($VW_{E,Agr}$).

$$WF_{Agr}(m^3) = UA_{Agr} + VW_{I,Agr} - VW_{E,Agr} \quad [3]$$

]

³ La metodología ha sido desarrollada por Garrido et al. (2010); Novo et al. (2009) y Rodríguez-Casado et al. (2009). En este estudio se ha ampliado el análisis de estos autores a los años 2007 y 2008, y a los años 1980-1995.

El uso de agua en la agricultura (UA_{Agr}) se corresponde con la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos e incluye tanto el agua azul como el agua verde. Las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego no se contabilizan, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas.

Los cultivos analizados en este trabajo son todos aquellos contemplados en los Anuarios de Estadística Agroalimentaria que publica el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (95 cultivos). Debido a la heterogeneidad de la agricultura española y con el fin de mejorar la precisión, se han realizado todos los cálculos para cada una de las provincias de España, agregando posteriormente estos datos para obtener los resultados finales a nivel nacional.

La demanda evaporativa de un cultivo, suma de la evaporación directa del agua al suelo y de la transpiración de las plantas, es equivalente a sus necesidades hídricas. En este trabajo se ha estimado la evapotranspiración mensual de cada cultivo (ET_c , mm/mes) según la ecuación de Penman-Monteith. Para su cálculo se multiplica la evapotranspiración de referencia (ET_o) por la constante del cultivo (k_c).

$$ET_c(\text{mm}/\text{mes}) = ET_o \times K_c \quad [4]$$

Los datos mensuales de evapotranspiración de referencia han sido facilitados por el INM (2007) y la constante k_c se ha obtenido de Allen *et al.* (1998). Si aplicamos el factor de corrección 10 se obtienen las necesidades hídricas mensuales en m^3/ha (CWR_i , m^3/ha , mes).

$$CWR_i(\text{m}^3/\text{ha}, \text{mes}) = 10 \times ET_c \quad [5]$$

Se han calculado por separado la evapotranspiración mensual de agua verde (ET_{g_i} , m^3/ha , mes) y la evapotranspiración mensual de agua azul (ET_{b_i} , m^3/ha , mes).

$$CWR_i(\text{m}^3/\text{ha}, \text{mes}) = ET_{g_i} + ET_{b_i} \quad [6]$$

La evapotranspiración mensual de agua verde coincide con la precipitación efectiva (P_{eff} , m^3/ha , mes) en el caso de que esta cantidad no supera las necesidades hídricas del cultivo.

$$ET_{g_i}(\text{m}^3/\text{ha}, \text{mes}) = \min(CWR_i; P_{eff}) \quad [7]$$

Para obtener la precipitación efectiva, que es el agua procedente de la lluvia que realmente puede ser aprovechada por la planta, se han seguido las fórmulas propuestas por Brouwer y Heibloem (1986), en función de la precipitación mensual (p , mm/mes).

$$P_{eff} (mm/mes) = 0,8 \times p - 25, \text{ si } p > 75 \text{ mm/mes} \quad [8]$$

$$P_{eff} (mm/mes) = 0,6 \times p - 10, \text{ si } p < 75 \text{ mm/mes} \quad [9]$$

$$P_{eff} (m^3/ha, mes) = \max(0; 10 \times P_{eff}) \quad [10]$$

Para el régimen de producción en regadío se ha supuesto que todos los cultivos ven cubiertas sus necesidades hídricas⁴. De esta manera, la evapotranspiración de agua azul se corresponde con el riego realizado y compensa la diferencia, si existiera, entre sus necesidades hídricas y la precipitación efectiva.

$$ETb_i (m^3/ha, mes) = \max(0, CWR_i - P_{eff}) \quad [11]$$

Las fechas de siembra y recolección de cada cultivo se han considerado idénticas para todas las provincias y se han obtenido del calendario de siembra, recolección y comercialización para los años 1996-1998 (MAPA, 2001).

Para el régimen de secano se han utilizado únicamente datos correspondientes al agua verde, obteniendo el contenido de agua virtual verde (Vg_{sec} , m³/kg) al dividir la evapotranspiración de agua verde entre el rendimiento en secano (Y_{sec} , kg/ha).

$$Vg_{sec} (m^3/kg) = \frac{ETg}{Y_{sec}} \quad [12]$$

Los cultivos en regadío consumen agua azul y agua verde. El contenido de agua virtual azul (Vb_{reg} , m³/kg) resulta de dividir la evapotranspiración de agua azul del cultivo entre su rendimiento en regadío (Y_{reg} , kg/ha), mientras que el contenido de agua virtual verde (Vg_{reg} , m³/kg) se obtiene al dividir la evapotranspiración de agua verde entre el rendimiento en regadío.

$$Vb_{reg} (m^3/kg) = \frac{ETb}{Y_{reg}} \quad [13]$$

$$Vg_{reg} (m^3/kg) = \frac{ETg}{Y_{reg}} \quad [14]$$

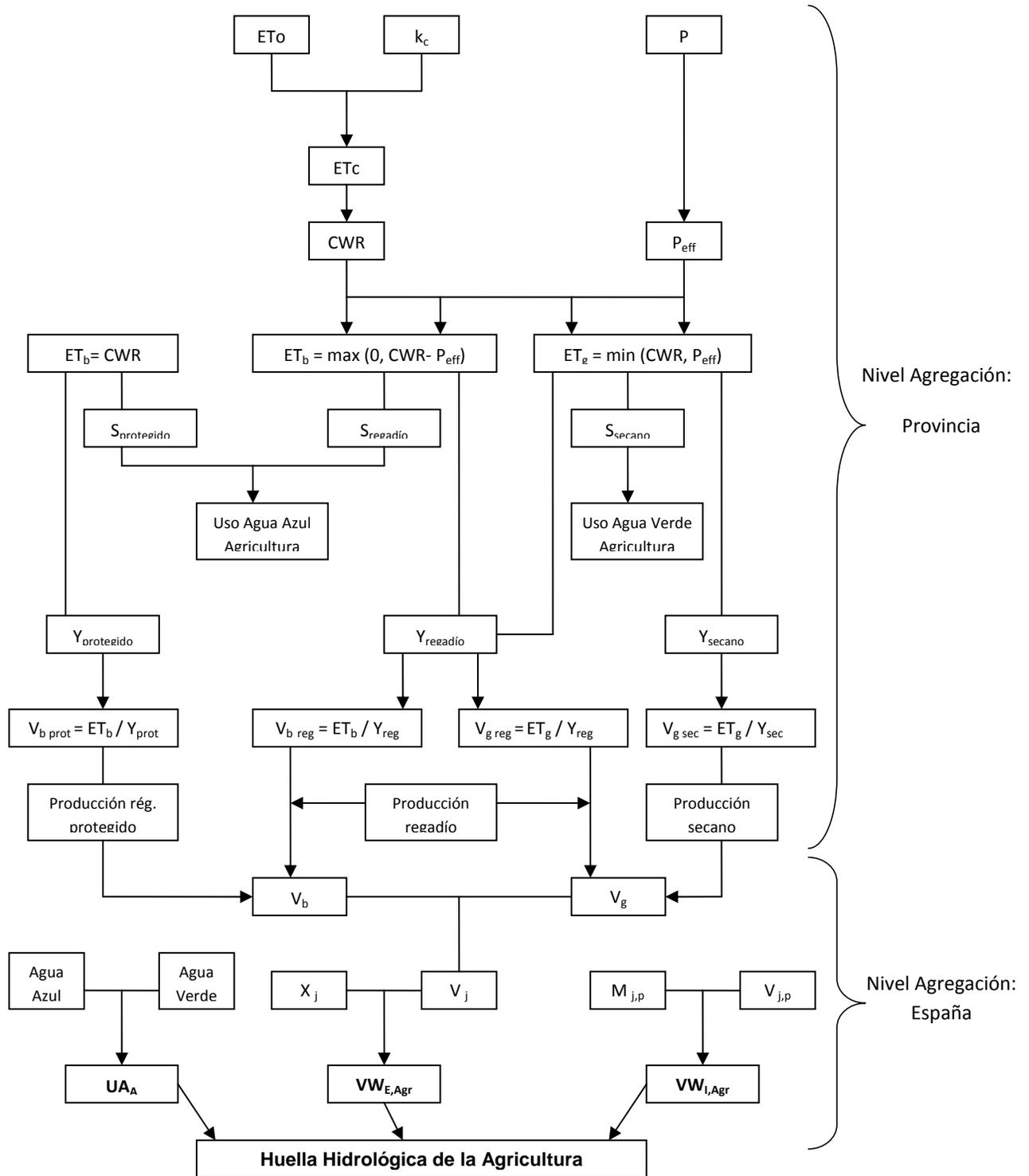
En el caso de los cultivos protegidos, que no aprovechan agua verde, el contenido en agua virtual azul (Vb_{prot} , m³/kg) se ha calculado dividiendo la evapotranspiración de agua azul entre el rendimiento en régimen protegido (Y_{prot} , kg/ha).

⁴ En el caso de los cultivos protegidos los datos de necesidades hídricas se ha estimado directamente a partir de diversas fuentes bibliográficas (Serrano, 1982; Reche, 2005; Cajamar, 2005)

$$Vb_{prot} (m^3/kg) = \frac{ETb}{Y_{prot}} \quad [15]$$

Una vez calculados los contenidos en agua virtual de cada cultivo, distinguiendo entre azul y verde, y para cada Comunidad Autónoma, se han agregado los datos para obtener los resultados a nivel nacional. Para hallar este valor medio de contenido en agua virtual de cada producto en España (V_j , m^3/kg) se han ponderado las producciones de cada Comunidad Autónoma y de cada régimen de producción.

Figura 5: Esquema del procedimiento de cálculo de la huella hidrológica de la agricultura



Fuente: Elaboración propia a partir de Novo (2008), Garrido et al. (2010).

ET_o : evapotranspiración de referencia; k_c : constante del cultivo; ET_c : evapotranspiración del cultivo;
 CWR : requerimientos de agua del cultivo; P : precipitación; P_{eff} : precipitación efectiva;
 ET_b : evapotranspiración de agua azul; ET_g : evapotranspiración de agua verde; S : superficie; Y : rendimiento;

En la elaboración de estos indicadores también se han empleado las superficies, rendimientos, y producciones así como los precios ya empleados en los indicadores de uso de la tierra. Los indicadores que se han obtenido son:

B1: Toneladas de producto obtenidas por metro cúbico de agua.

B2: Euros de producto obtenidos por metro cúbico de agua.

1/B1: Metros cúbico de agua para obtener una tonelada.

1/B2: Metros cúbico de agua para obtener un euro.

A su vez dentro de estos indicadores se distingue el consumo de agua azul, del consumo de agua verde y ambas se incluyen en el consumo total. En los cultivos de regadío, aunque se ha tenido en cuenta la precipitación recogida en los cálculos, sólo se ha representado el agua azul y la total para no distorsionar la escala.

4.2.2.3 RESULTADOS

Los resultados se han recogido de forma similar a los anteriores indicadores, combinando los directos en los primeros gráficos desde el Gráfico 90 hasta el Gráfico 105. Los indirectos se recogen del Gráfico 106 al Gráfico 121.

Gráfico 90. Evolución en el consumo de agua en Trigo (m³/t)

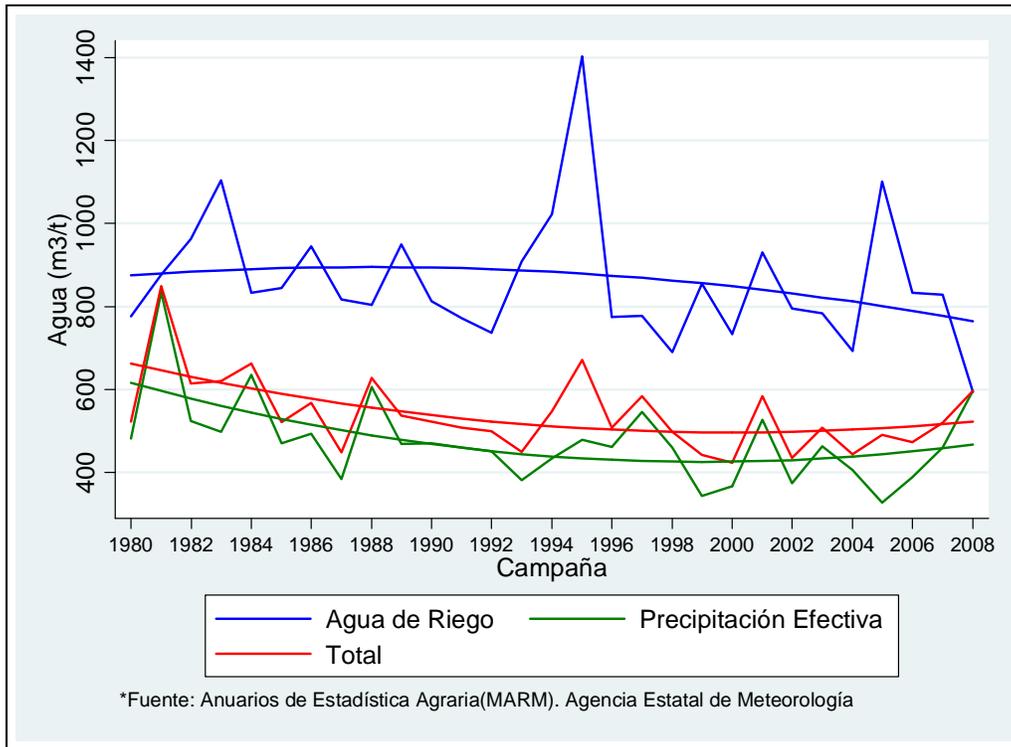


Gráfico 91. Evolución en el consumo de agua en Cebada (m³/t)

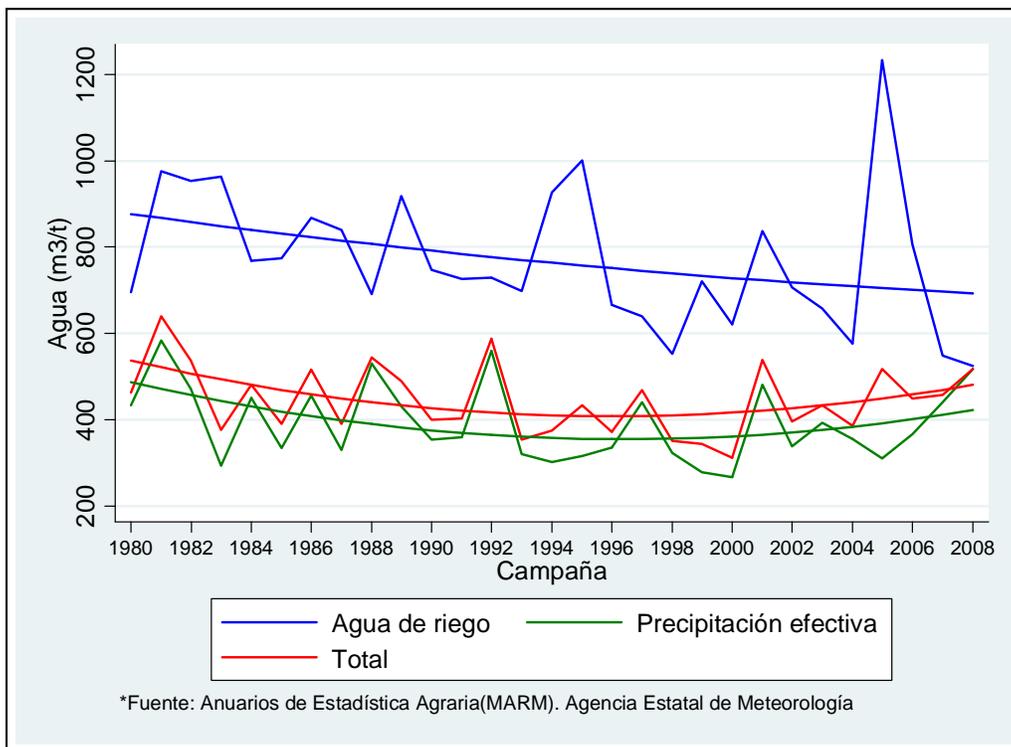


Gráfico 92. Evolución en el consumo de agua en Maíz (m³/t)

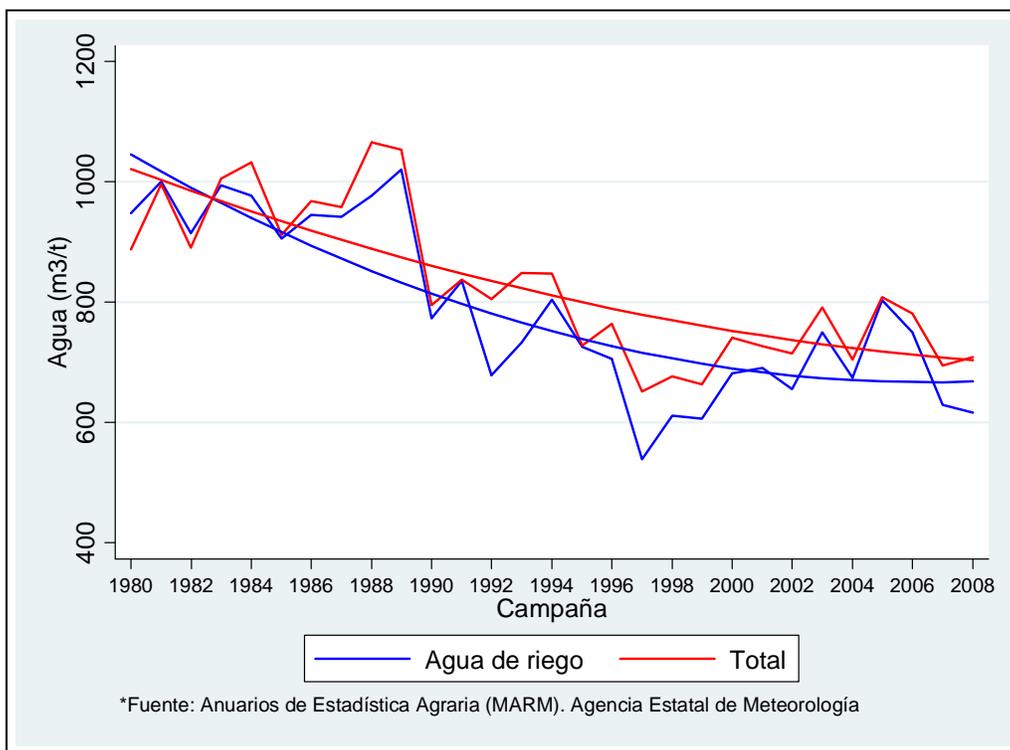


Gráfico 93. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (m³/t)

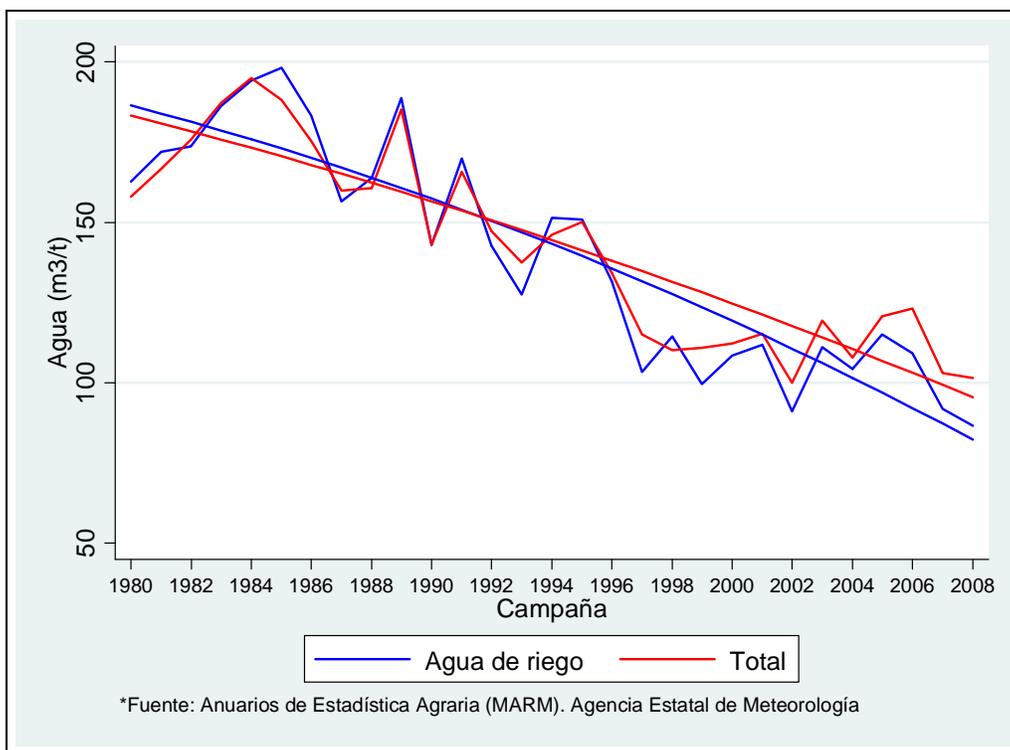


Gráfico 94. Evolución en el consumo de agua en Girasol (m^3/t)

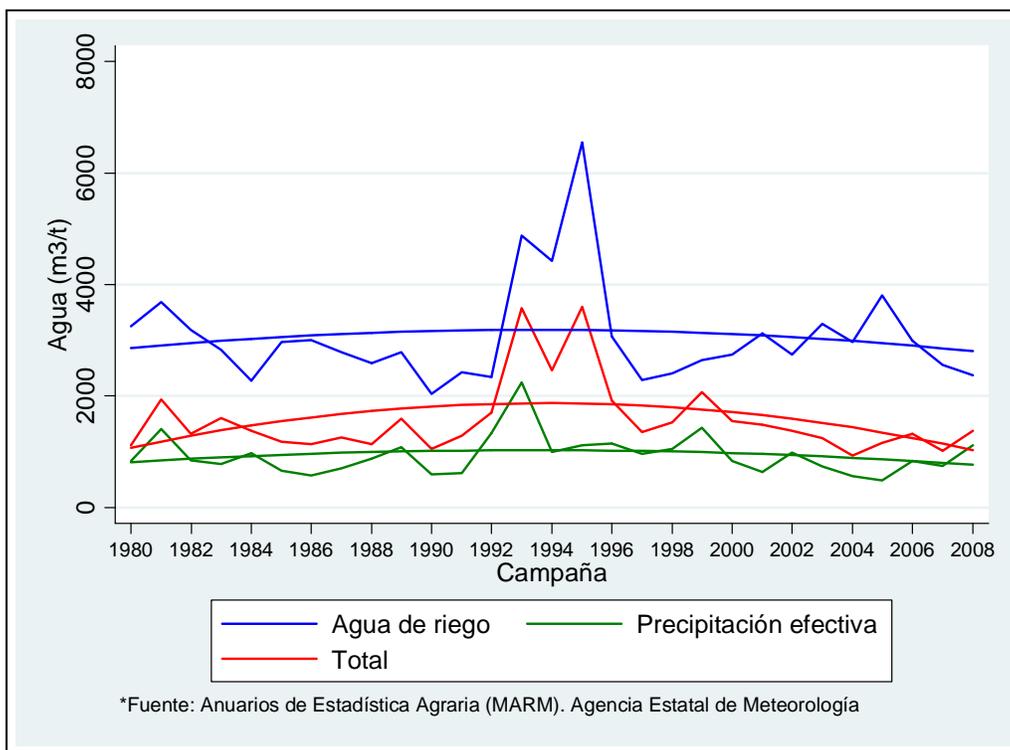


Gráfico 95. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (m^3/t)

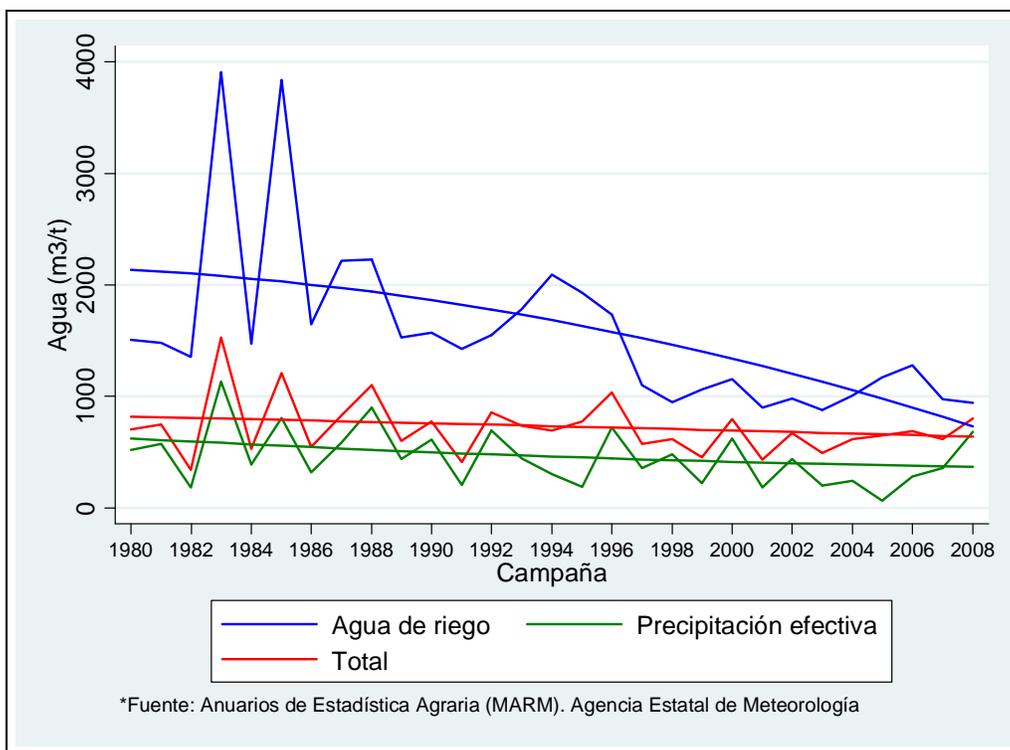


Gráfico 96. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (m³/t)

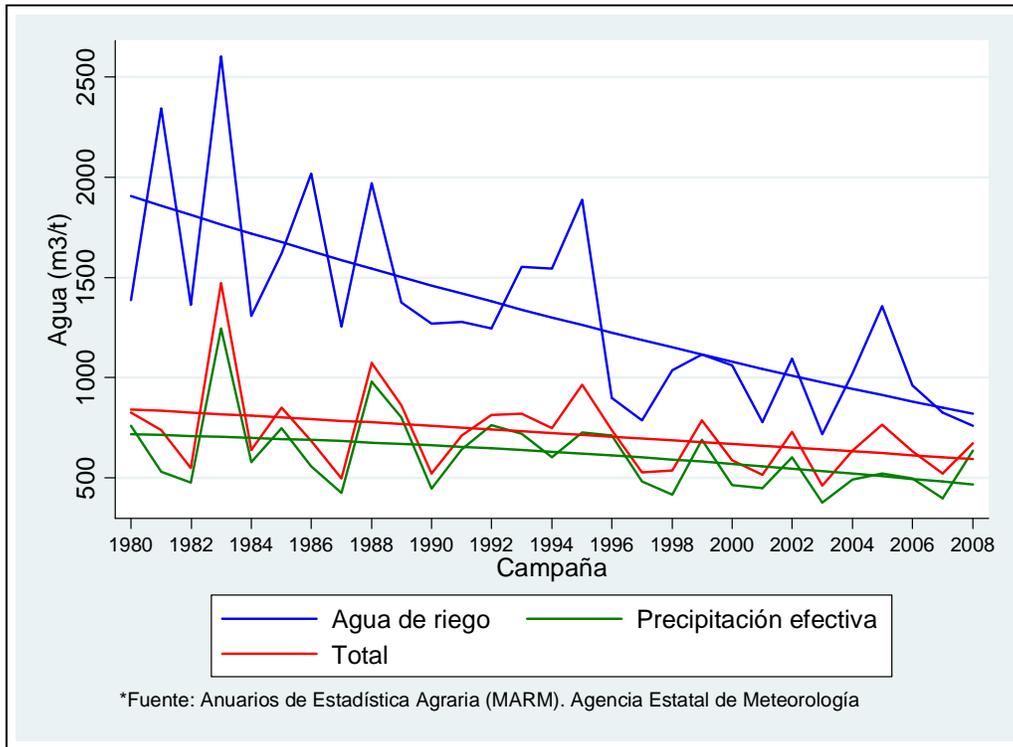


Gráfico 97. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (m³/t)

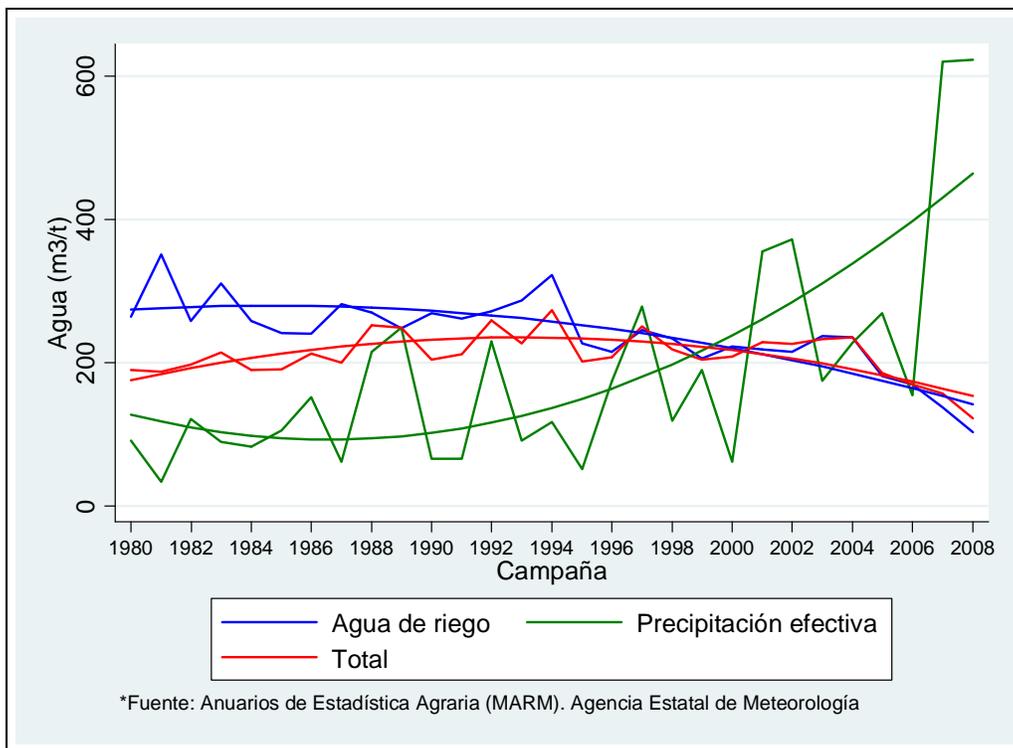


Gráfico 98. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (m³/t)

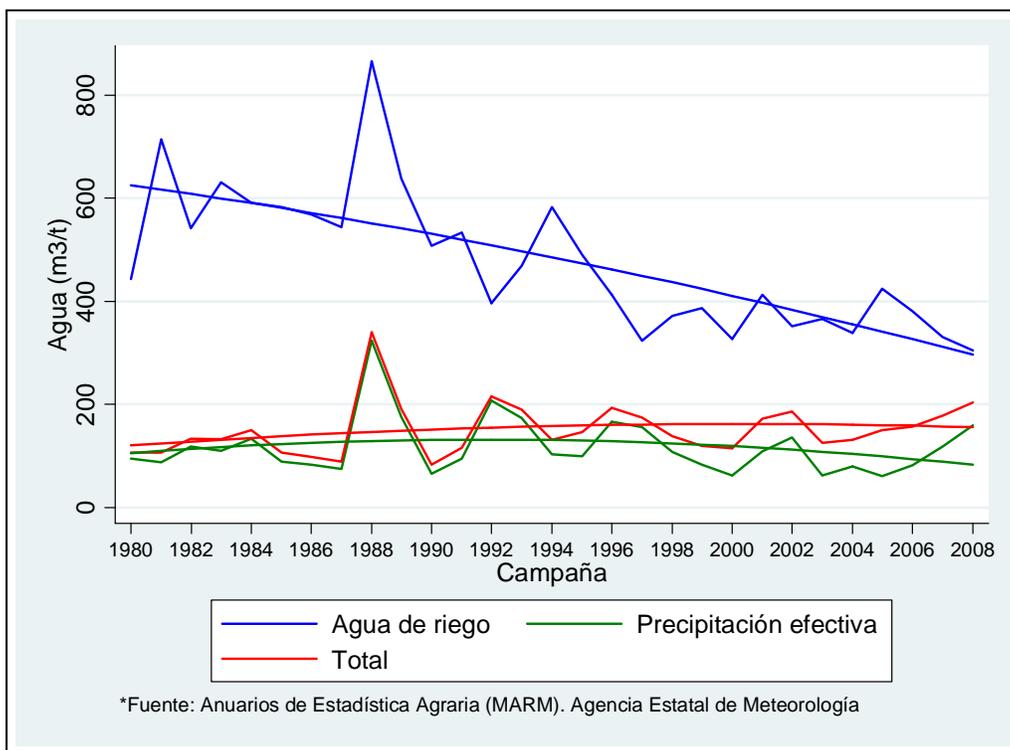


Gráfico 99. Evolución en el consumo de agua en Naranja (m³/t)

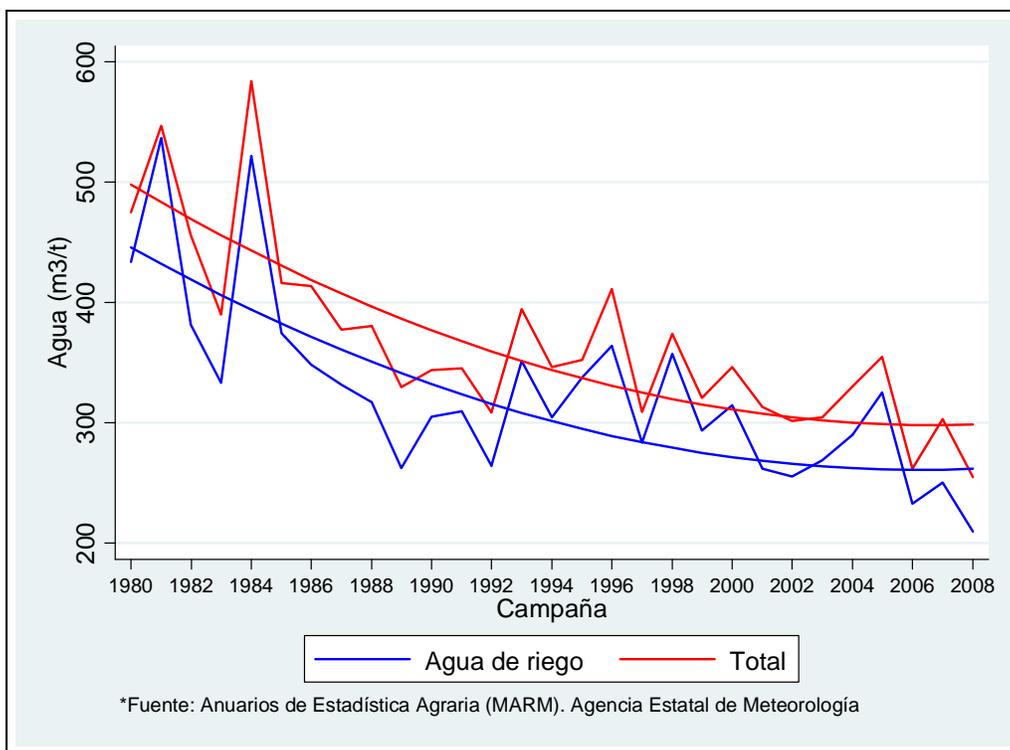


Gráfico 100. Evolución en el consumo de agua en Naranja Amargo (m³/t)

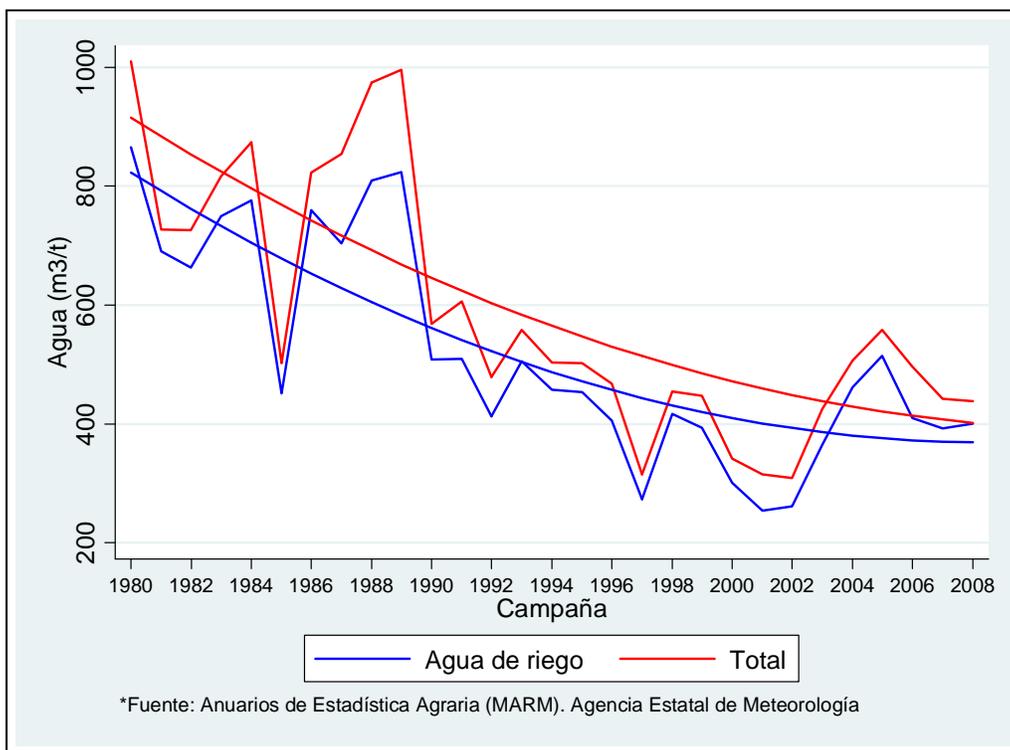


Gráfico 101. Evolución en el consumo de agua en Mandarino (m³/t)

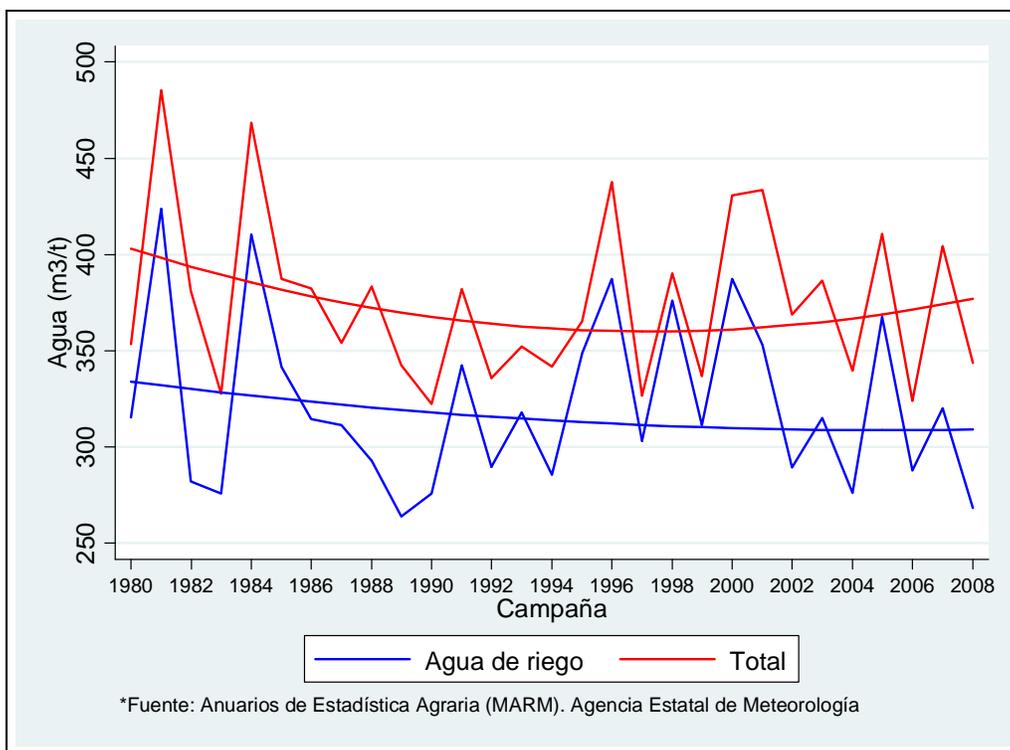


Gráfico 102. Evolución en el consumo de agua en Limonero (m³/t)

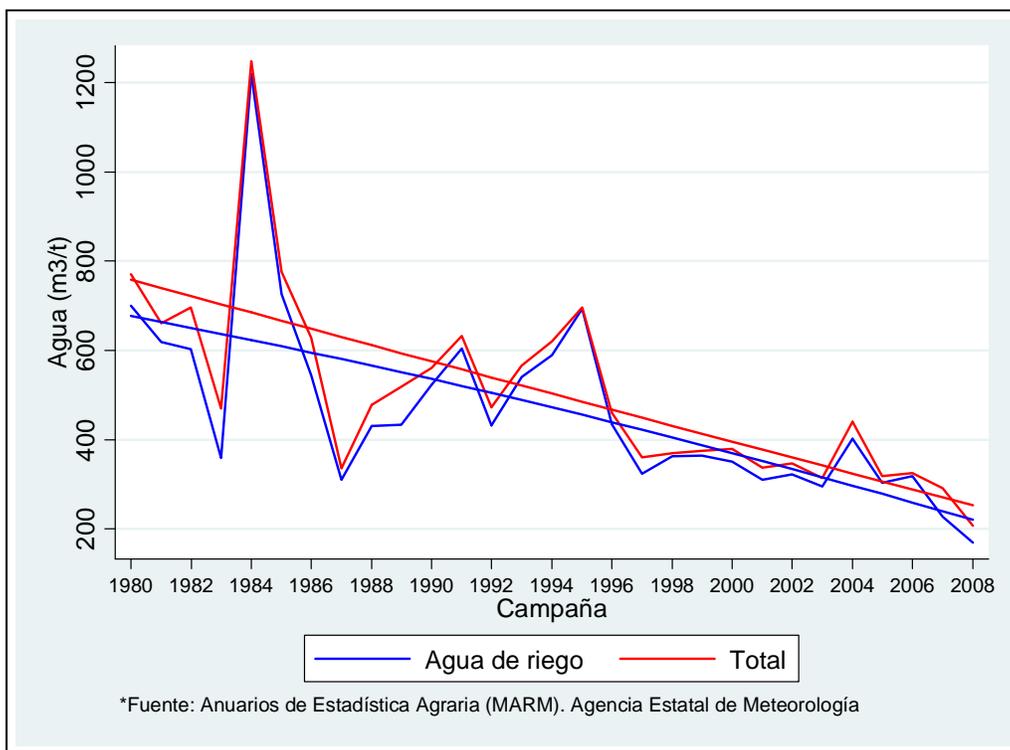


Gráfico 103. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (m³/t)

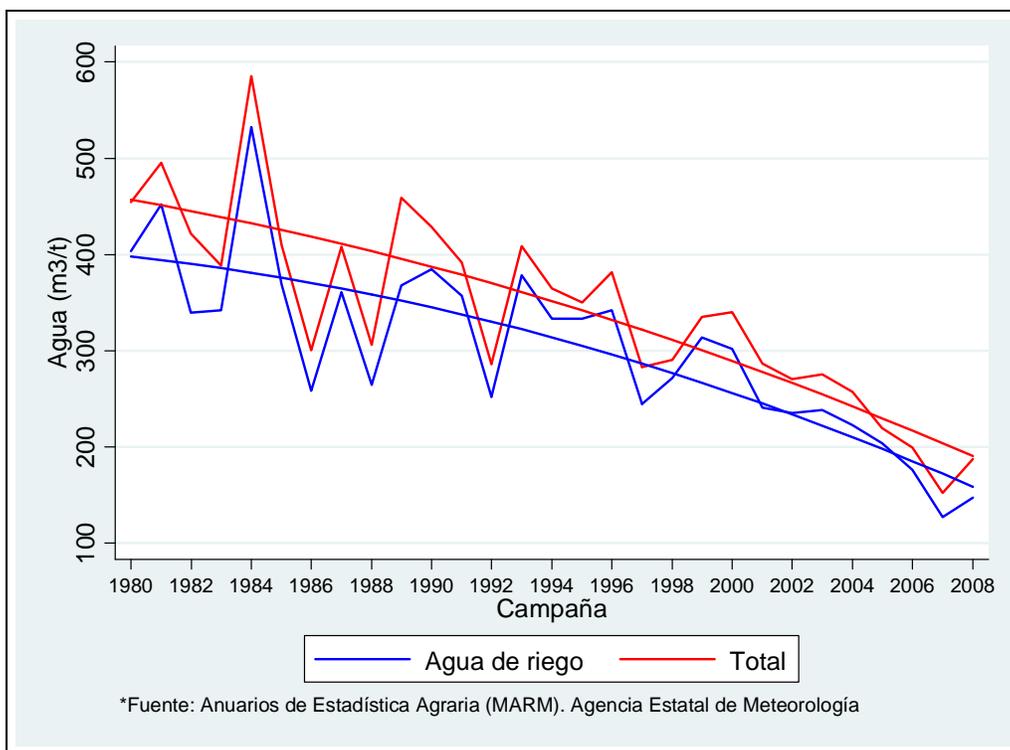


Gráfico 104. Evolución en el consumo de agua en Melón (m³/t)

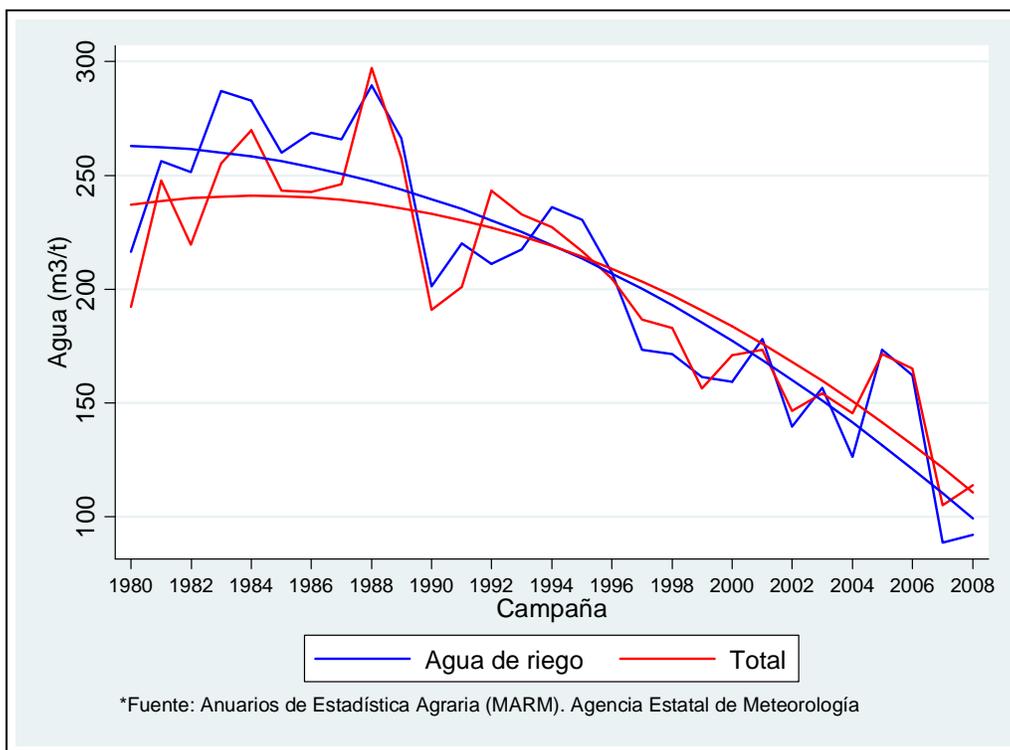


Gráfico 105. Evolución en el consumo de agua en Tomate (m³/t)

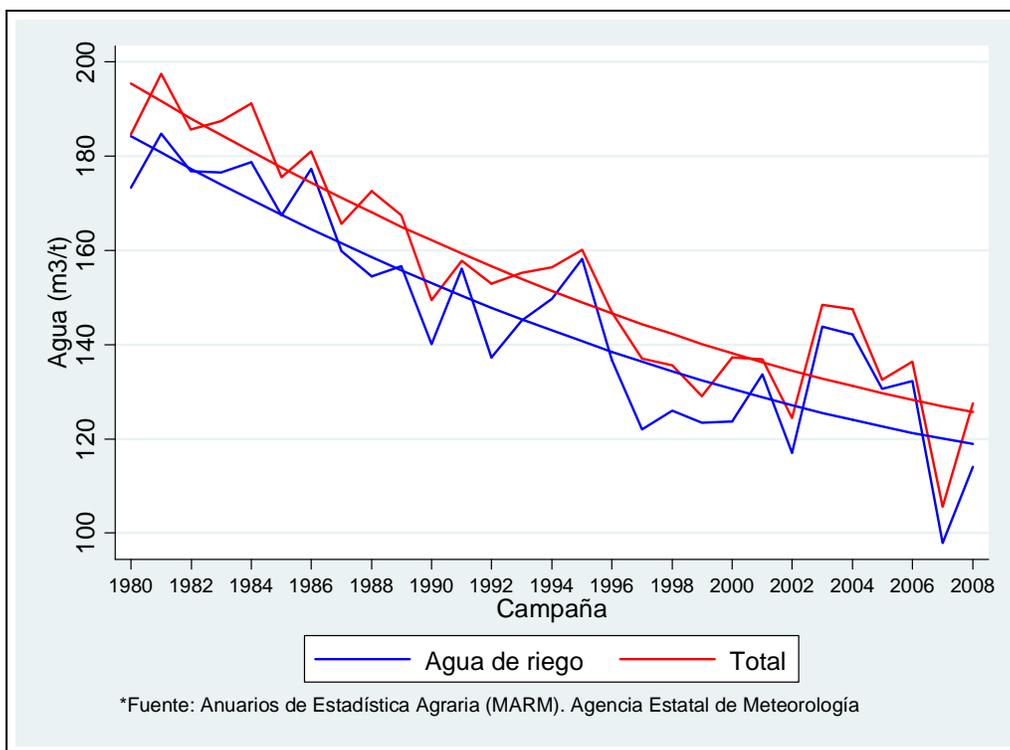


Gráfico 106. Evolución en el consumo de agua en Trigo (t /m³)

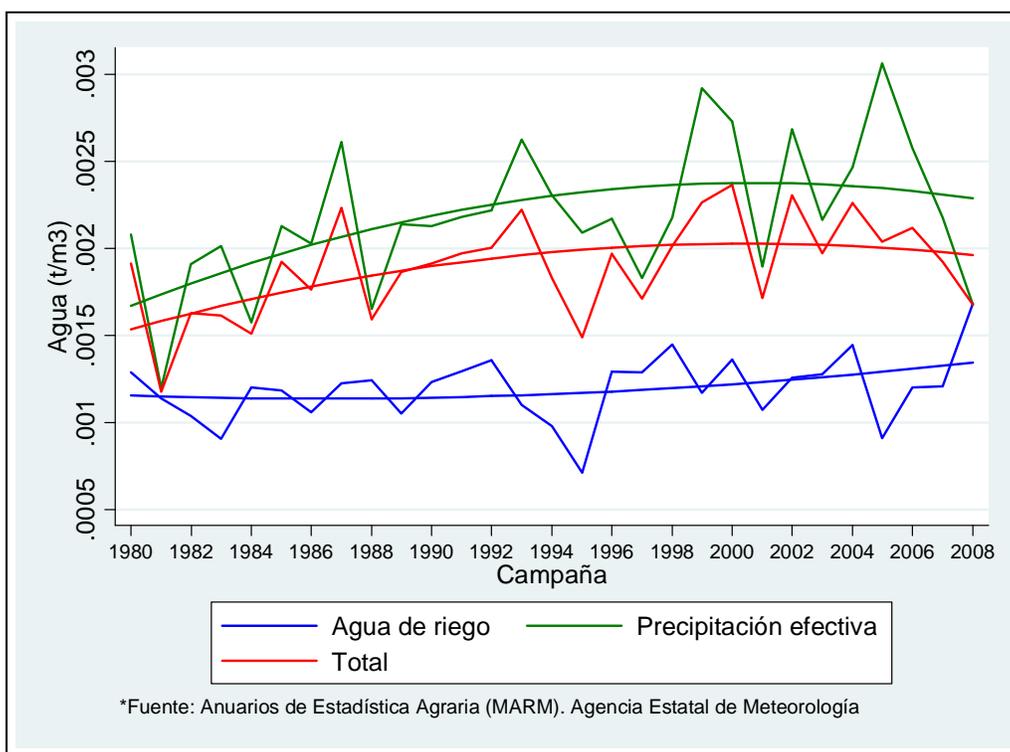


Gráfico 107. Evolución en el consumo de agua en Cebada (t /m³)

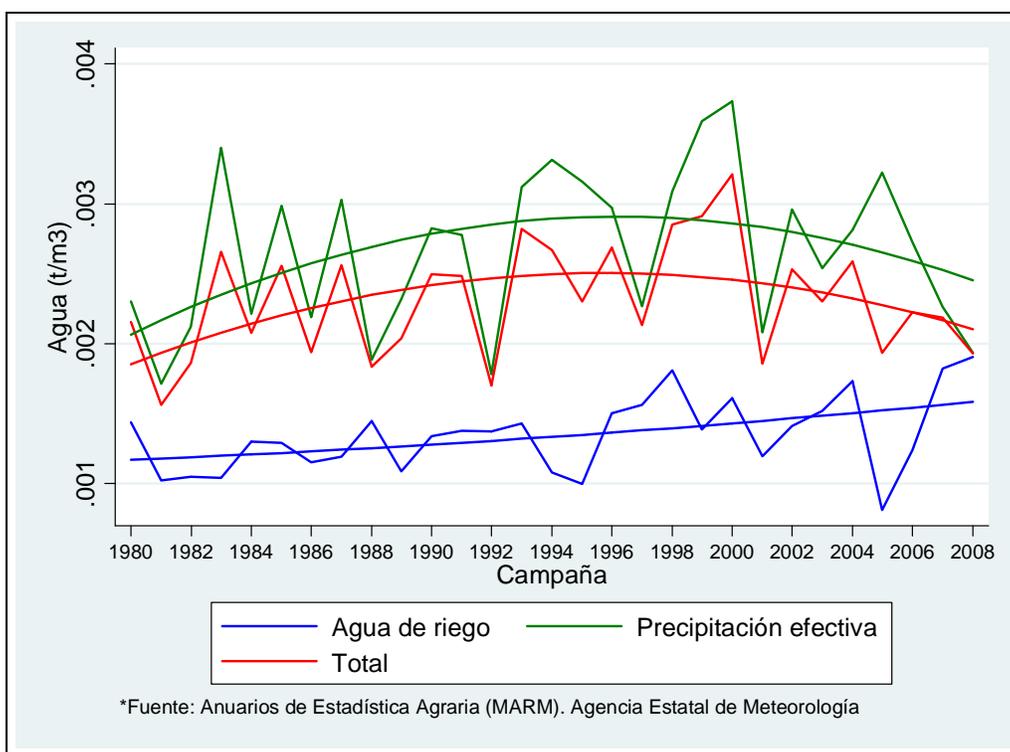


Gráfico 108. Evolución en el consumo de agua en Maíz (t /m³)

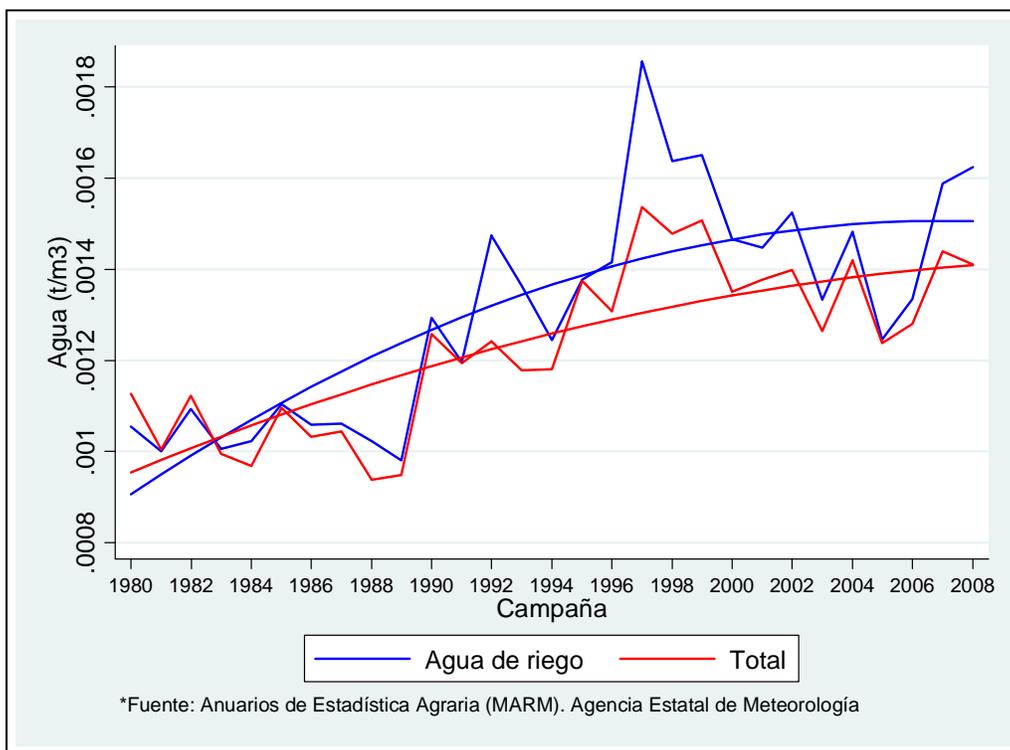


Gráfico 109. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (t /m³)

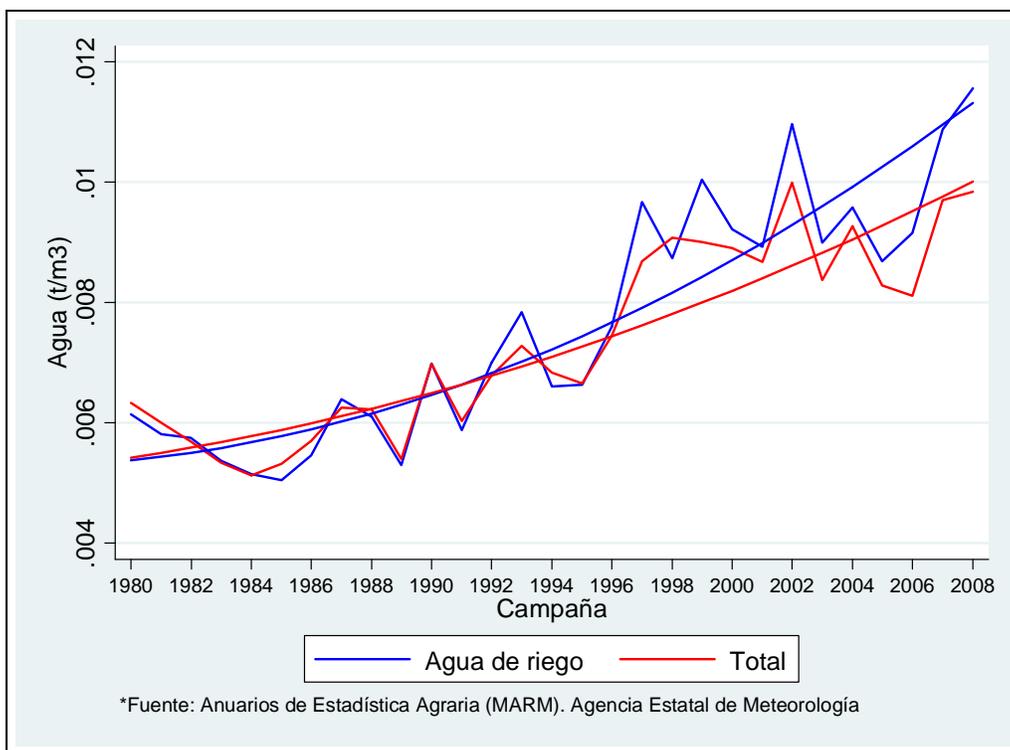


Gráfico 110. Evolución en el consumo de agua en Girasol (t /m³)

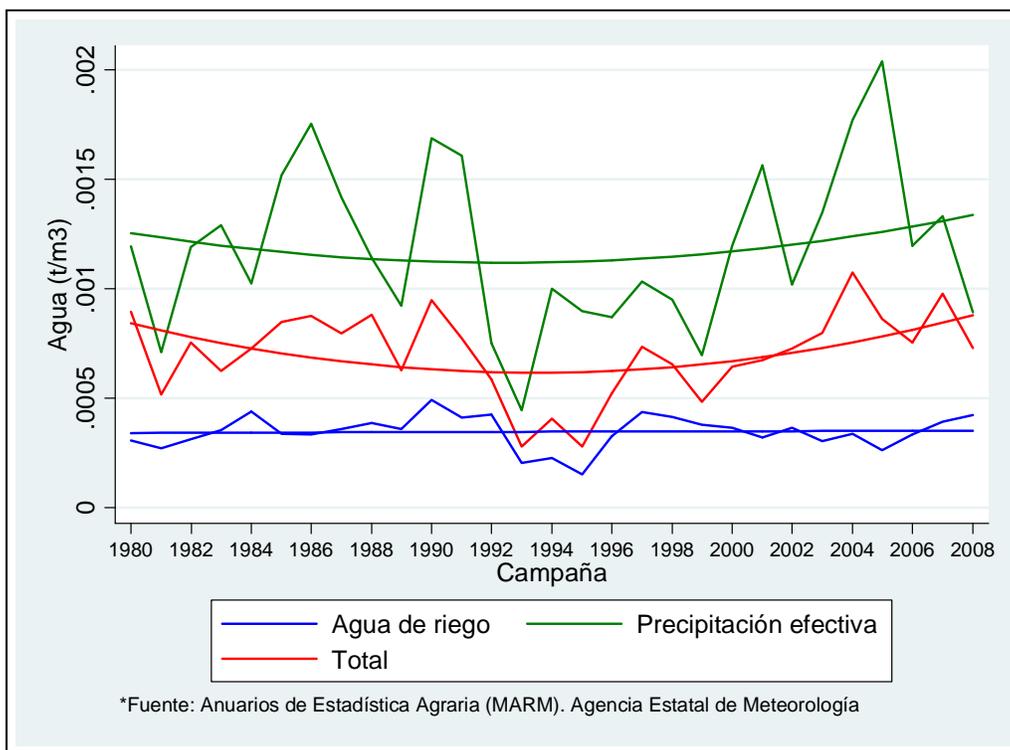


Gráfico 111. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (t /m³)

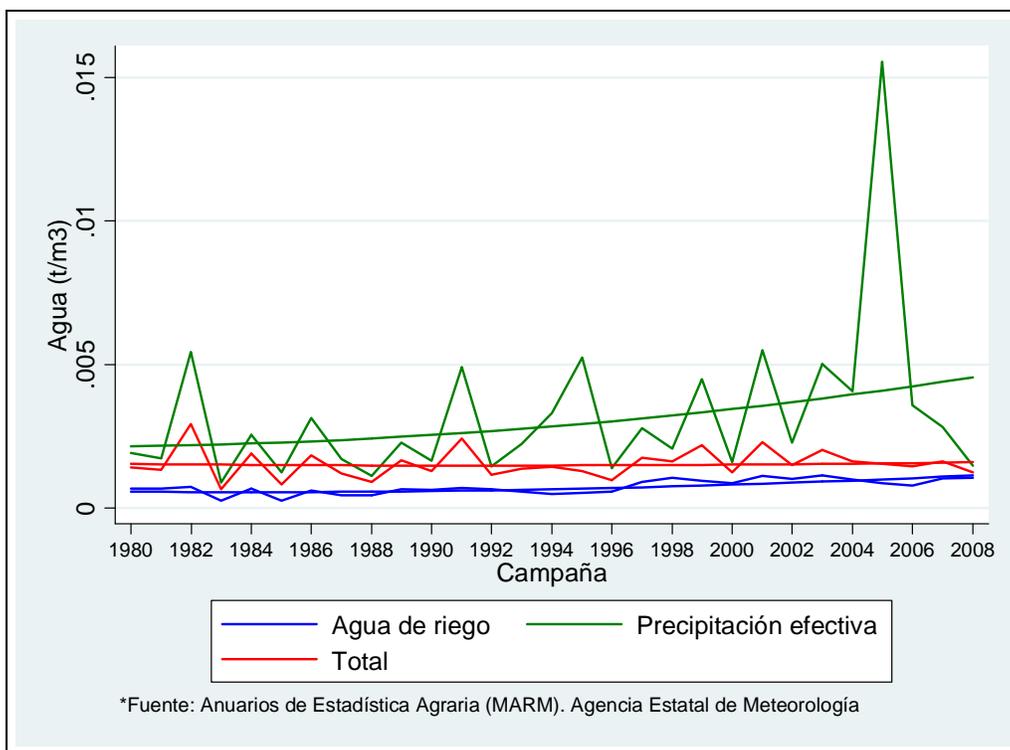


Gráfico 112. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (t /m³)

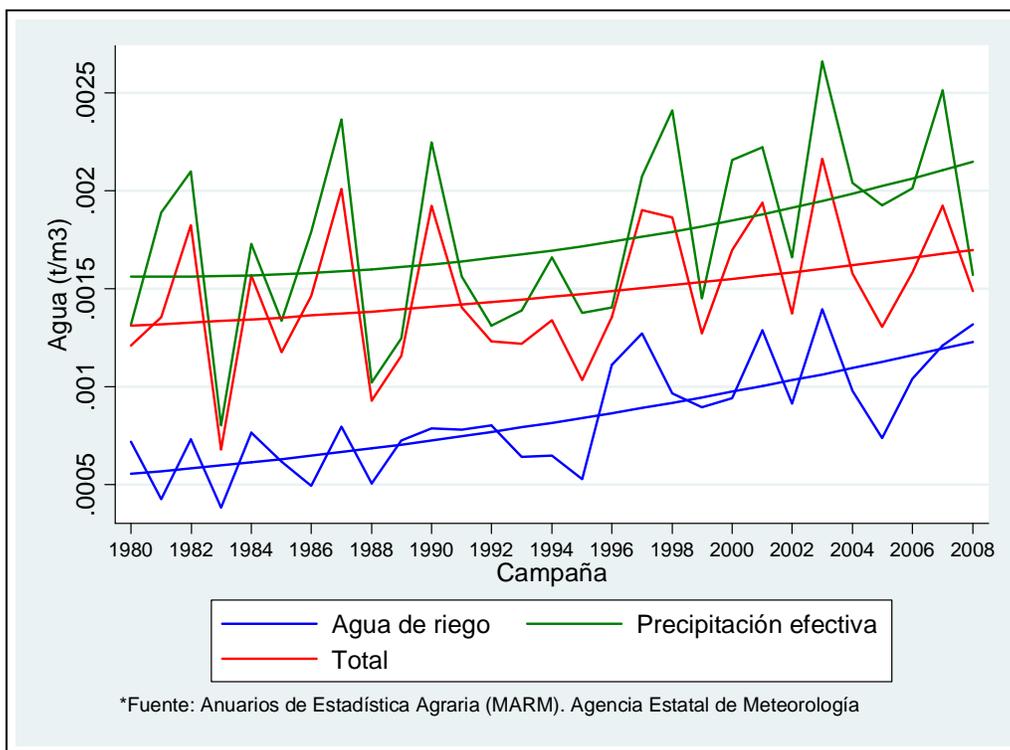


Gráfico 113. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (t /m³)

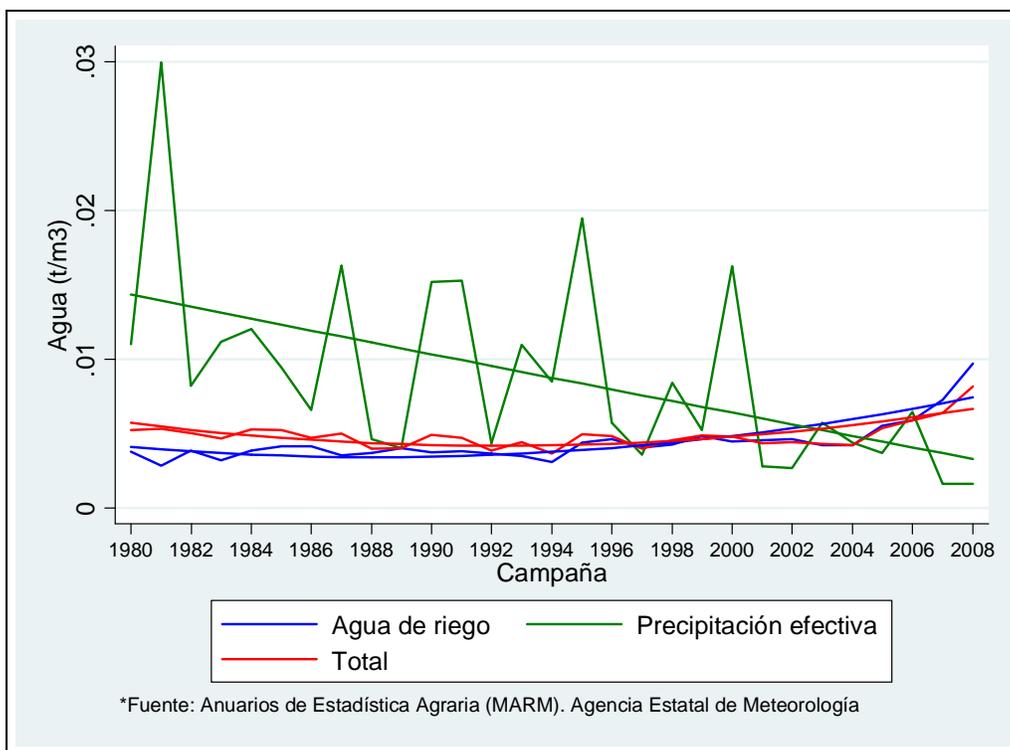


Gráfico 114. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (t /m³)

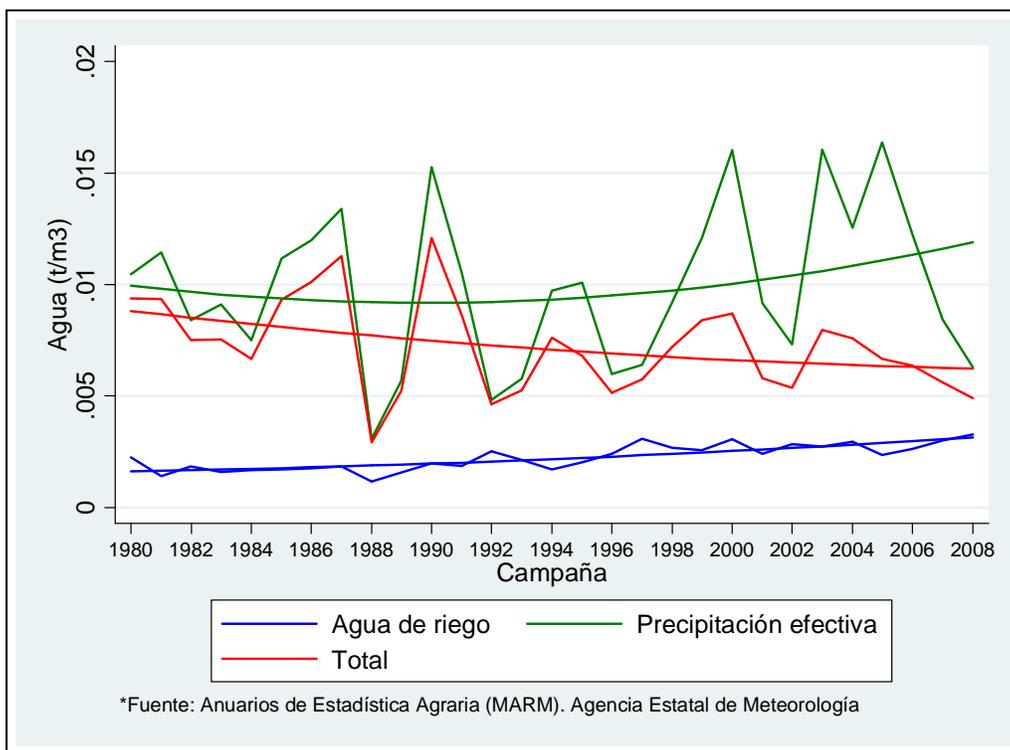


Gráfico 115. Evolución en el consumo de agua en Naranja (t /m³)

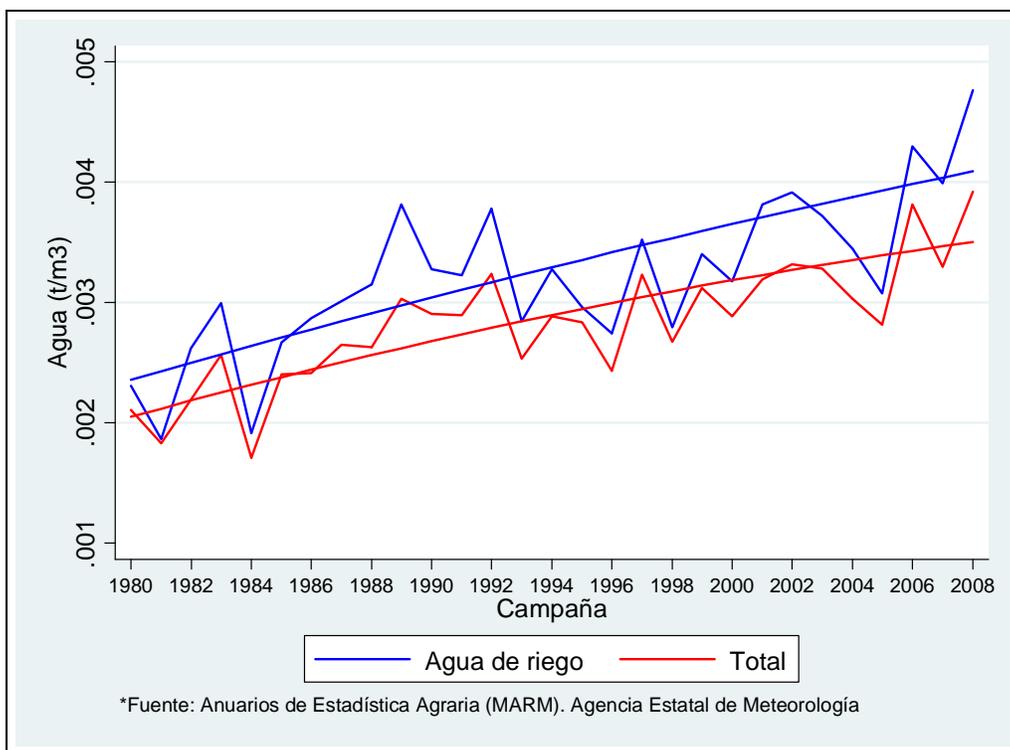


Gráfico 116. Evolución en el consumo de agua en Naranjo Amargo (t /m³)

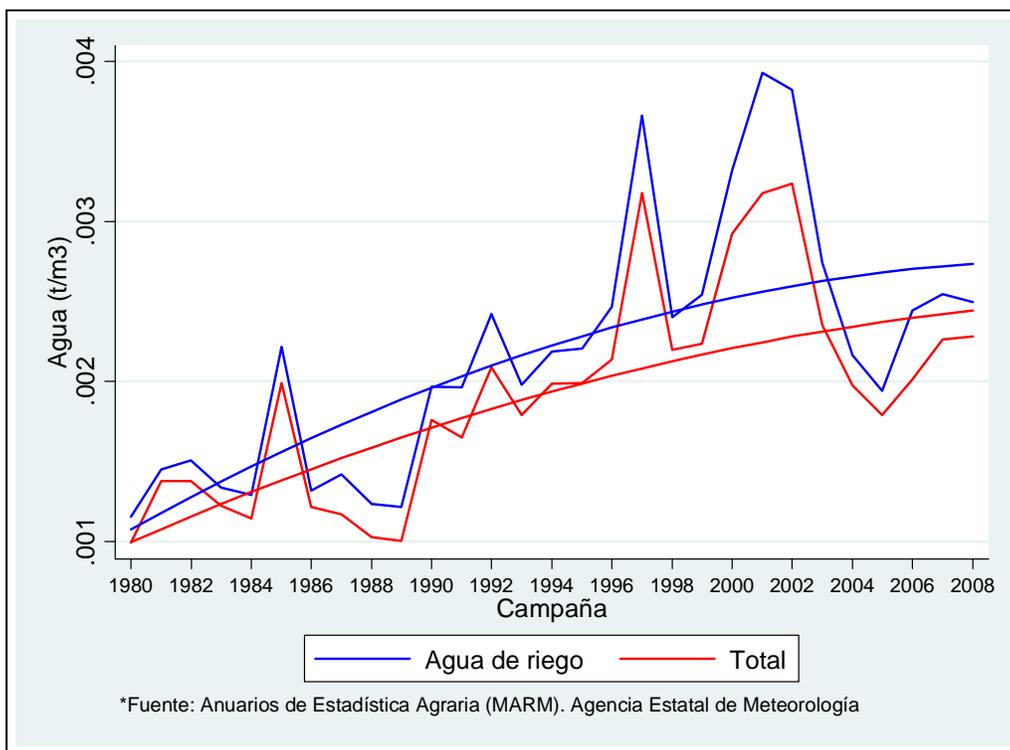


Gráfico 117. Evolución en el consumo de agua en Mandarinino (t /m³)

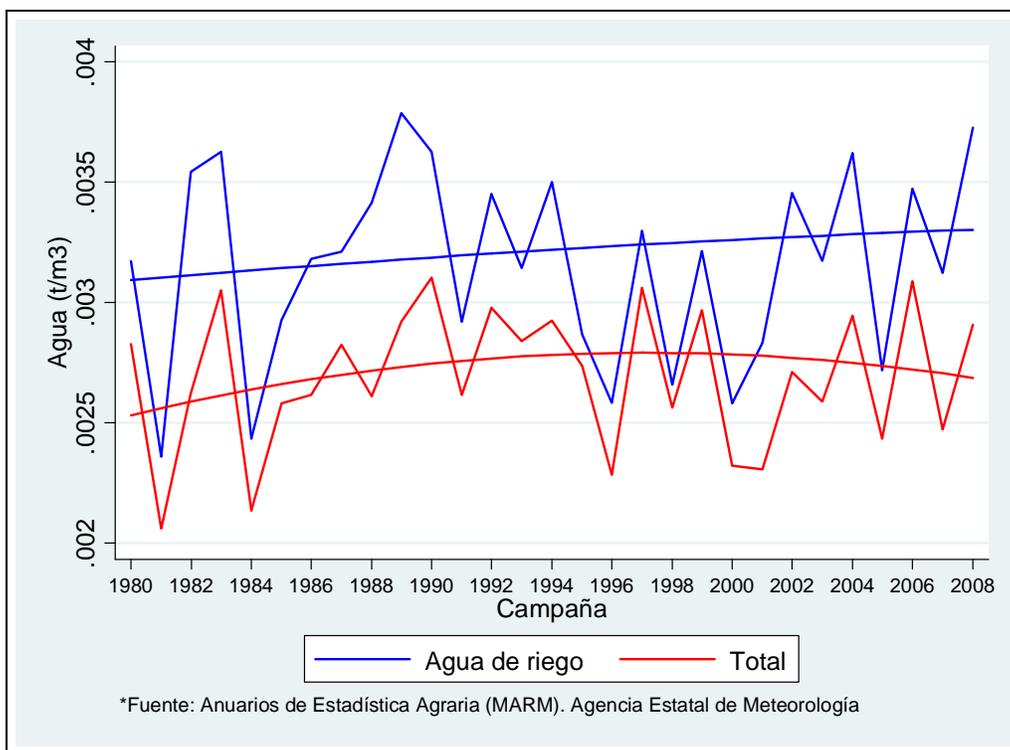


Gráfico 118. Evolución en el consumo de agua en Limonero (t /m³)

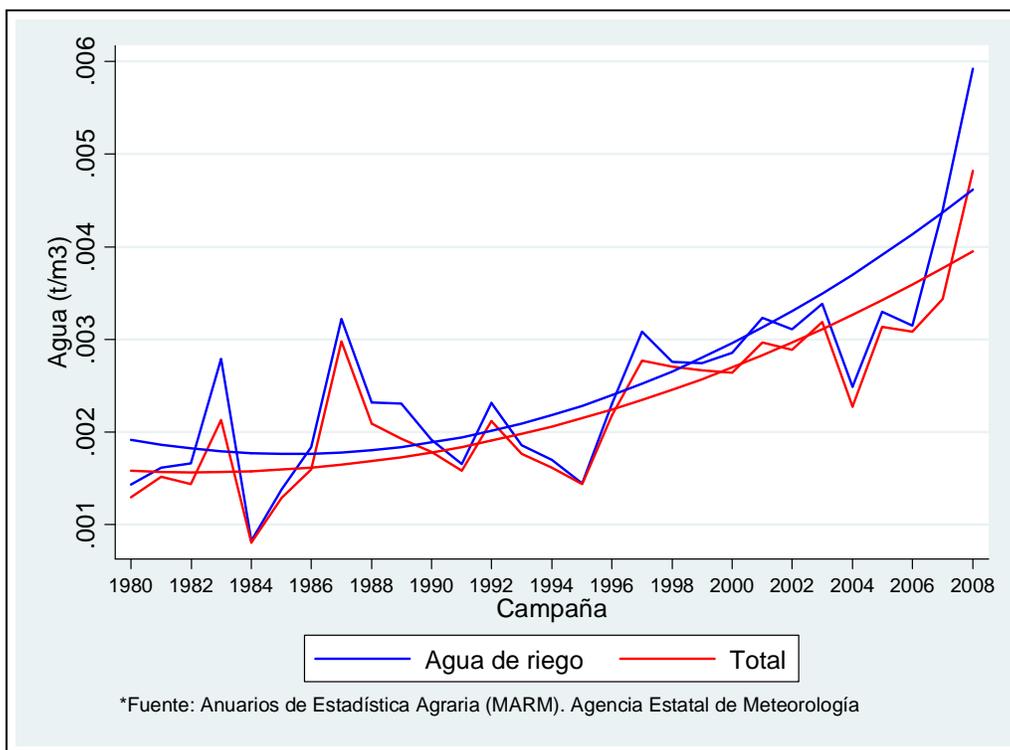


Gráfico 119. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (t /m³)

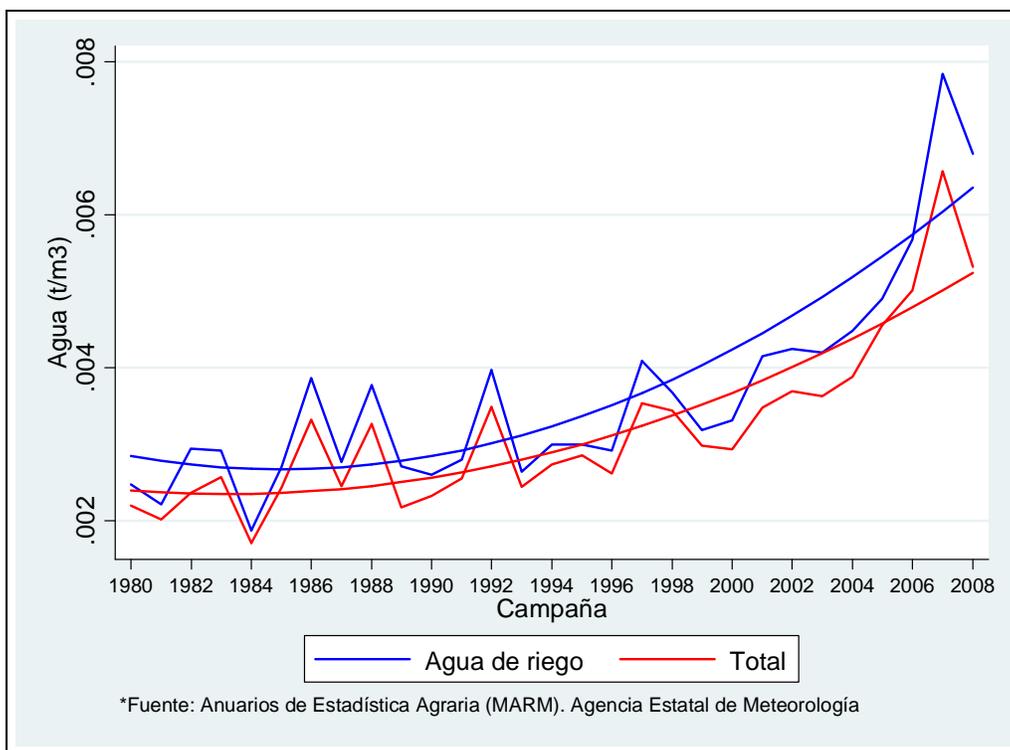


Gráfico 120. Evolución en el consumo de agua en Melón (t /m³)

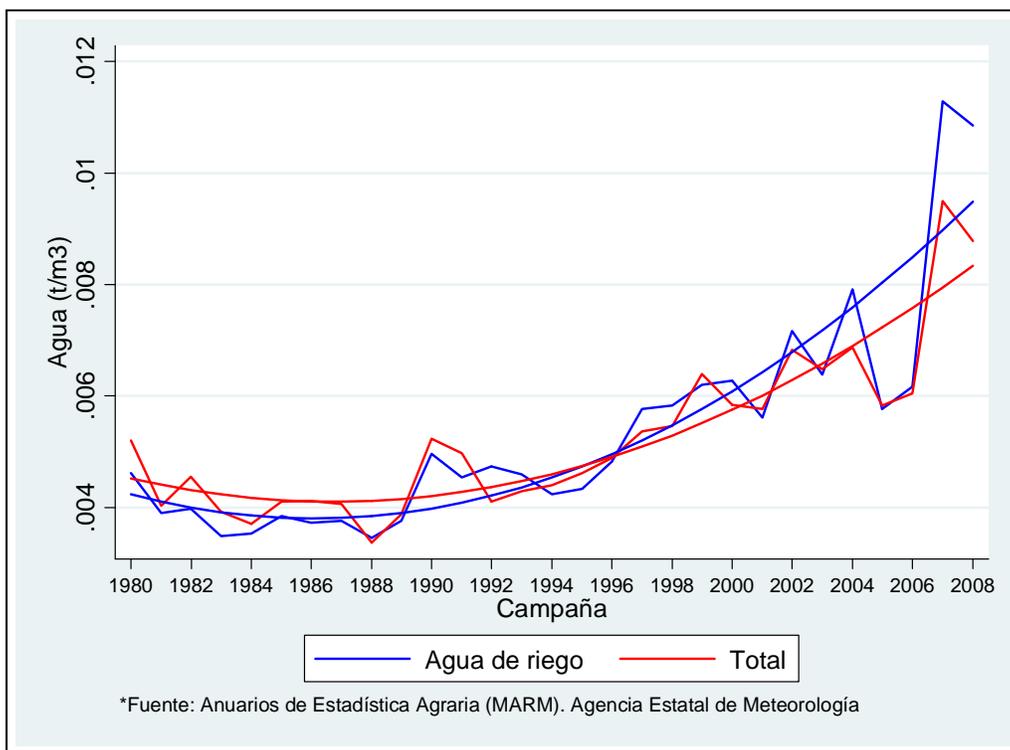


Gráfico 121. Evolución en el consumo de agua en Tomate (t /m³)

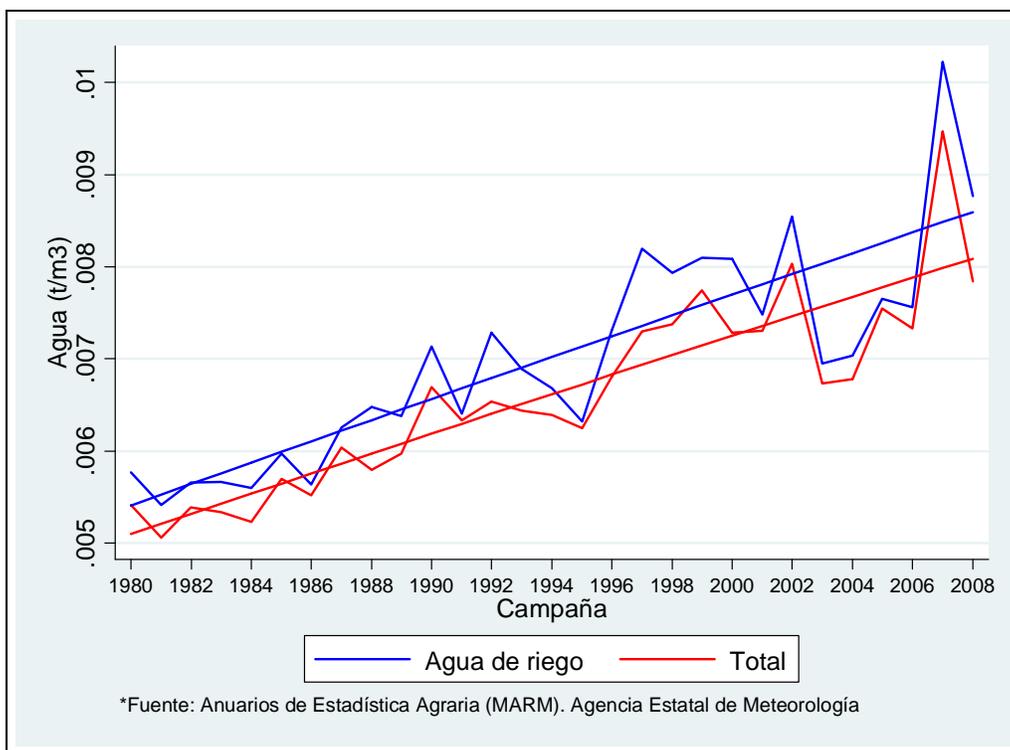


Gráfico 122. Evolución en el consumo de agua en Trigo (m^3/ϵ)

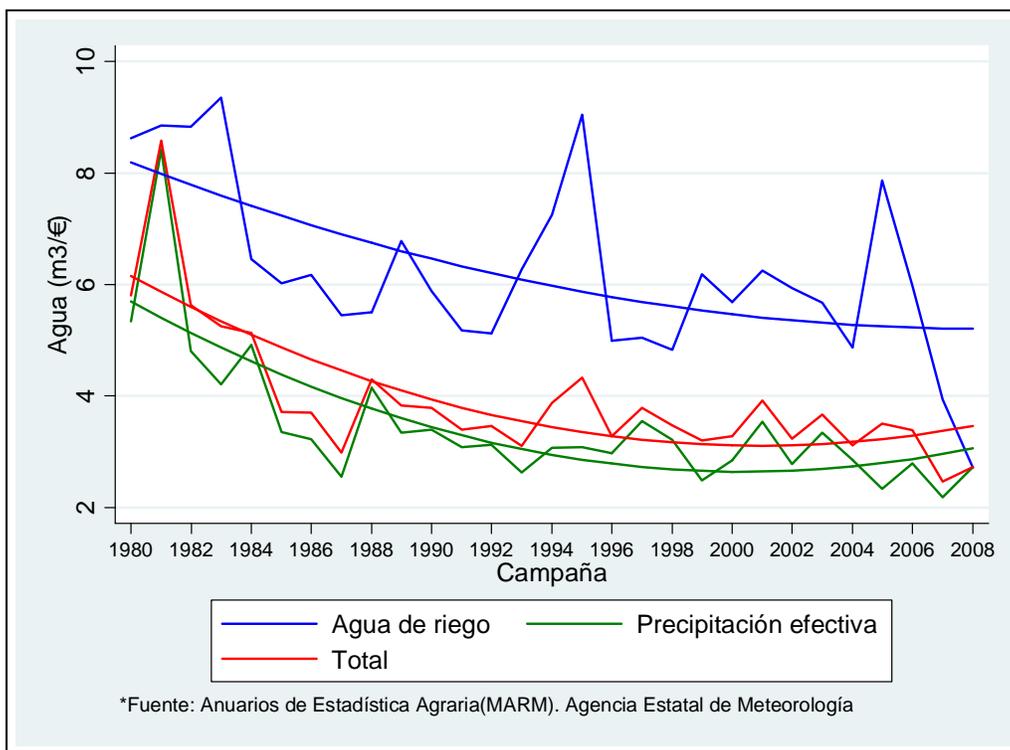


Gráfico 123. Evolución en el consumo de agua en Cebada (m^3/ϵ)

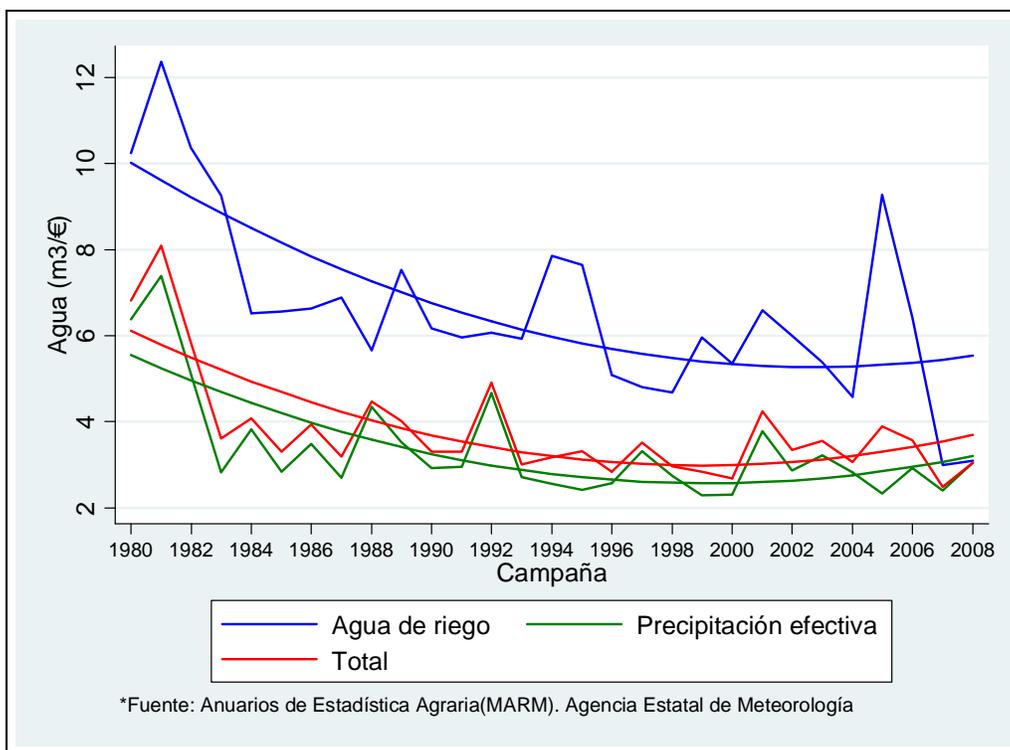


Gráfico 124. Evolución en el consumo de agua en Maíz (m³/€)

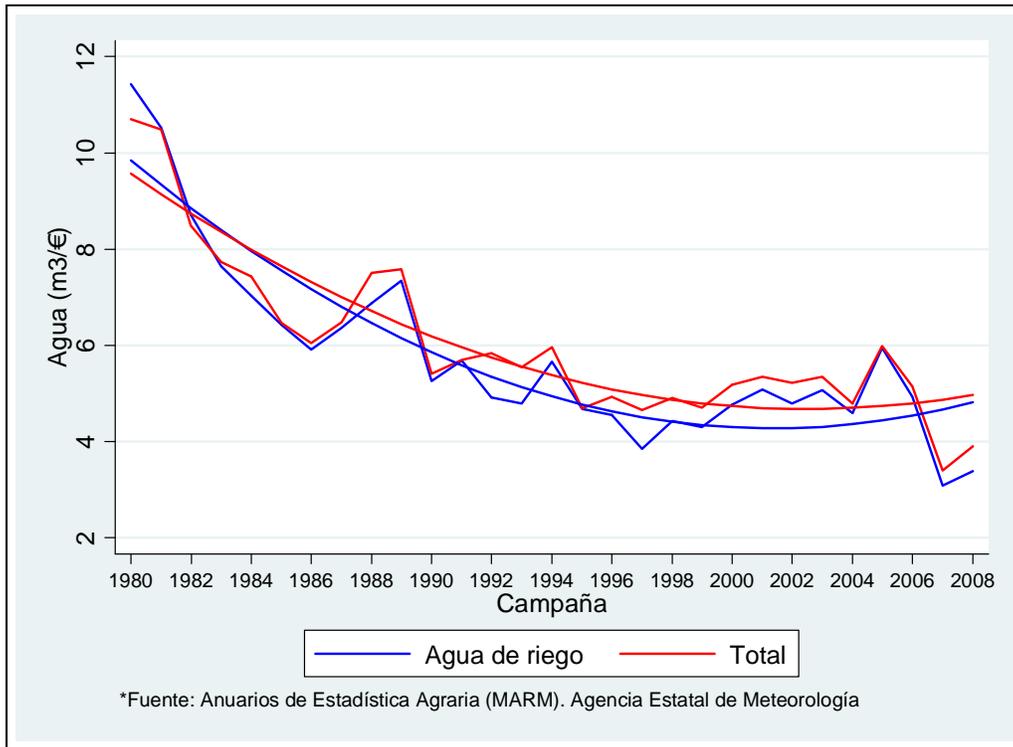


Gráfico 125. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (m³/€)

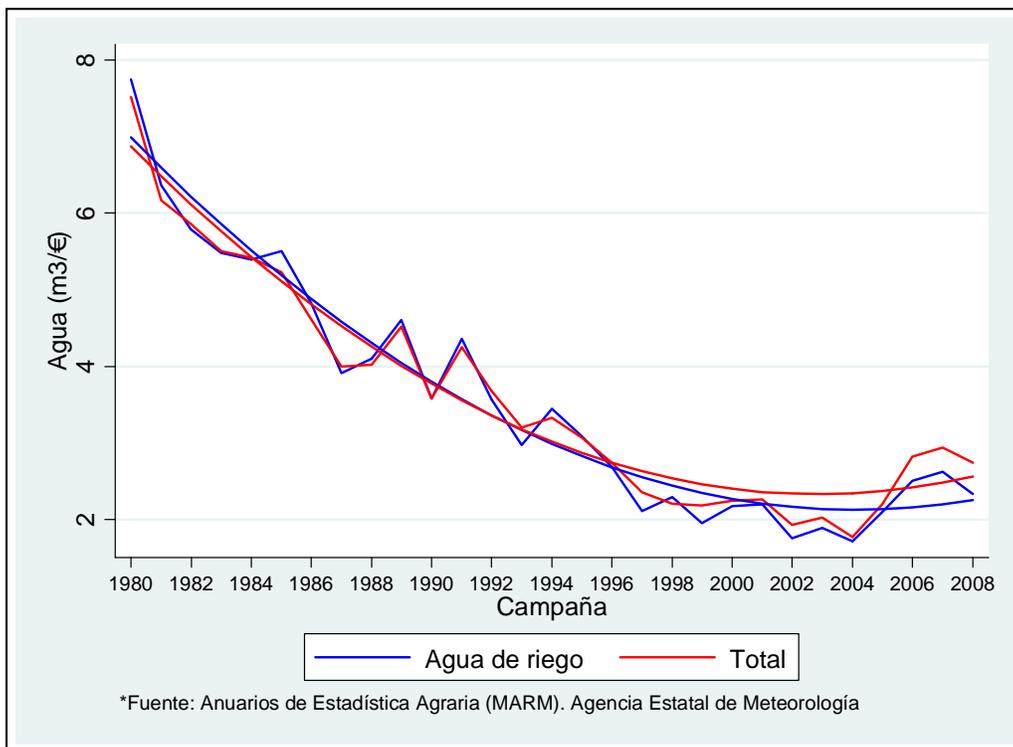


Gráfico 126. Evolución en el consumo de agua en Girasol (m^3/ϵ)

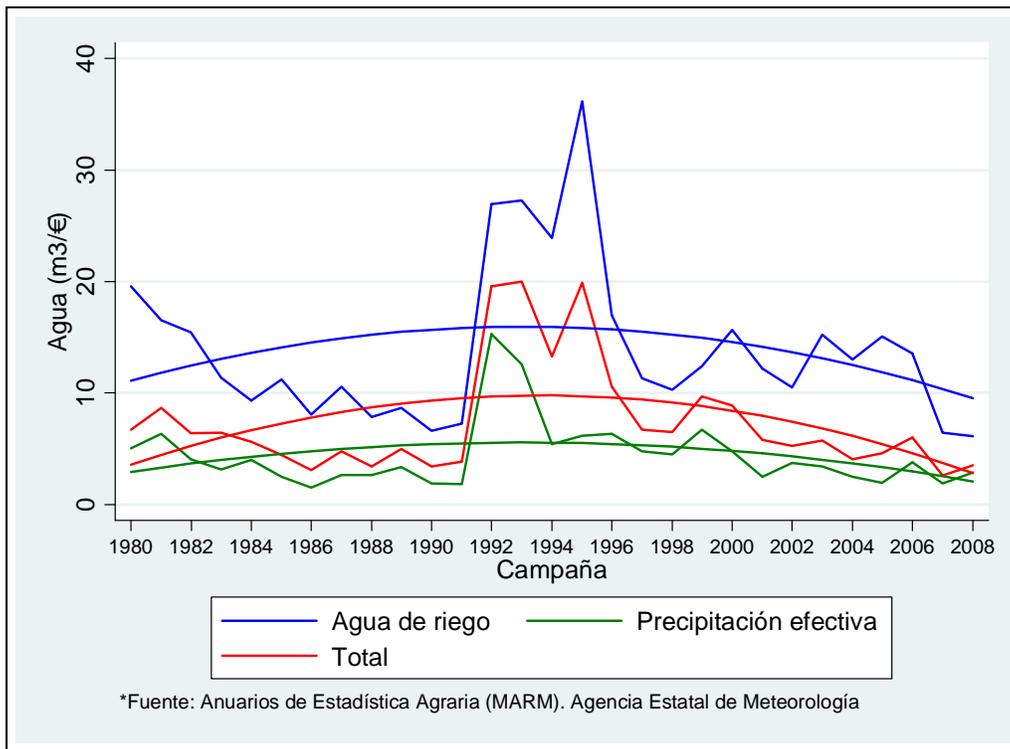


Gráfico 127. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (m^3/ϵ)

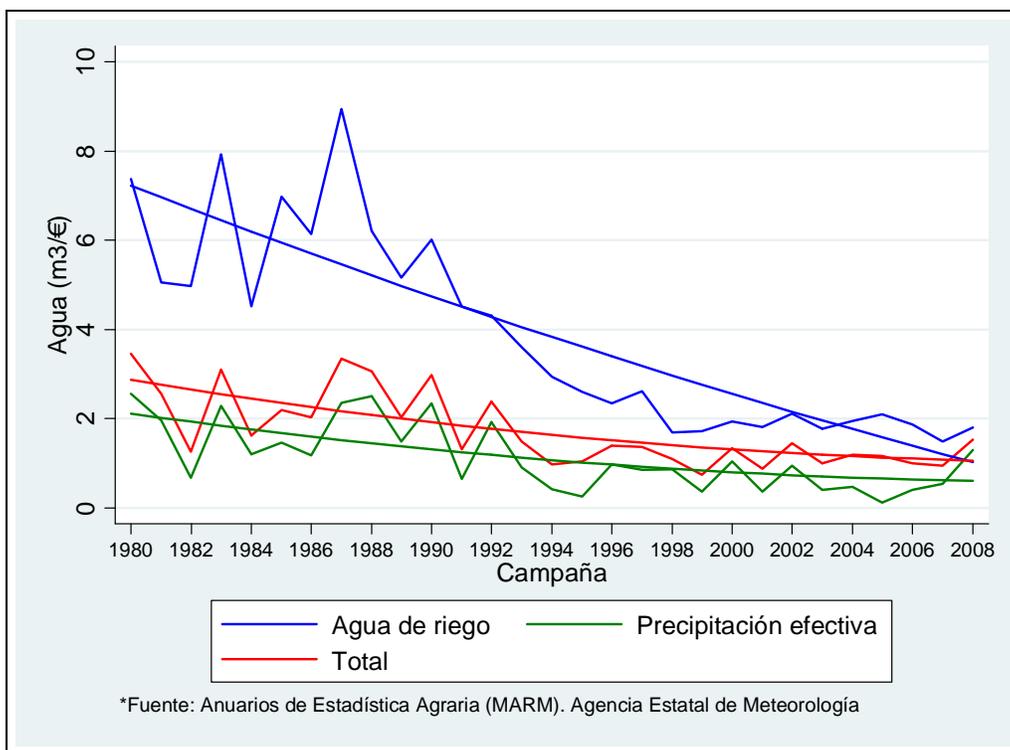


Gráfico 128. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (m³/€)

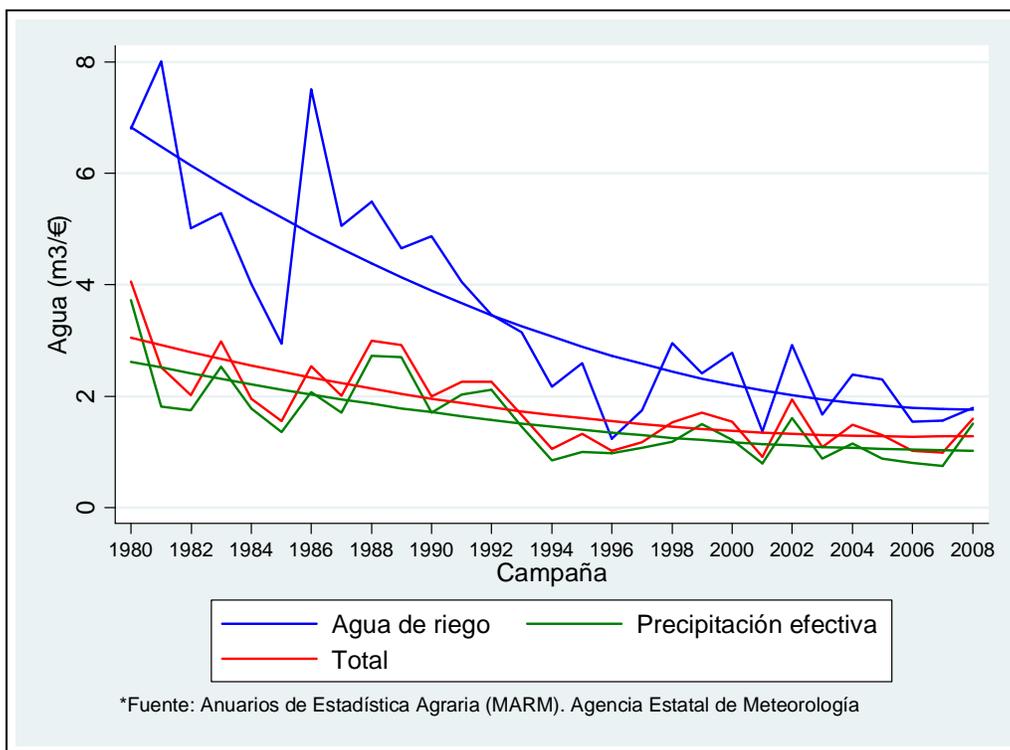


Gráfico 129. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (m³/€)

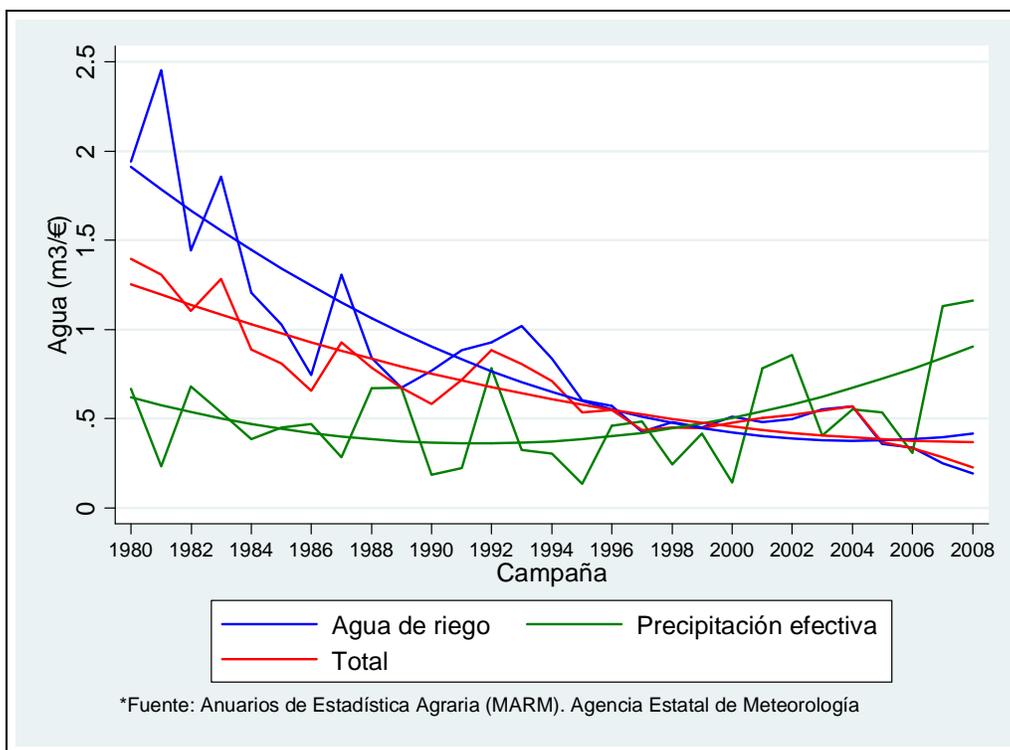


Gráfico 130. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (m³/€)

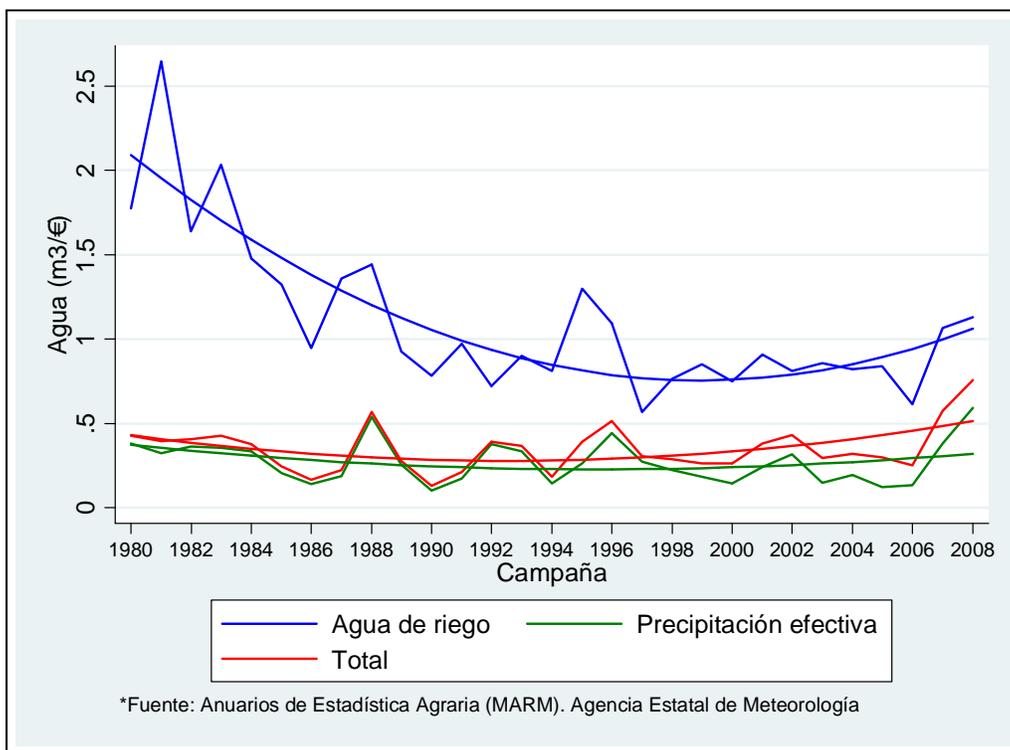


Gráfico 131. Evolución en el consumo de agua en Naranja (m³/€)

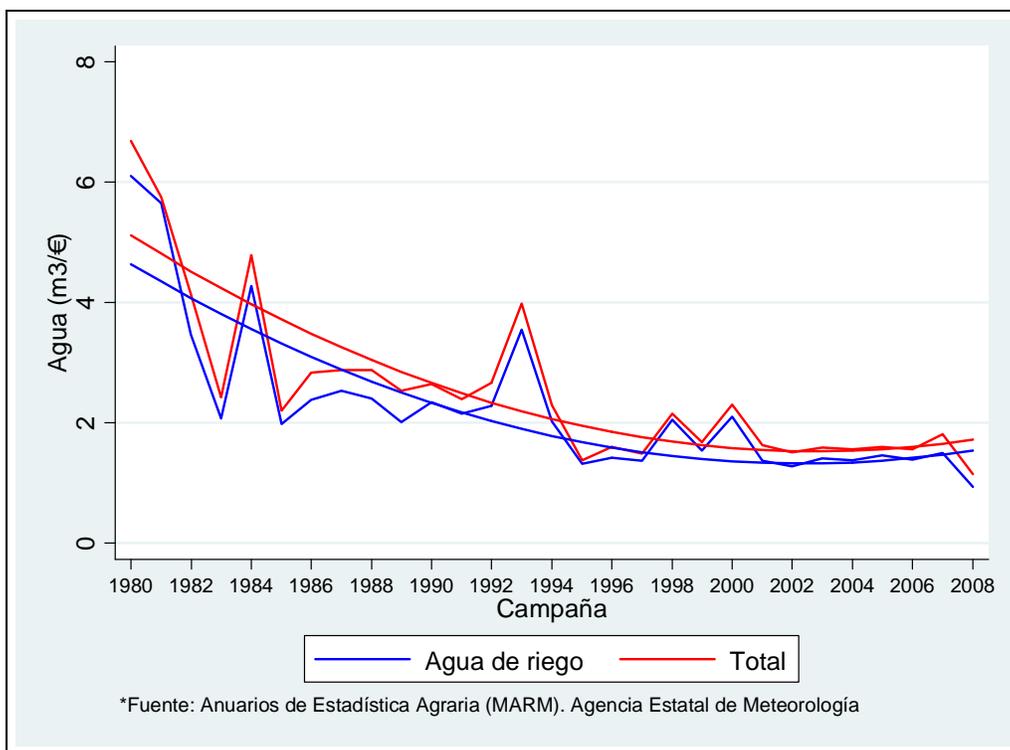


Gráfico 132. Evolución en el consumo de agua en Naranjo Amargo (m³/€)

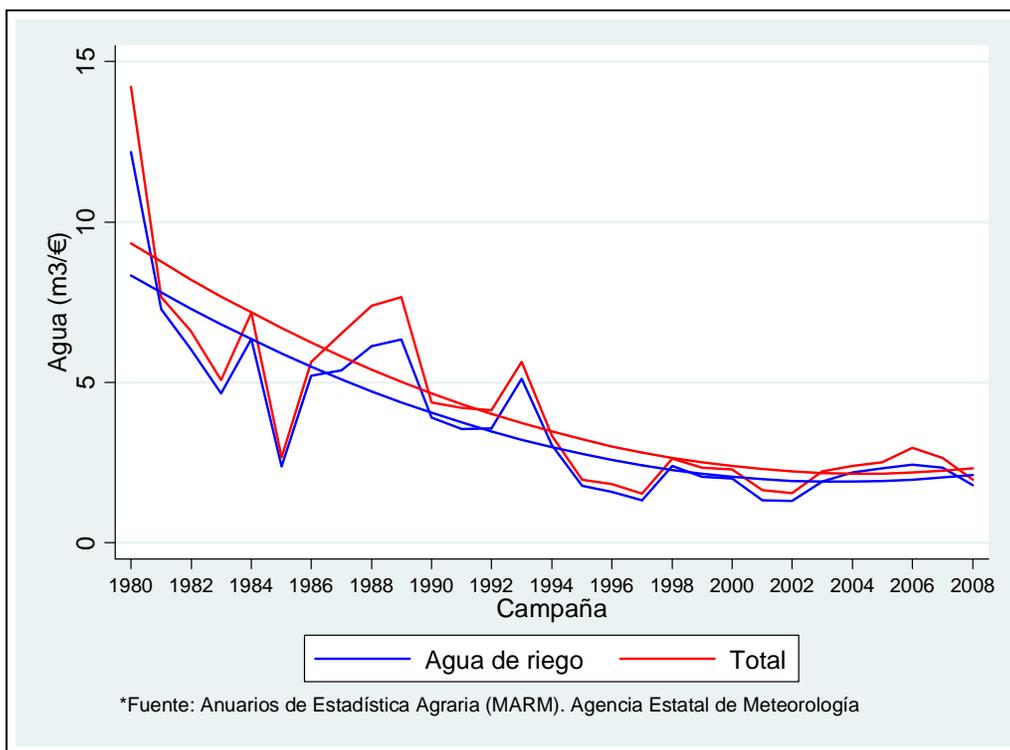


Gráfico 133. Evolución en el consumo de agua en Mandarinino (m³/€)

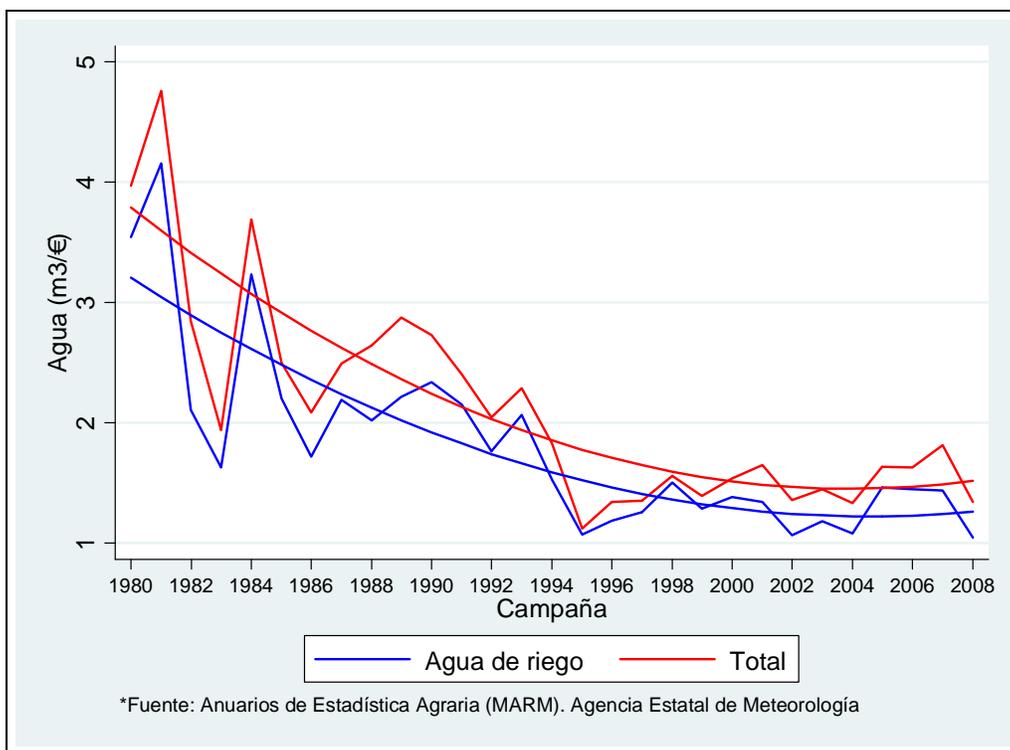


Gráfico 134. Evolución en el consumo de agua en Limonero (m³/€)

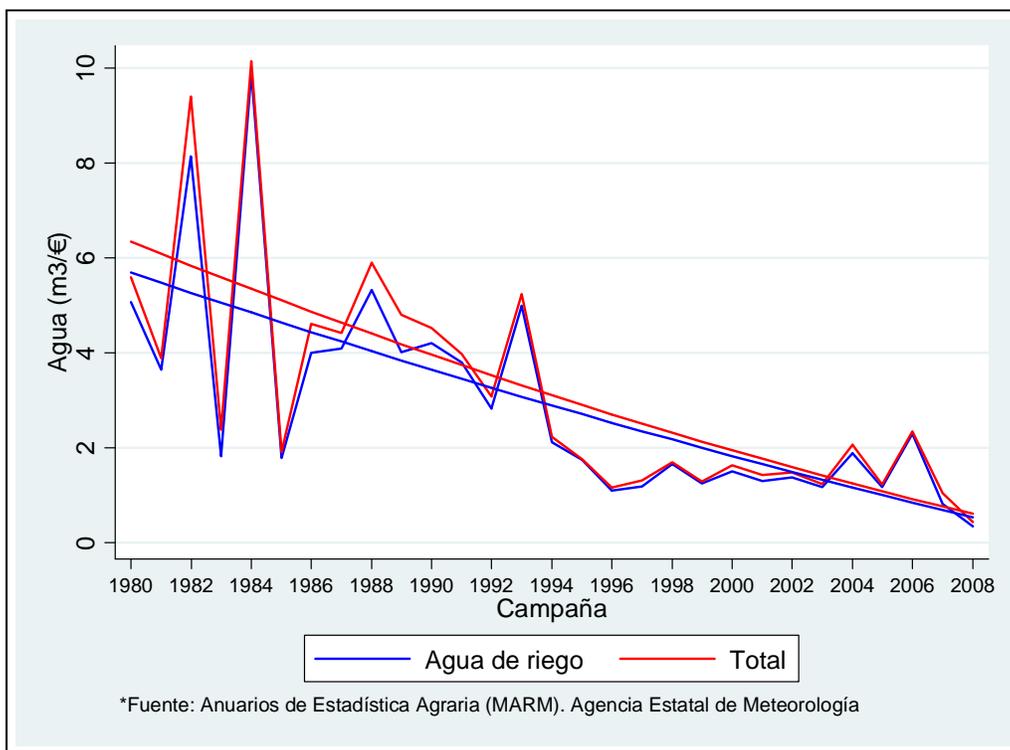


Gráfico 135. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (m³/€)

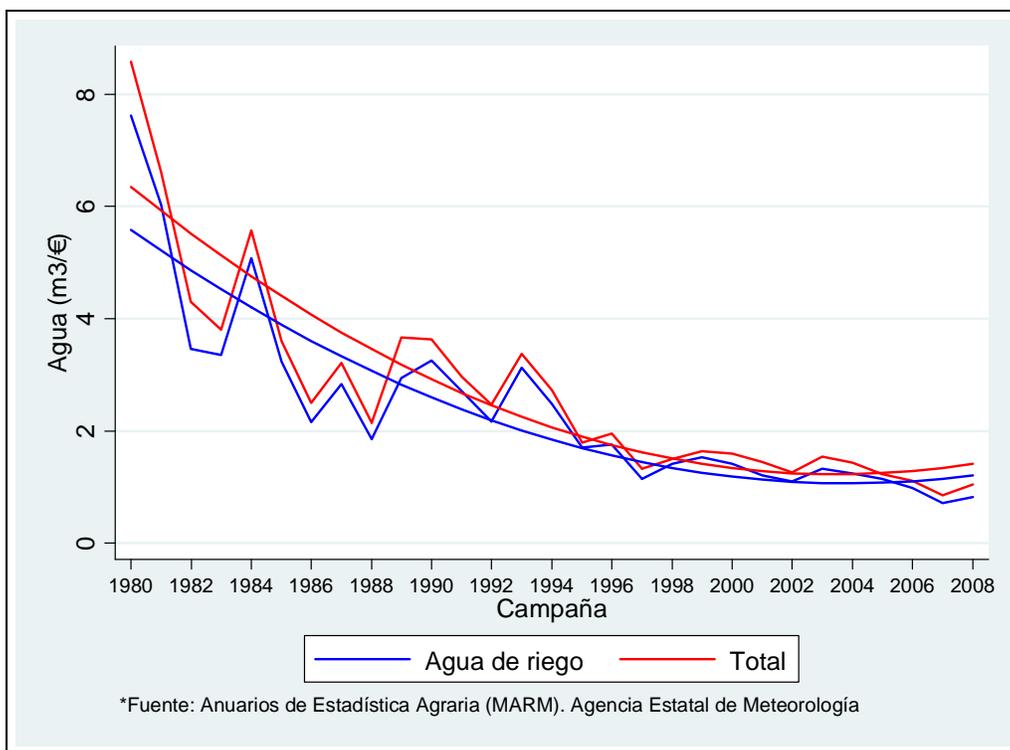


Gráfico 136. Evolución en el consumo de agua en Melón (m³/€)

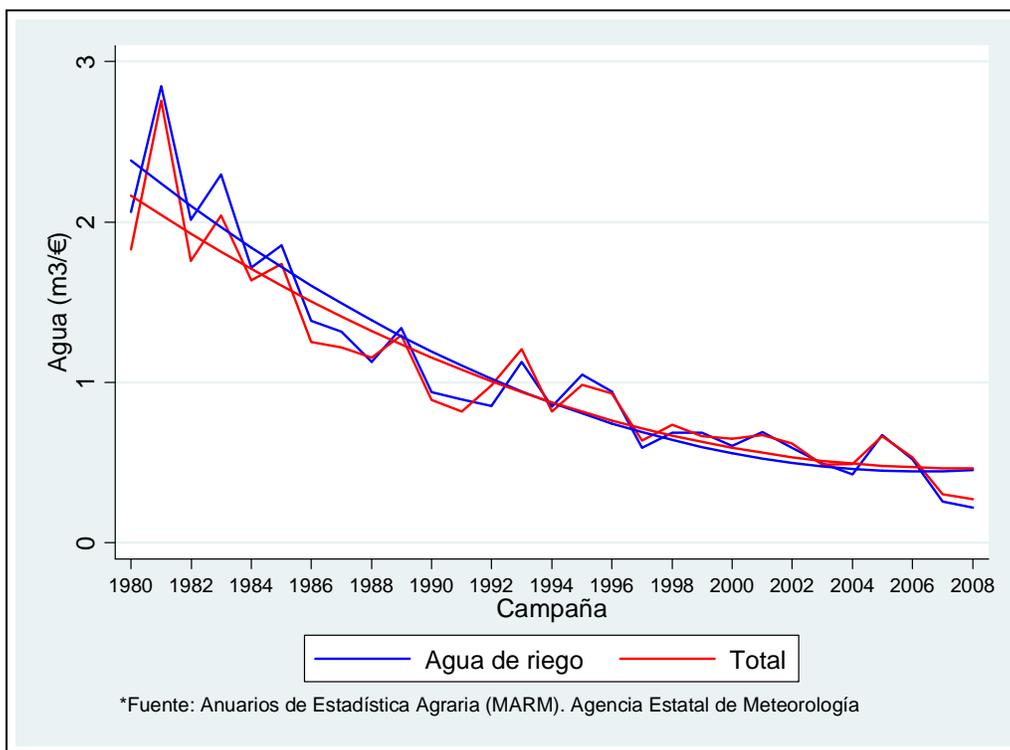


Gráfico 137. Evolución en el consumo de agua en Tomate (m³/€)

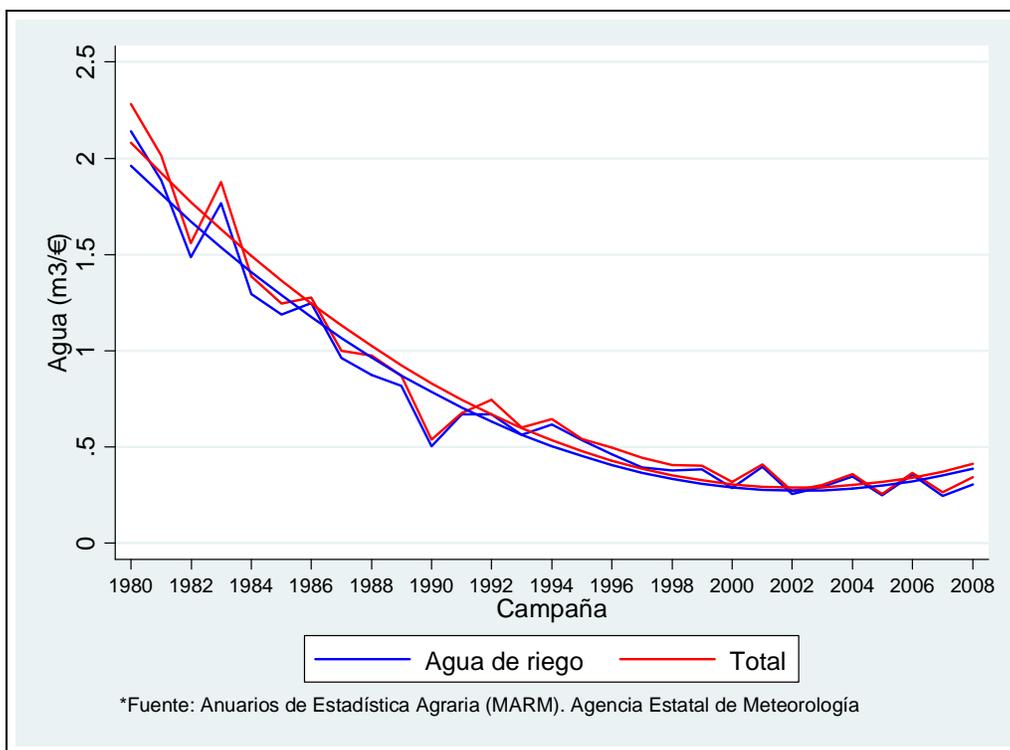


Gráfico 138. Evolución en el consumo de agua en Trigo (€ /m³)

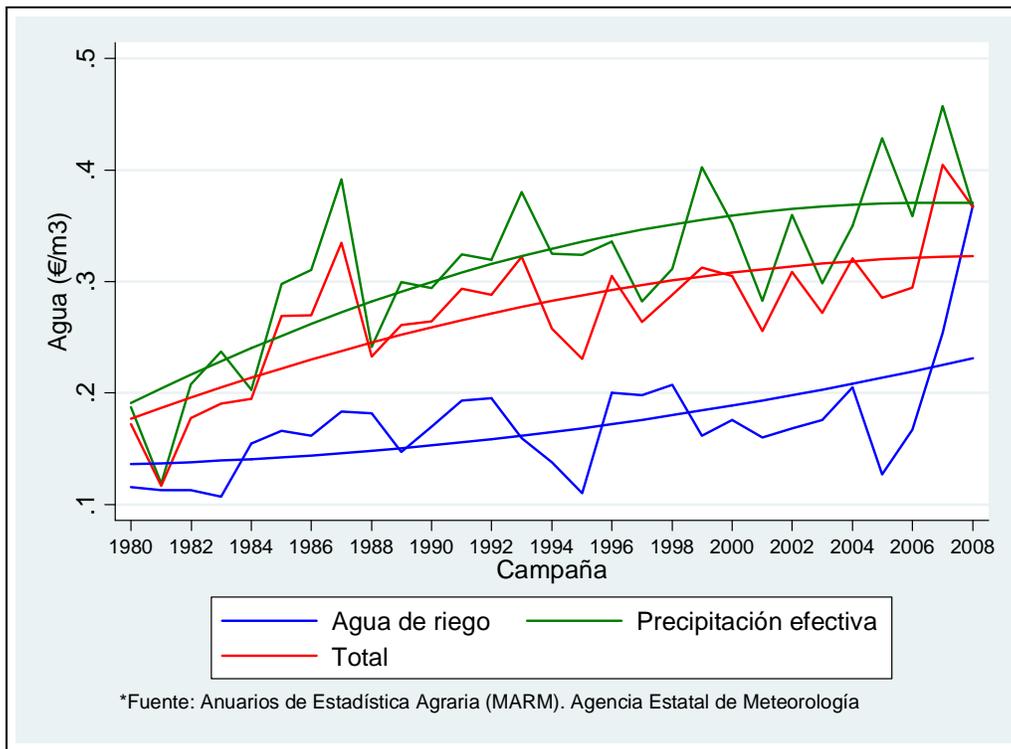


Gráfico 139. Evolución en el consumo de agua en Cebada (€ /m³)

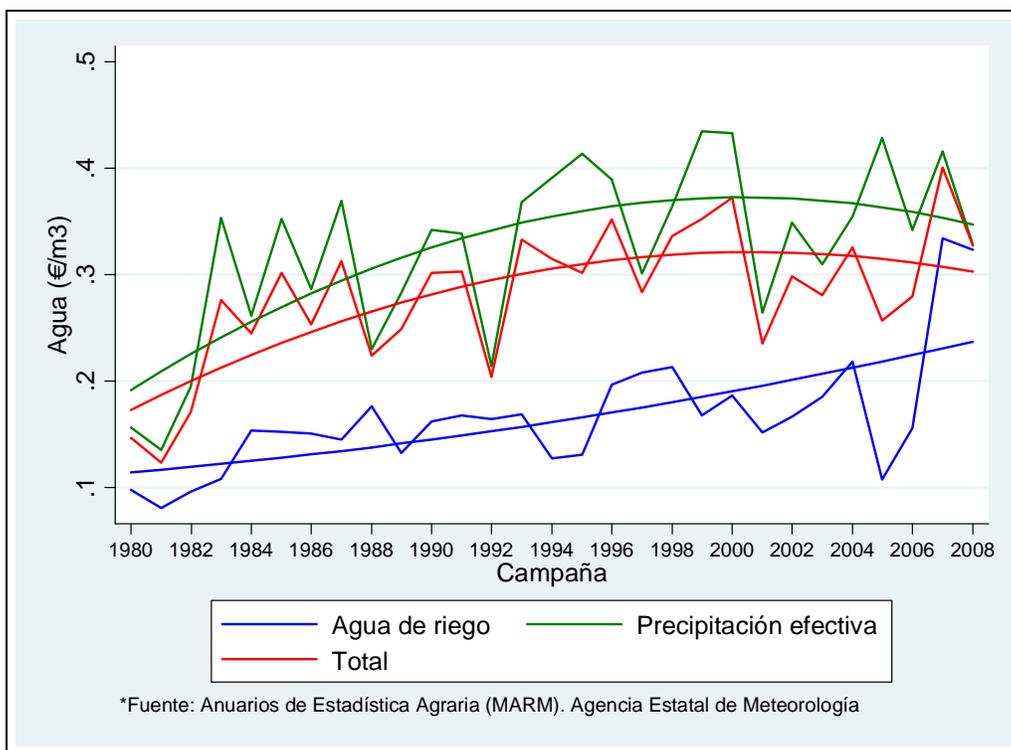


Gráfico 140. Evolución en el consumo de agua en Maíz (€ /m³)

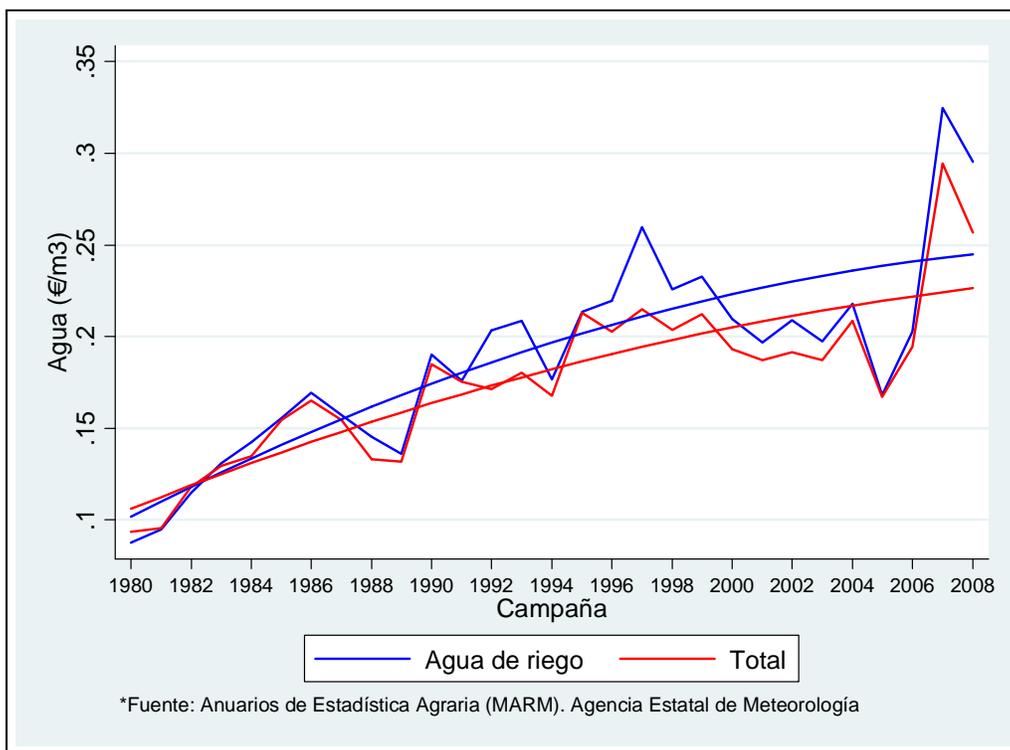


Gráfico 141. Evolución en el consumo de agua en Remolacha (€ /m³)

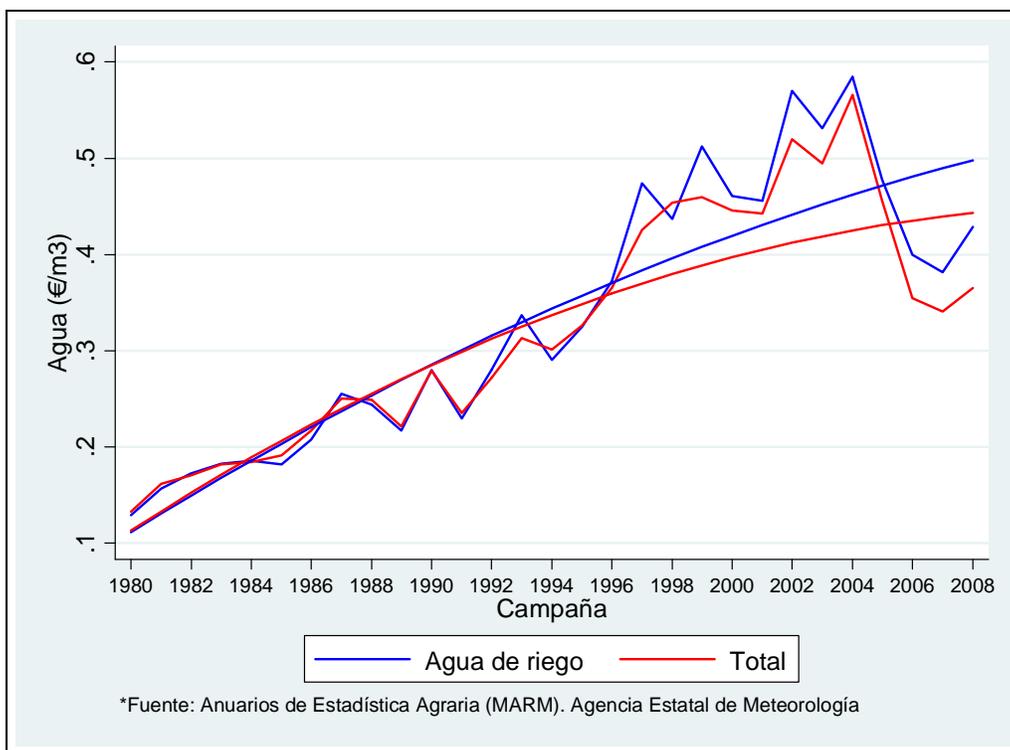


Gráfico 142. Evolución en el consumo de agua en Girasol (€ /m³)

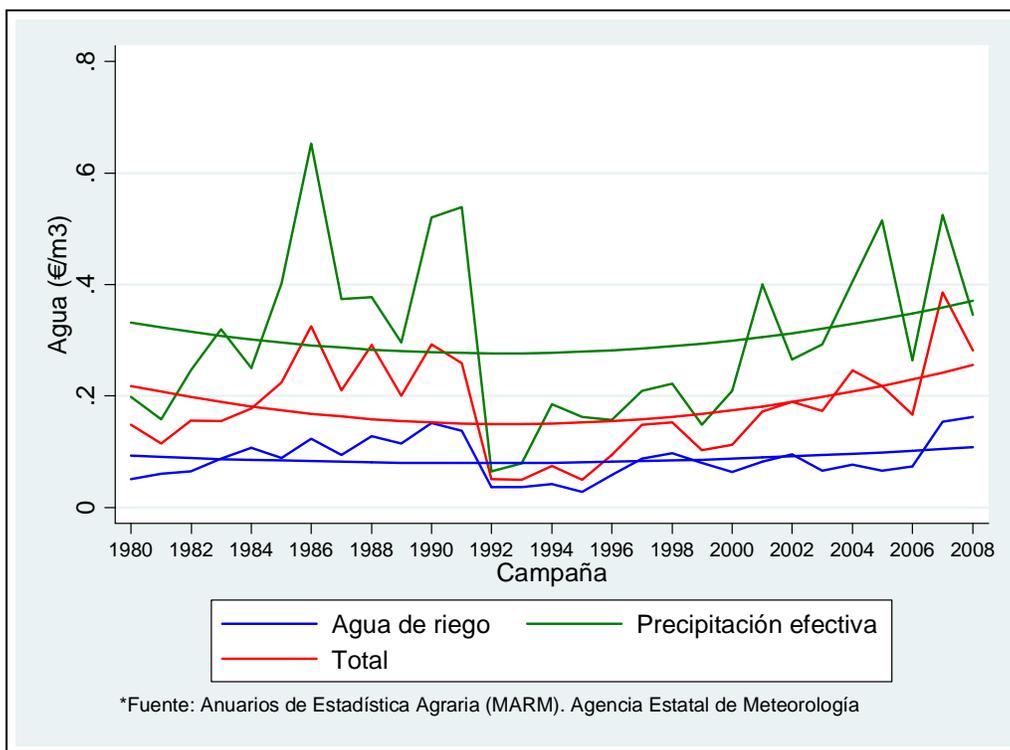


Gráfico 143. Evolución en el consumo de agua en Olivar de mesa (€ /m³)

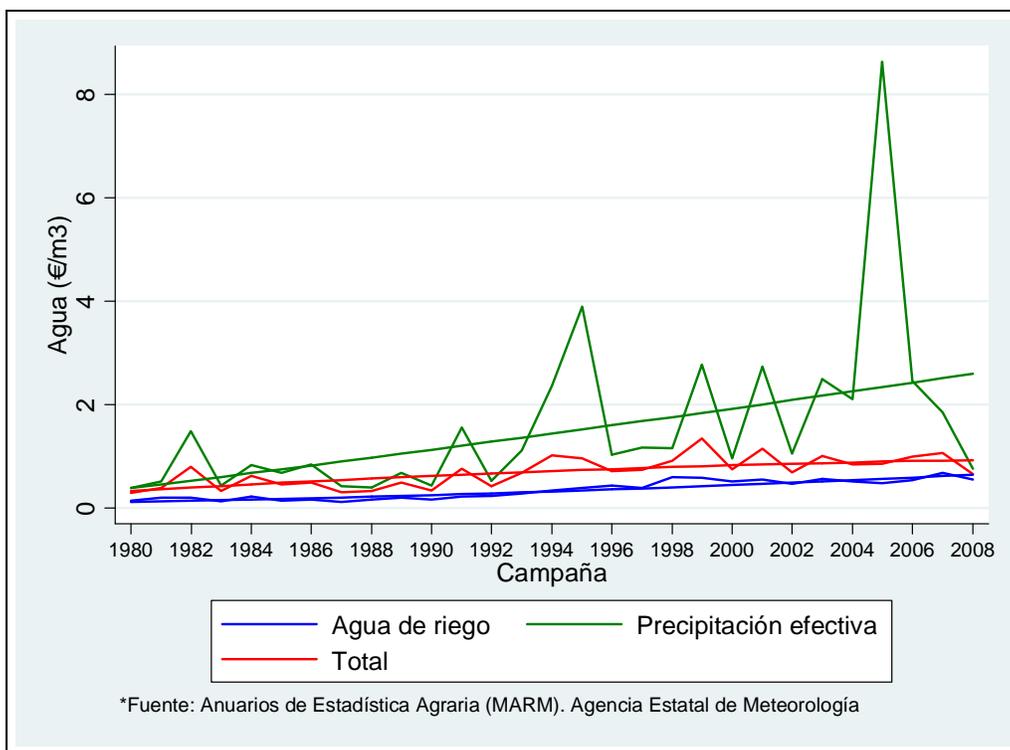


Gráfico 144. Evolución en el consumo de agua en Olivar de transformación (€/m³)

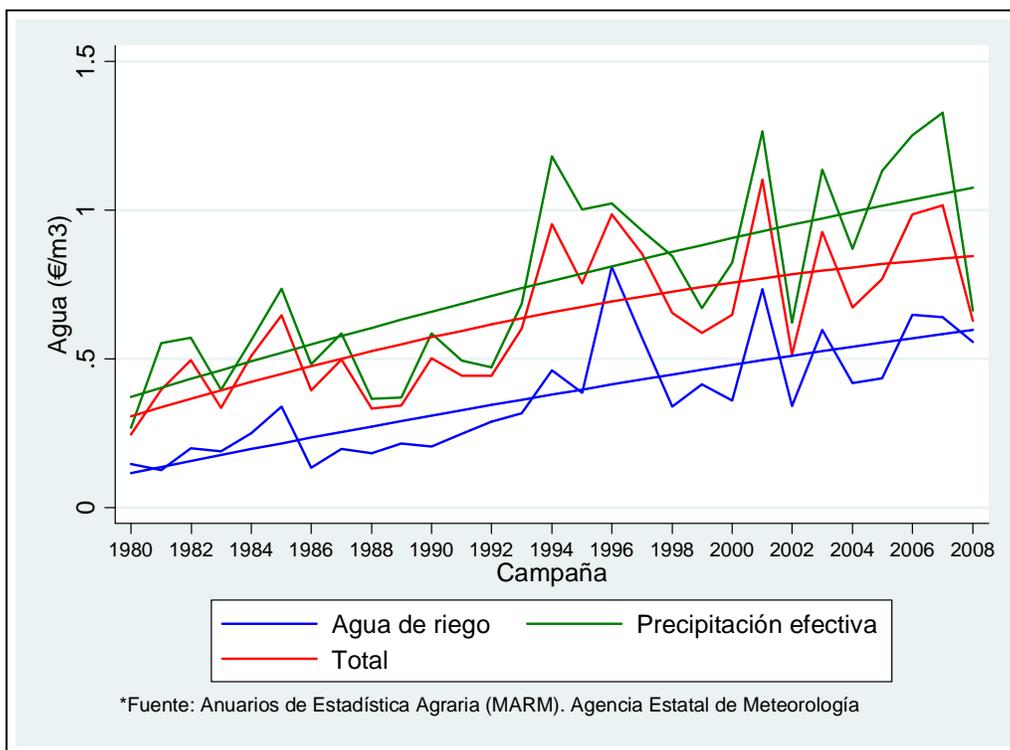


Gráfico 145. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de mesa (€/m³)

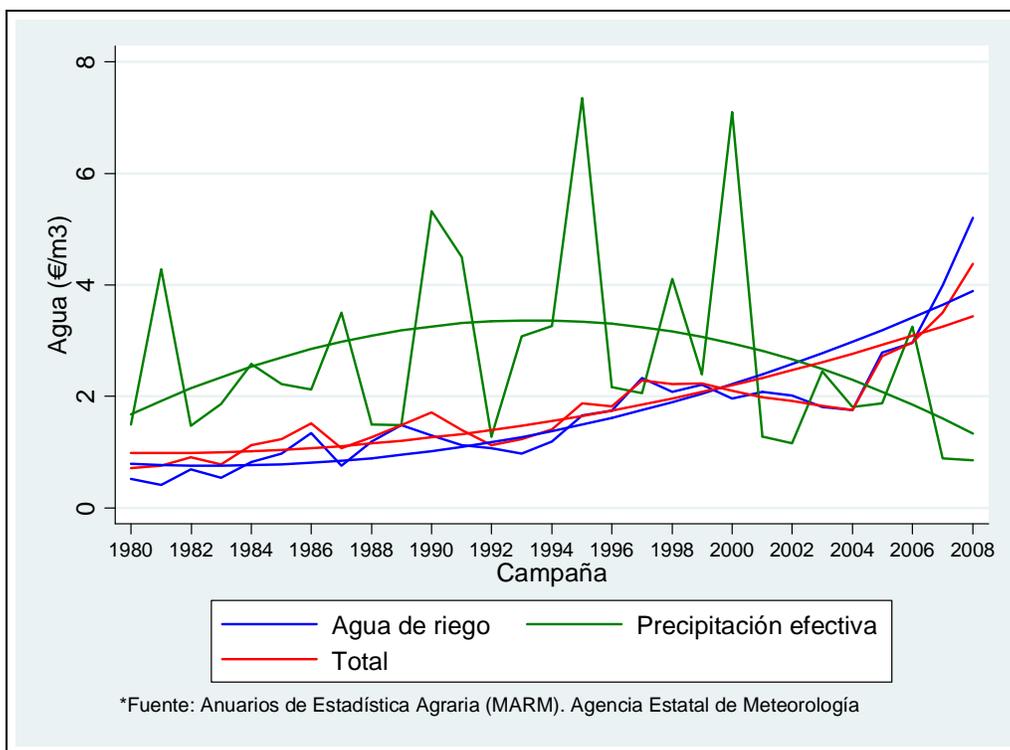


Gráfico 146. Evolución en el consumo de agua en Viñedo de transformación (€ /m³)

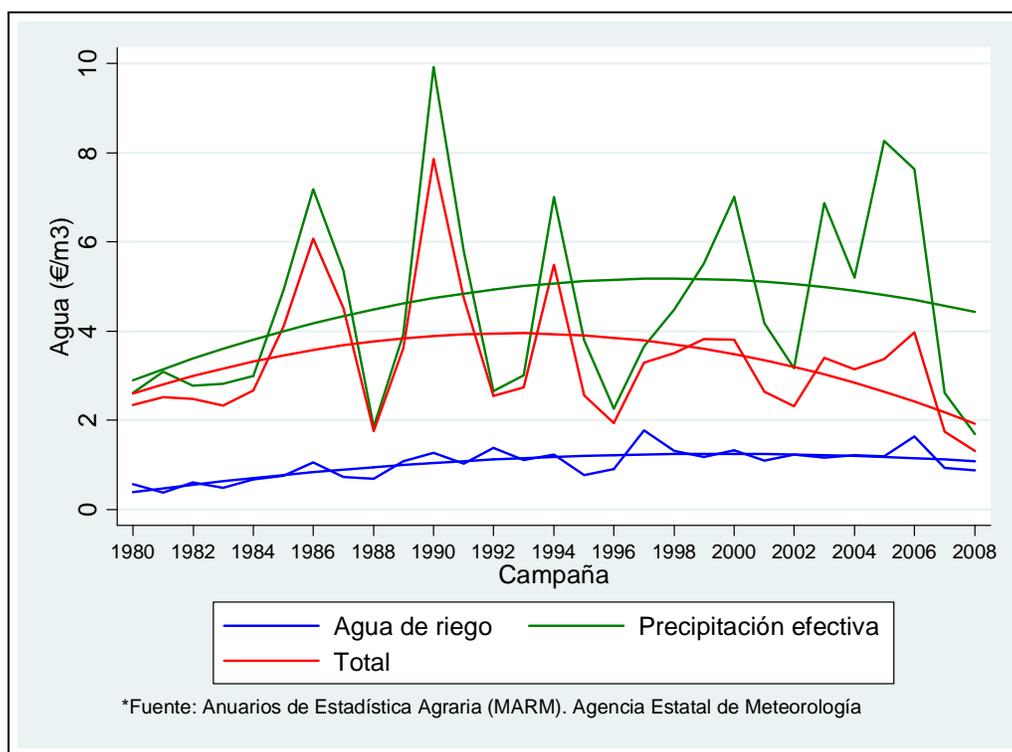


Gráfico 147. Evolución en el consumo de agua en Naranja (€ /m³)

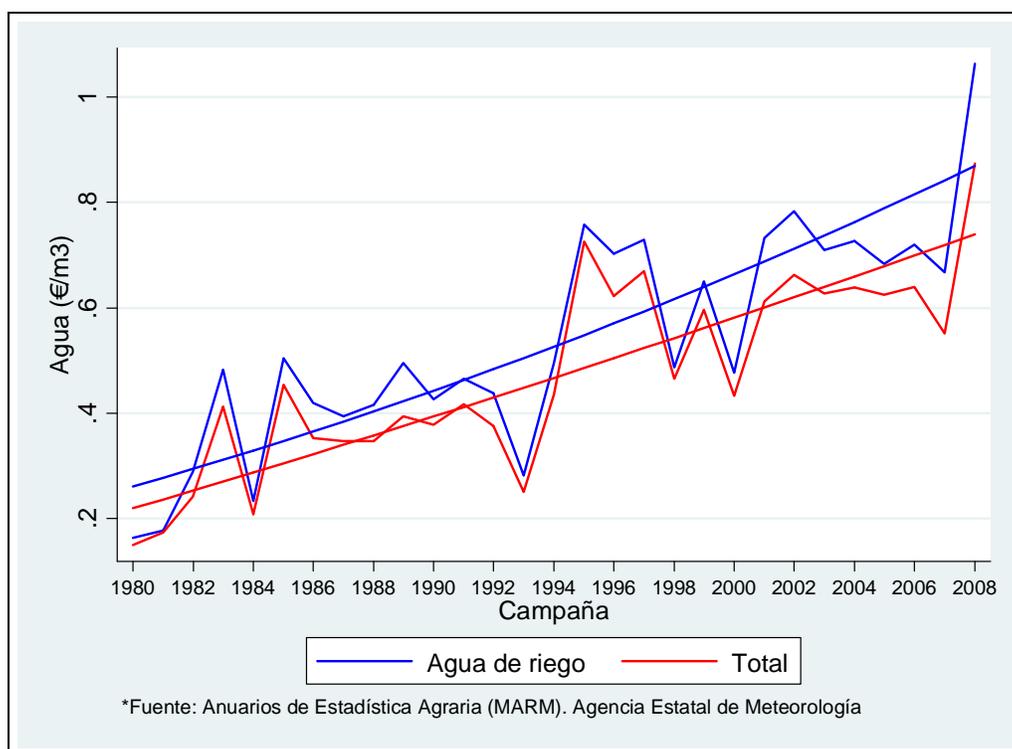


Gráfico 148. Evolución en el consumo de agua en Naranjo Amargo (€ /m³)

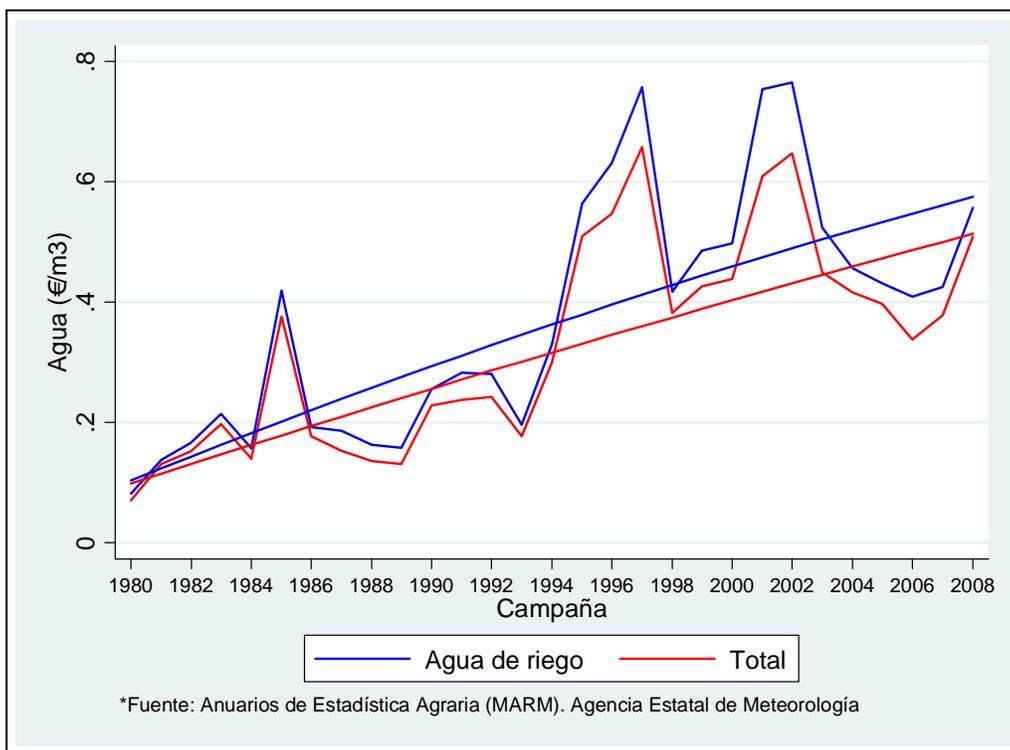


Gráfico 149. Evolución en el consumo de agua en Mandarinó (€ /m³)

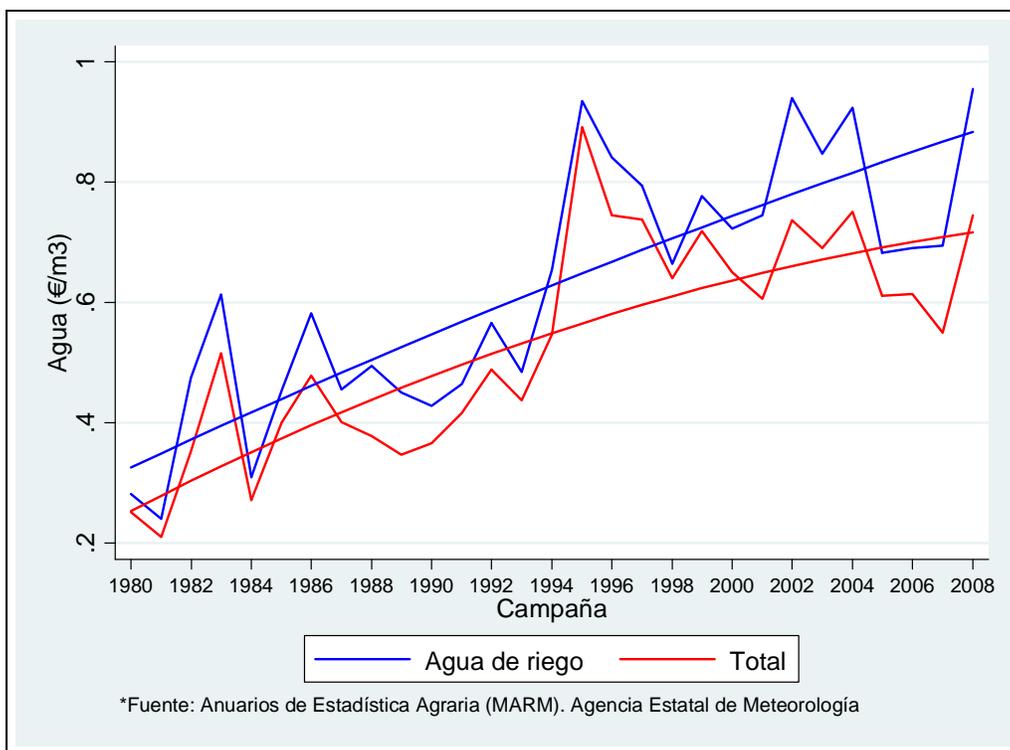


Gráfico 150. Evolución en el consumo de agua en Limonero (€ /m³)

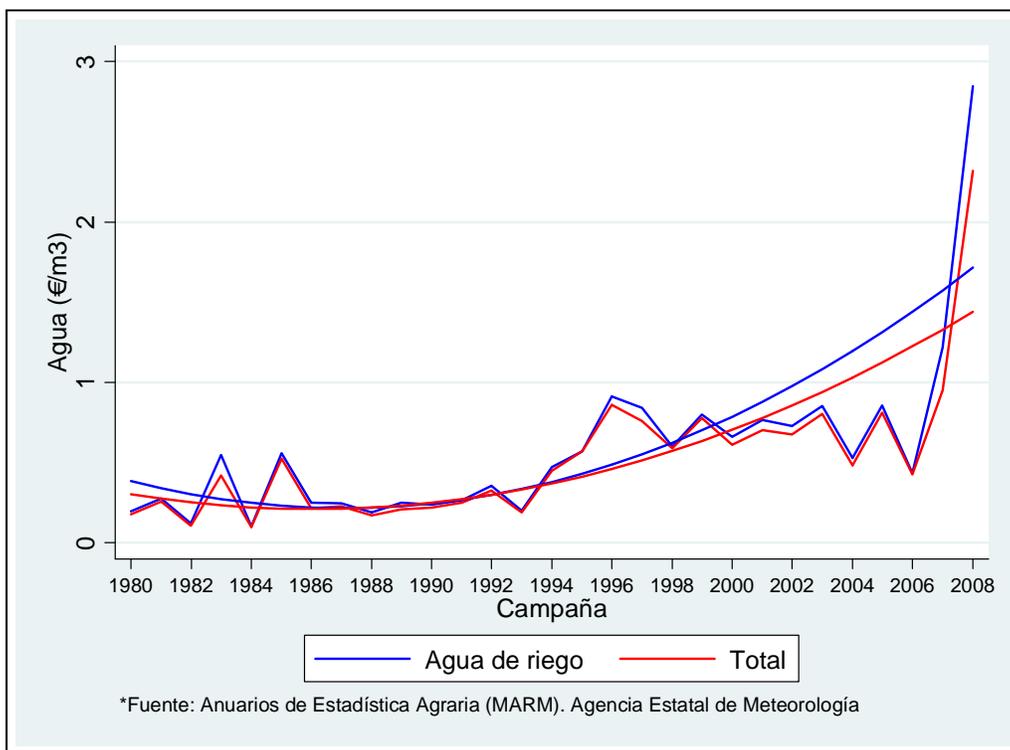


Gráfico 151. Evolución en el consumo de agua en Pomelo (€ /m³)

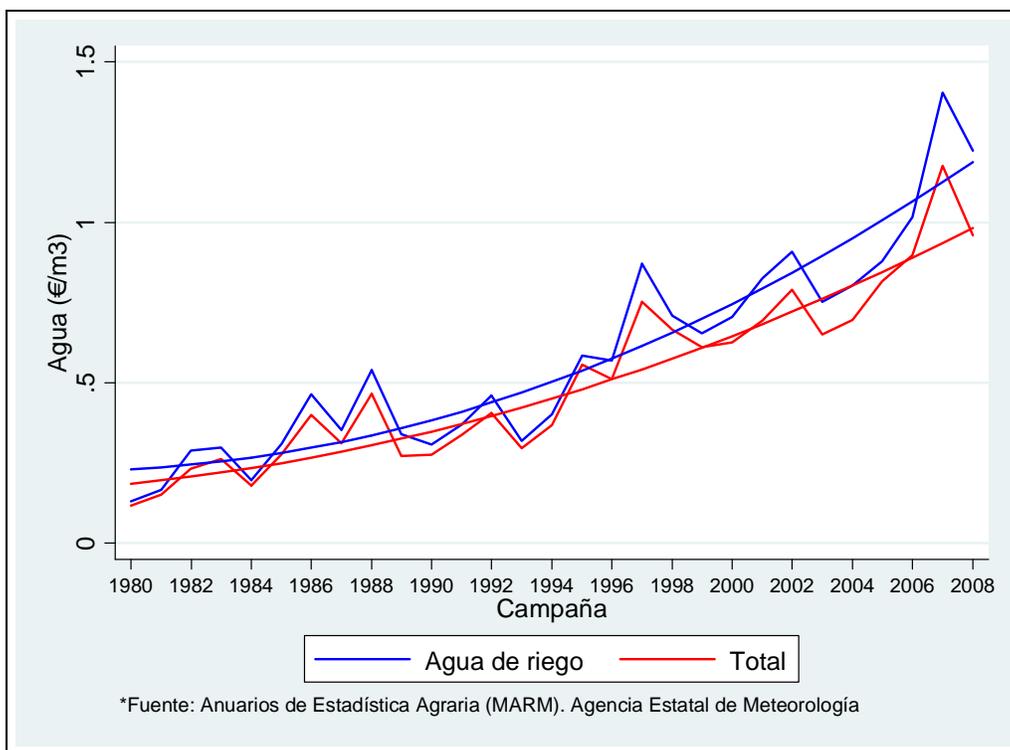


Gráfico 152. Evolución en el consumo de agua en Melón (€ /m³)

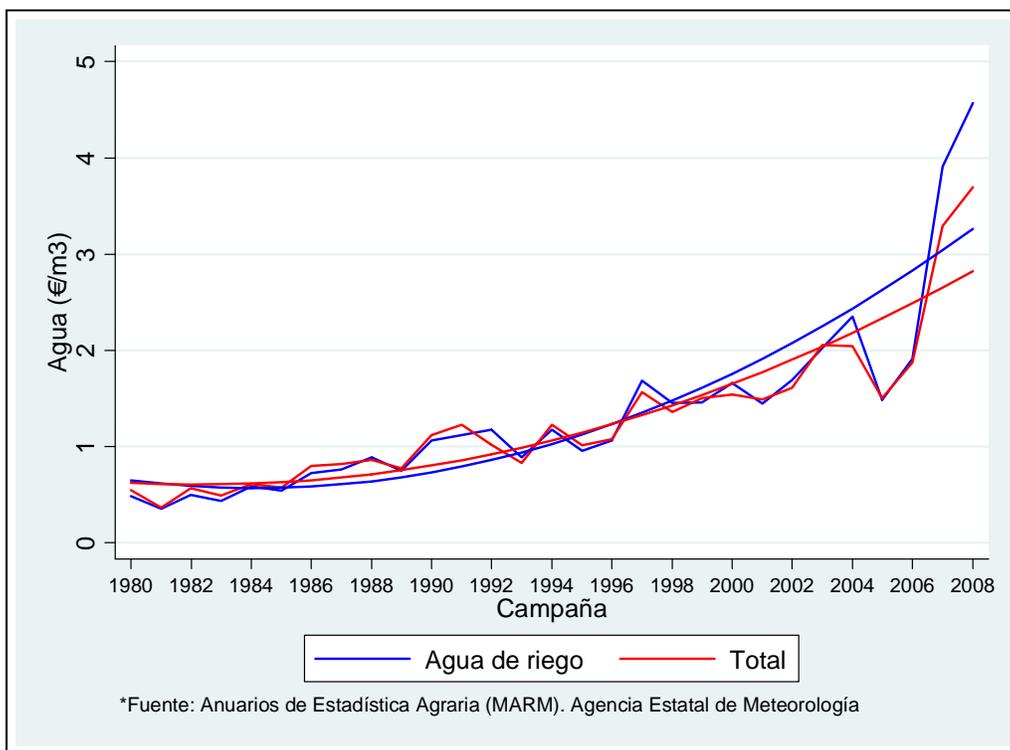
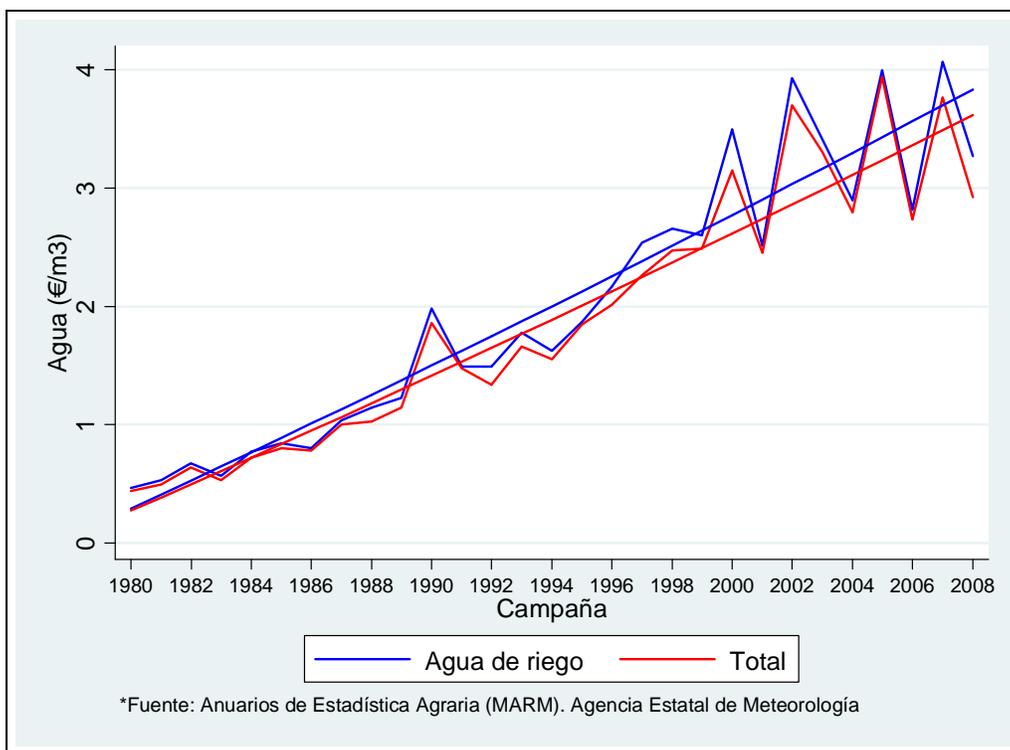


Gráfico 153. Evolución en el consumo de agua en Tomate (€ /m³)



4.2.2.4 CONCLUSIONES

En los indicadores directos, se aprecia como a lo largo del tiempo el uso total de agua por tonelada producida es menor. En el comportamiento del agua azul y del agua verde, se distingue claramente una mejora mucho mayor en la eficiencia en el empleo del agua de riego, en la que las tendencias crecientes de productividad son más marcadas que en las del agua verde.

Esta mejora en la eficiencia del uso del agua de riego indica una mejora en los sistemas de riego dado que proporcionalmente cada vez se ha ido produciendo más.

4.2.2.5 BIBLIOGRAFÍA

Brouwer, C., Heibloem, Y. (1986) *Irrigation water needs. Irrigation water management*. FAO Training Manual Nr. 3 , Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2004) *Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series No. 16*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.

Garrido, A.; Llamas, M.R.; Varela-Ortega, C.; Novo, P.; Rodríguez-Casado, R. & Aldaya, M.M. (2010). *Water footprint and virtual water trade of Spain: policy implications*. Springer, New York, USA.

INTERAL. (2008) *Estudio de posicionamiento estratégico para el sector de alimentación animal en el escenario actual* . INTERAL, Organización Interprofesional Española de la Alimentación Animal , 93 p.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*. Varios números. (Disponible en: <http://www.marm.es/>).

(Disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>).

Novo, P., Garrido, A., Varela-Ortega, C. (2009) *Are virtual water “flows” in Spanish grain trade consistent with relative water scarcity?*. *Ecological Economics* , 68: 1454–1464.

4.2.3 EMISIONES DE CO₂

4.2.3.1 OBJETIVOS

El objeto de esta parte del proyecto es la cuantificación de las emisiones de carbono producidas por el gasto de combustible agrícola y determinar su evolución en el tiempo. Así posteriormente se calculan a nivel nacional los siguientes Indicadores de Sostenibilidad, para el periodo comprendido desde 1980 hasta el 2008 en un determinado grupo de cultivos:

- **C1** (kg producto/ t de CO₂), es decir, los kilogramos de producto obtenidos de cada cultivo en base a las toneladas emitidas de carbono equivalente.
- **C2** (€ producto/t de CO₂), es decir, los euros percibidos por los agricultores en base a las toneladas emitidas de carbono equivalente.

Seguidamente se presentan los valores de los Indicadores inversos, 1/C1 y 1/C2, respectivamente.

Los Indicadores se calcularán a nivel nacional para todos los cultivos objeto de estudio.

A lo largo del documento se analiza la metodología empleada para la determinación de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios directos e inversos de C1 y C2 y los resultados obtenidos.

Por último se adjunta el Anejo 2.3 (“Cálculo y resultados”), donde se pueden consultar los datos de origen y las Hojas de Cálculo empleadas para alcanzar los resultados de Indicadores.

4.2.3.2 METODOLOGÍA

Para el cálculo general de las emisiones del dióxido de carbono equivalentes que se producen en la agricultura, se han de tener en cuenta las emisiones directas e inversas. Las emisiones directas son aquellas que proceden del consumo de combustible, fertilización, post-recolección y transporte. Por su parte las emisiones indirectas son aquellas que se producen debido a la fabricación y mantenimiento de la maquinaria. Sin embargo, para esta primera fase del proyecto, únicamente se han tenido en cuenta las emisiones directas producidas por el consumo de combustible empleado en las principales operaciones agrícolas, desde el laboreo hasta la recolección.

La metodología empleada para el desarrollo del cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad sobre las Emisiones de carbono equivalente (Indicador C) se apoya en el consumo de

combustible agrícola, cuyo cálculo aparece en el capítulo de los Indicadores de Energía (Indicador D).

Cada cultivo requiere una serie de operaciones agrícolas con diferente gasto de combustible, lo que conlleva a un consumo energético distinto y, por lado, para cada cultivo, se obtienen los Indicadores de Usos de la Tierra A1 y A2 (ver Capítulo 4.2.1). Relacionando estas tres variables se obtienen los Indicadores de Energía, que son la base para el cálculo de las emisiones:

$$\mathbf{D1 \text{ (kg producto/MJ)} = A1 \text{ (kg producto/ha)} / E \text{ (MJ/ha)} \quad [16]}$$

$$\mathbf{D2 \text{ (€ producto/MJ)} = D1 \text{ (kg producto/MJ)} * A2 \text{ (€ producto/Kg producto)} \quad [17]}$$

A partir de ellos se obtienen los Indicadores de Emisión (C):

$$\mathbf{C1 \text{ (Kg producto/t CO}_2\text{)} = D1 \text{ (Kg producto/MJ)} * Cte. \text{ (t CO}_2\text{/MJ)} \quad [18]}$$

$$\mathbf{C2 \text{ (€ producto/ t CO}_2\text{)} = D2 \text{ (€ producto/MJ)} * Cte. \text{ (t CO}_2\text{/MJ)} \quad [19]}$$

Donde:

Cte.: Cantidad de carbono equivalente que se emite por Megajulio de combustible empleado. Esta constante se calcula a partir de la cantidad de carbono equivalente por kilogramo de combustible (3.45 Kg CO₂/kg gasóleo) (referencia: Lal, 2004), la densidad del gasoil ($\delta = 0.84$ kg/L) y la constante, denominada con la letra K⁵, que expresa la cantidad de energía en Megajulios que contiene un litro de gasoil.

$$Cte. = (3.45 \text{ kg CO}_2\text{/kg gasóleo} * 0.84 \text{ kg/L})/38.65 \text{ MJ/L} = 0.0749 \text{ kg CO}_2\text{/ MJ}$$

De la bibliografía consultada se obtienen las siguientes cifras para este parámetro:

$$Cte. = 0.0740 \text{ kg CO}_2\text{/MJ (referencia: Picc, 2006).}$$

$$Cte. = 0.0737 \text{ kg CO}_2\text{/MJ (referencia: Pimentel, 1992)}$$

Su inversa sería:

$$1/0.0749 \text{ Kg CO}_2\text{/MJ} = 13,333 \text{ MJ/kg CO}_2 = 13.333,3 \text{ MJ/t de CO}_2$$

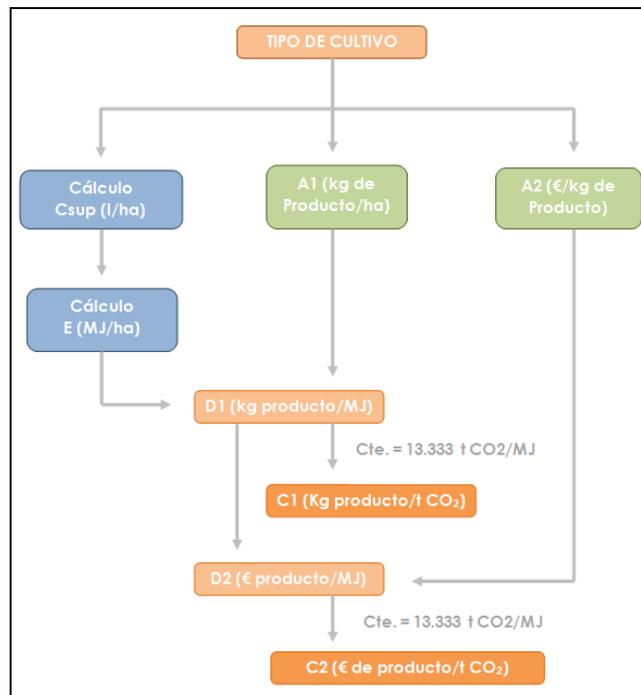
⁵ La constante, K = 38.65 MJ/l, que se emplea para el cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad de Energía (Ver Capítulo 4.2.4), se calcula a partir del poder calorífico inferior del combustible (PCI = 46.000 kJ/kg) y la densidad del gasoil ($\delta = 0.84$ kg/l).

Hasta el momento no se dispone de datos del efecto de la implantación de la reglamentación de emisiones de gases de escape por parte de los vehículos extraviarios en la emisión de dióxido de carbono.

4.2.3.3 RESULTADOS

A continuación se muestran de forma gráfica los resultados de los Indicadores de Sostenibilidad de Emisión para los dieciséis cultivos en estudio cuyo esquema de cálculo se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios C1 y C2.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos, cálculos y resultados se han recogido de forma detallada en el Anejo 2.3.1.

Gráfico 154. Indicador directo de emisión en el trigo

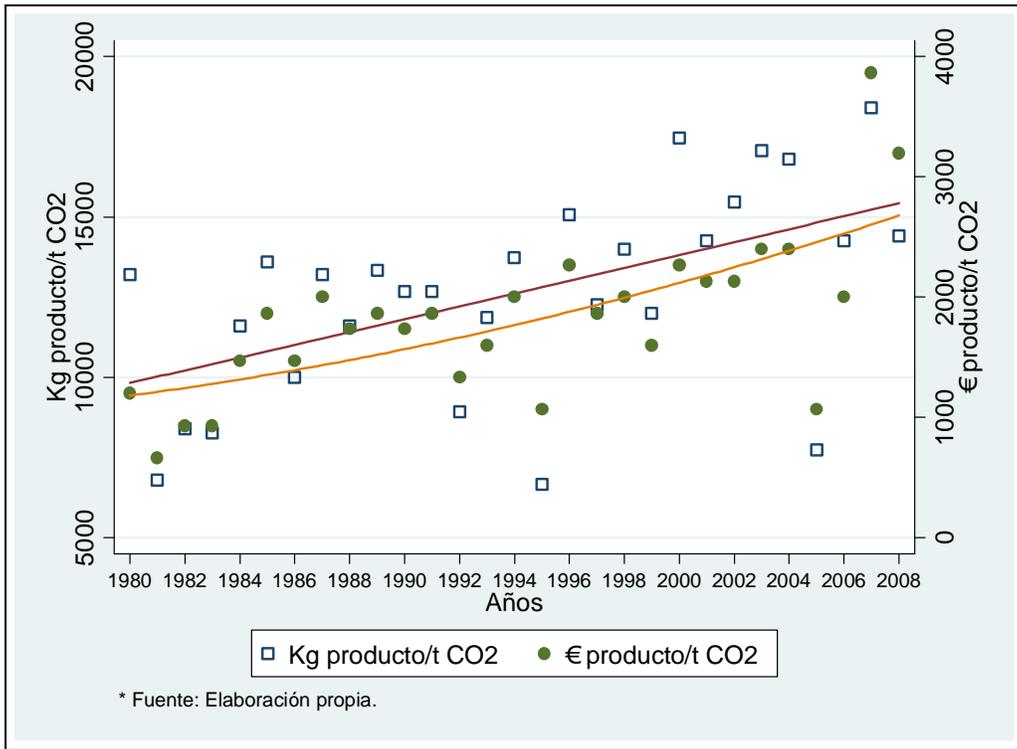


Gráfico 155. Indicador indirecto de emisión en el trigo

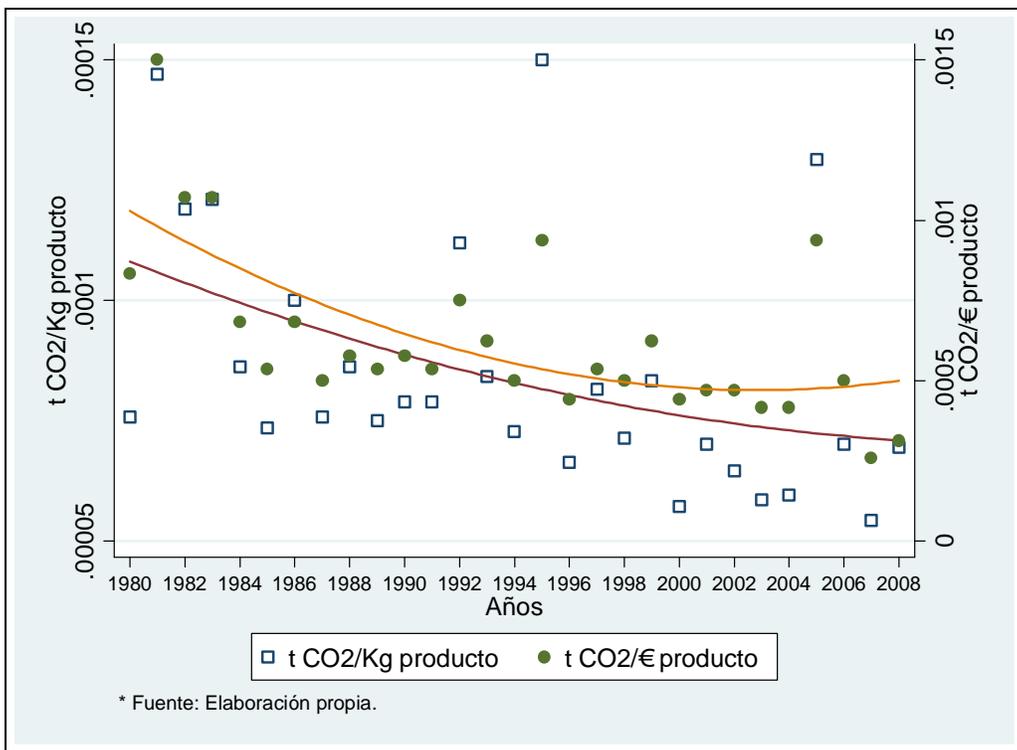


Gráfico 156. Indicador directo de emisión en la cebada

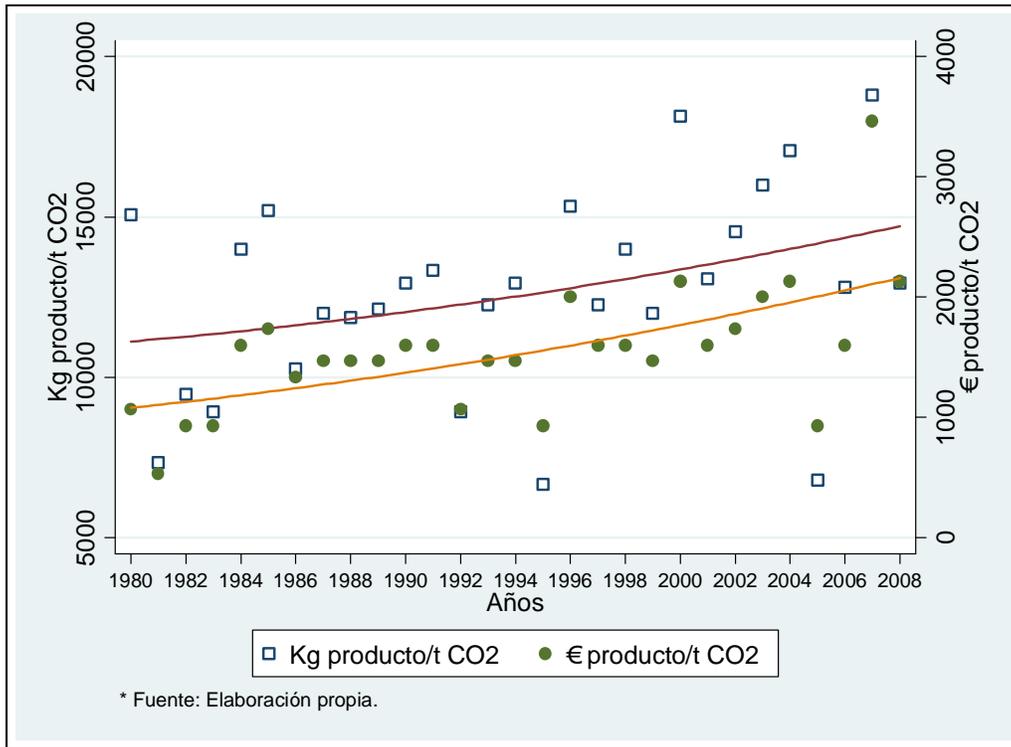


Gráfico 157. Indicador indirecto de emisión en la cebada

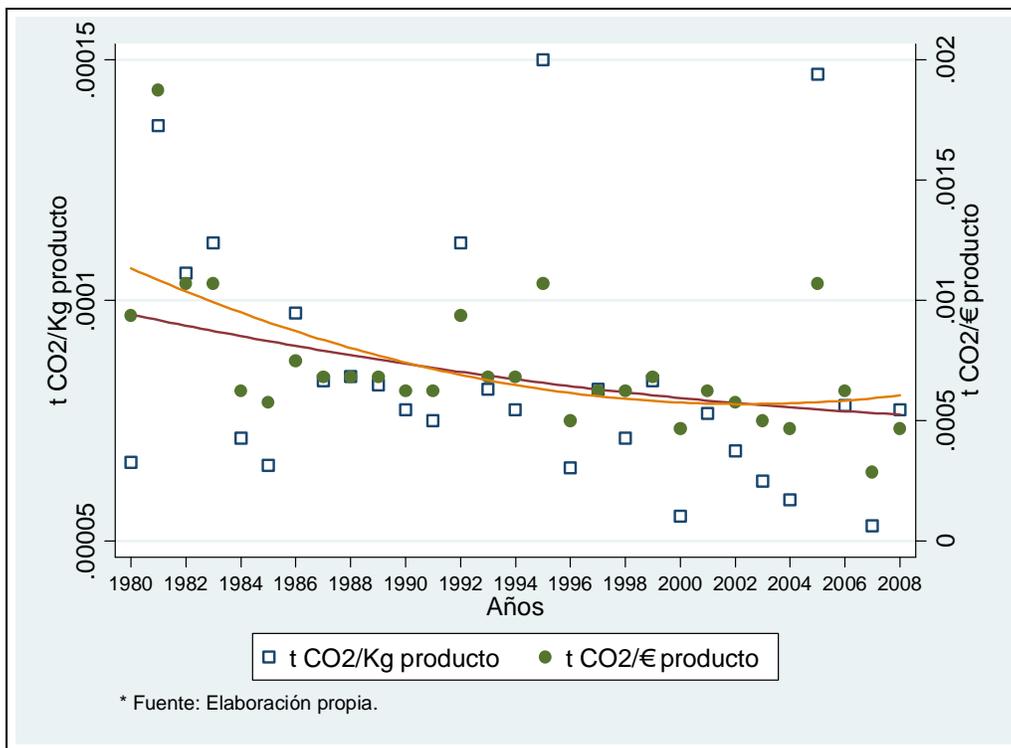


Gráfico 158. Indicador directo de emisión en el maíz

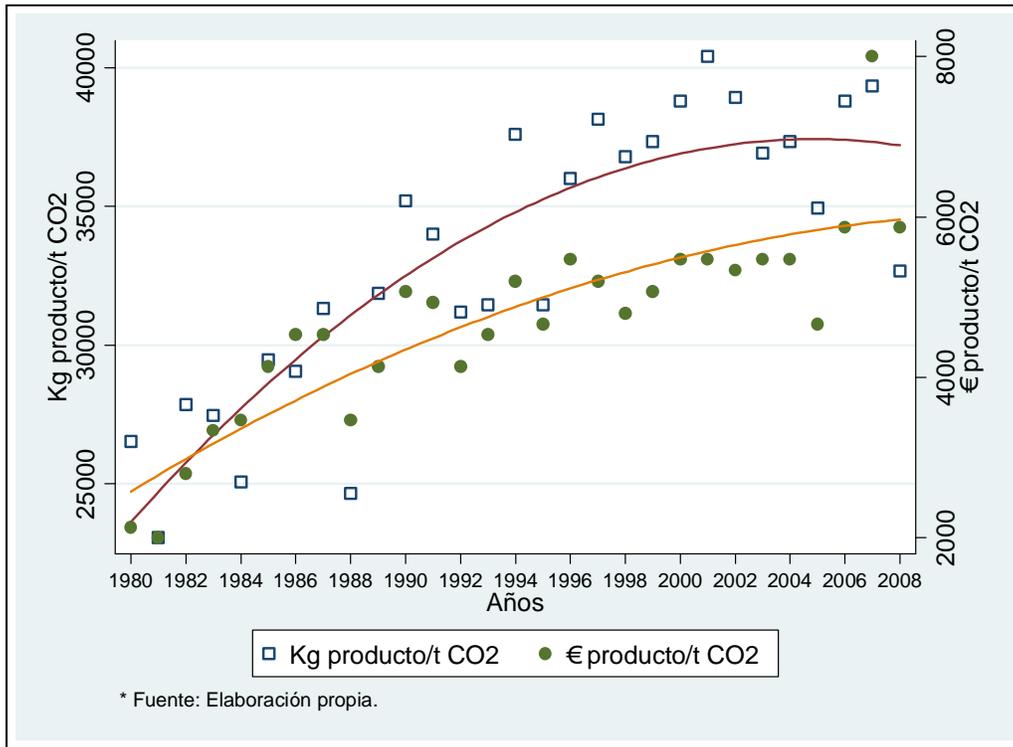


Gráfico 159. Indicador indirecto de emisión en el maíz

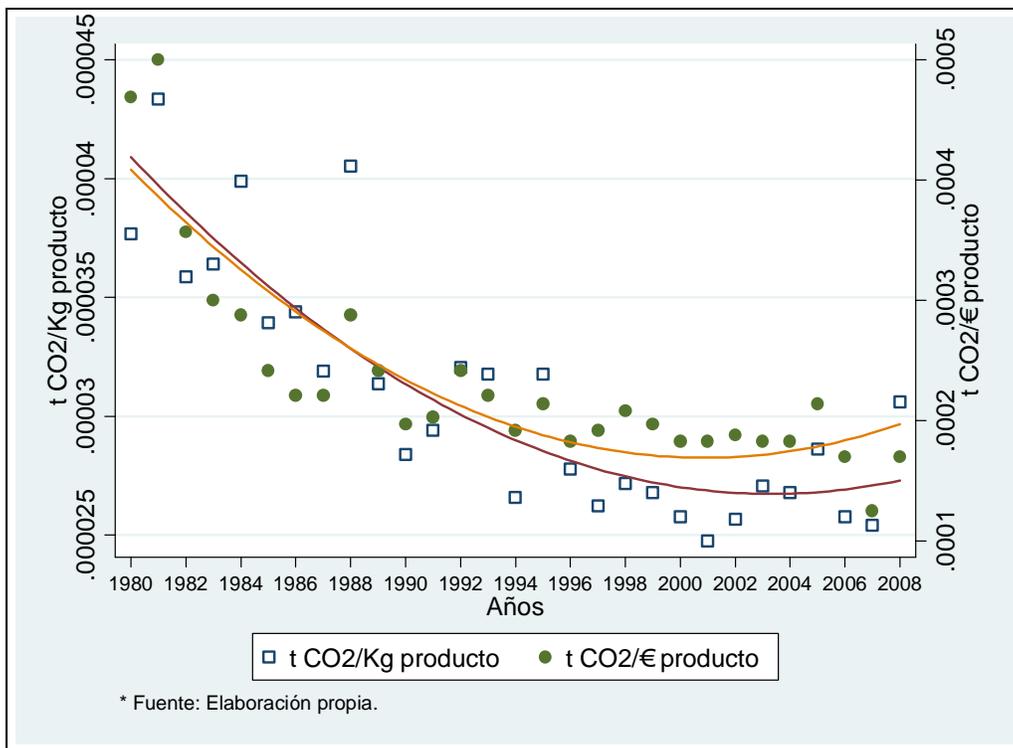


Gráfico 160. Indicador directo de emisión en la remolacha

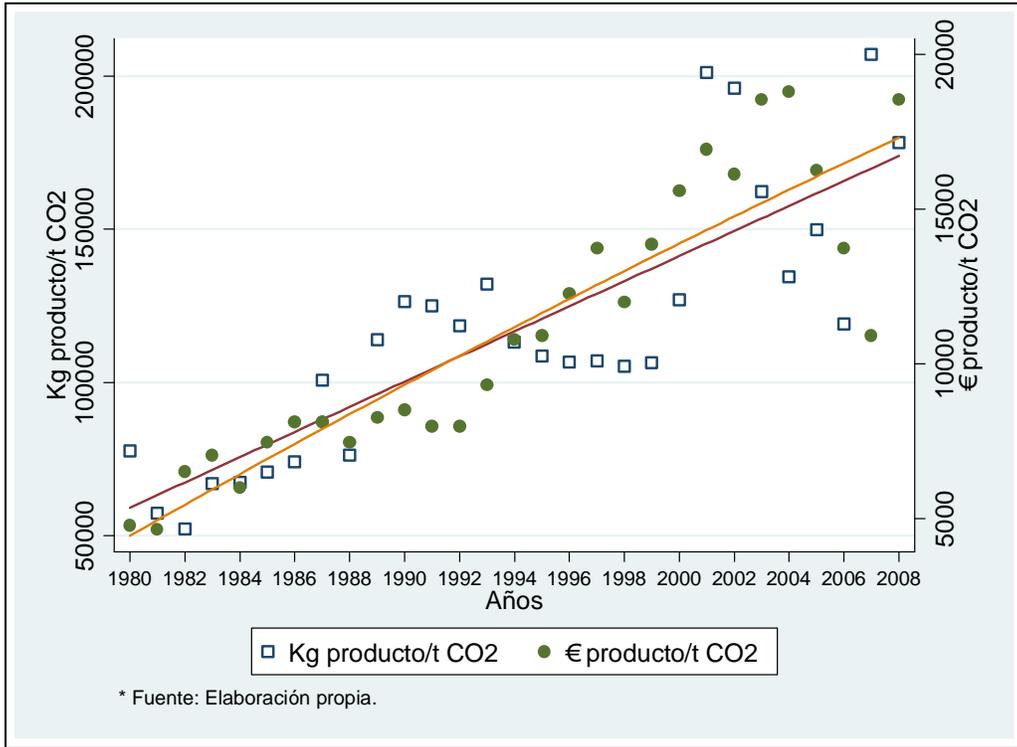


Gráfico 161. Indicador indirecto de emisión en la remolacha

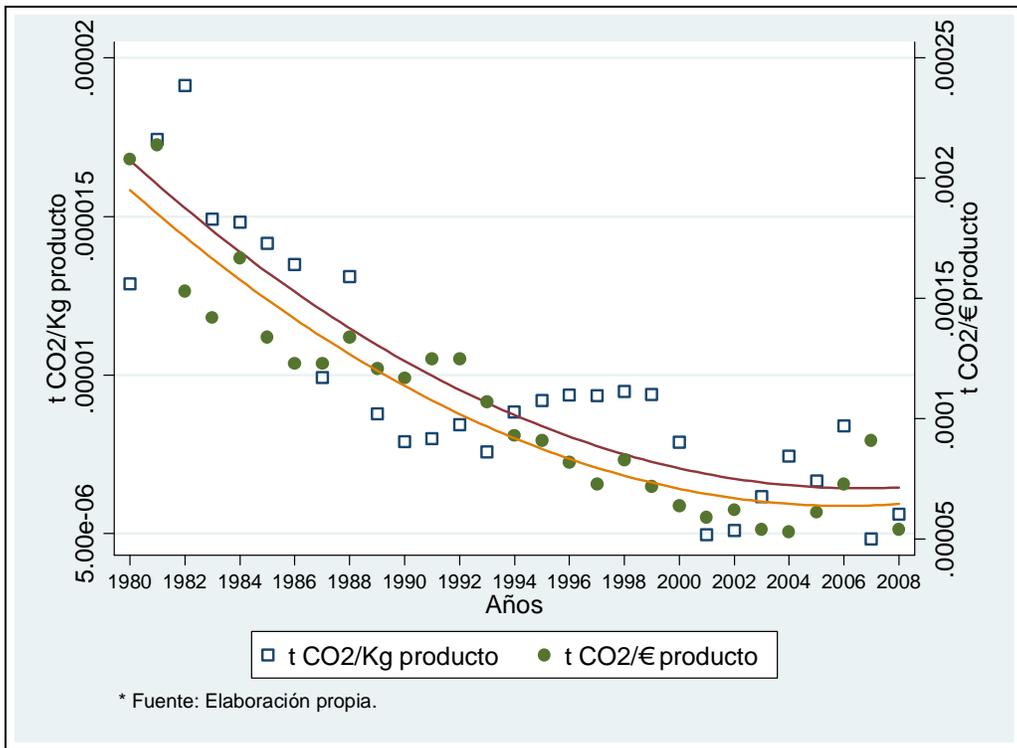


Gráfico 162. Indicador directo de emisión en el girasol

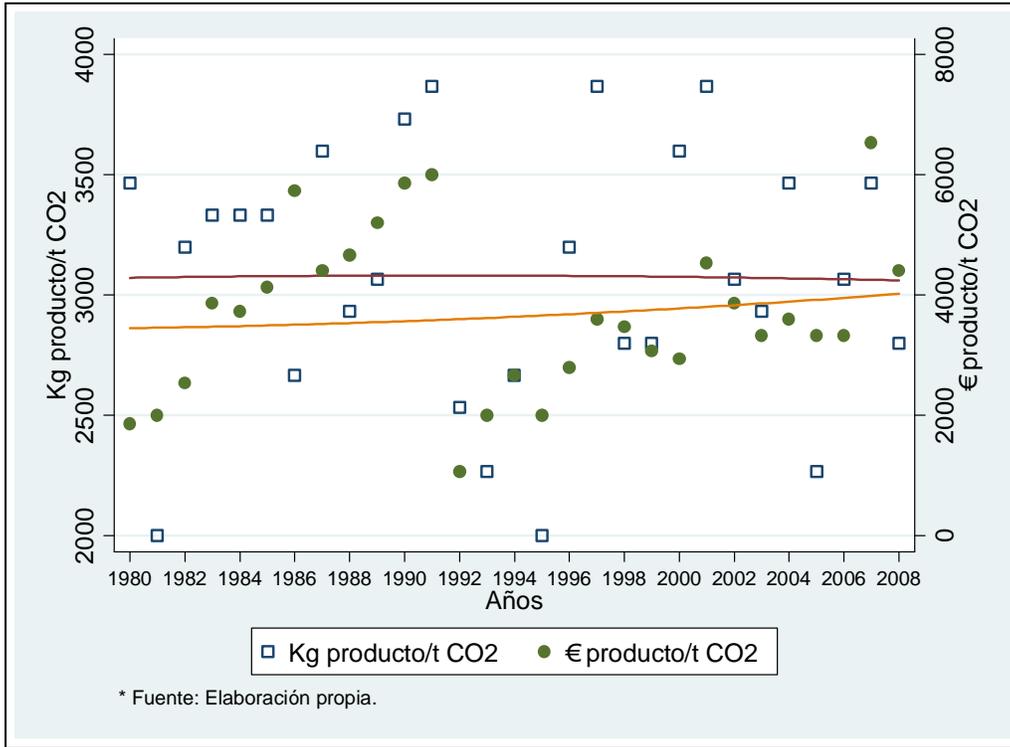


Gráfico 163. Indicador indirecto de emisión en el girasol

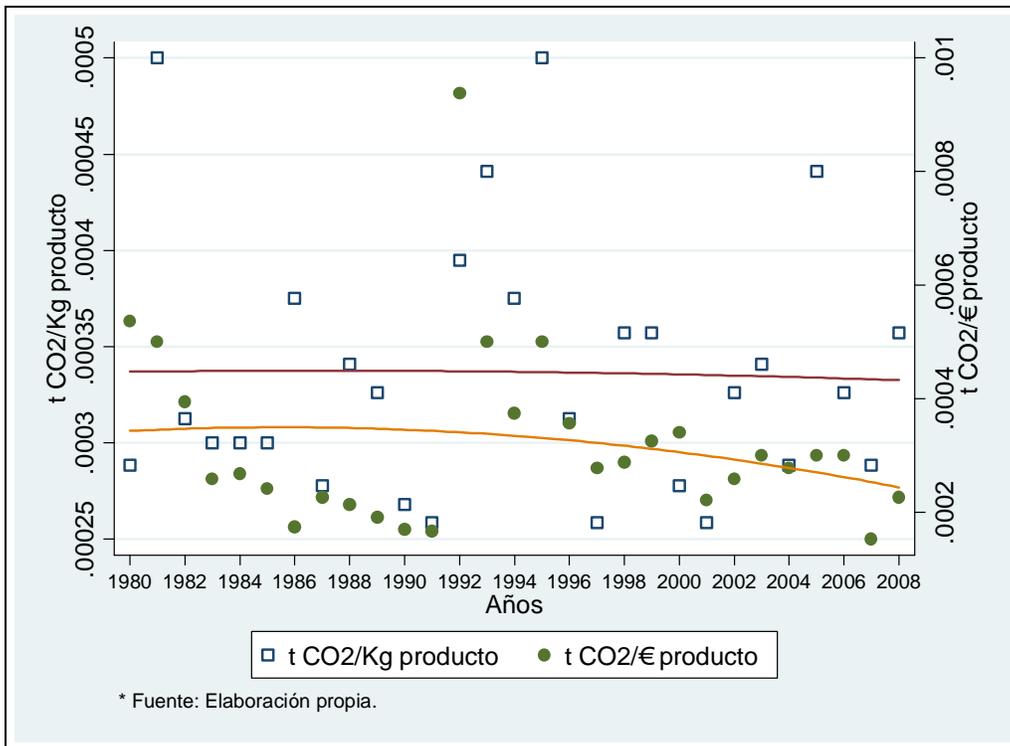


Gráfico 164. Indicador directo de emisión en el olivar de mesa

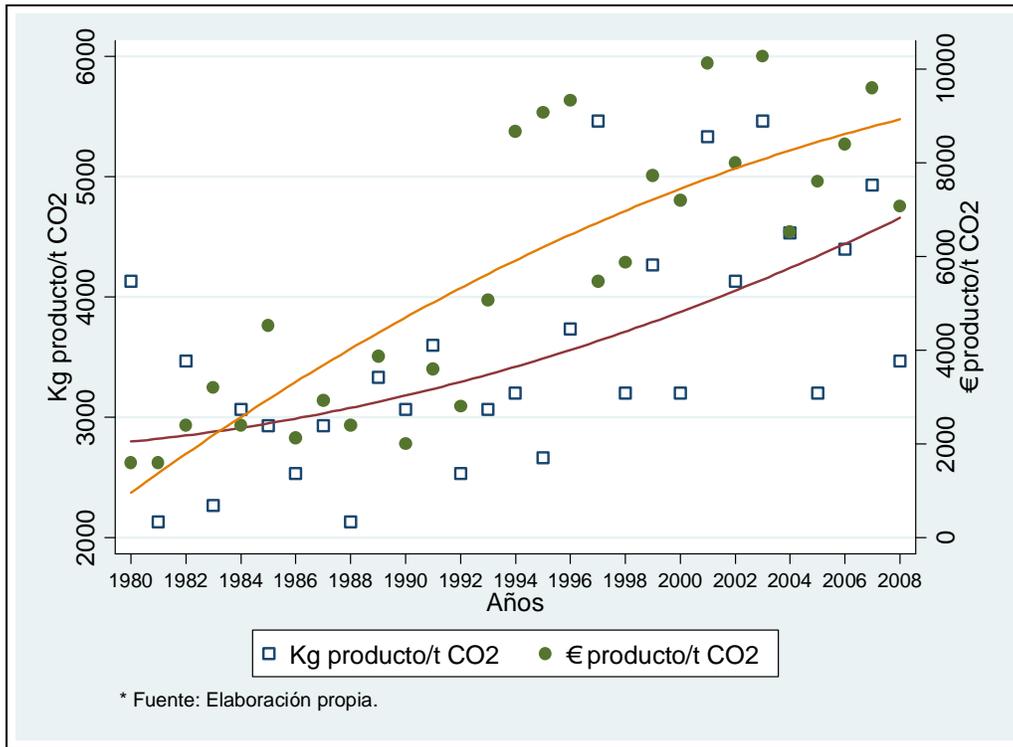


Gráfico 165. Indicador indirecto de emisión en el olivar de mesa

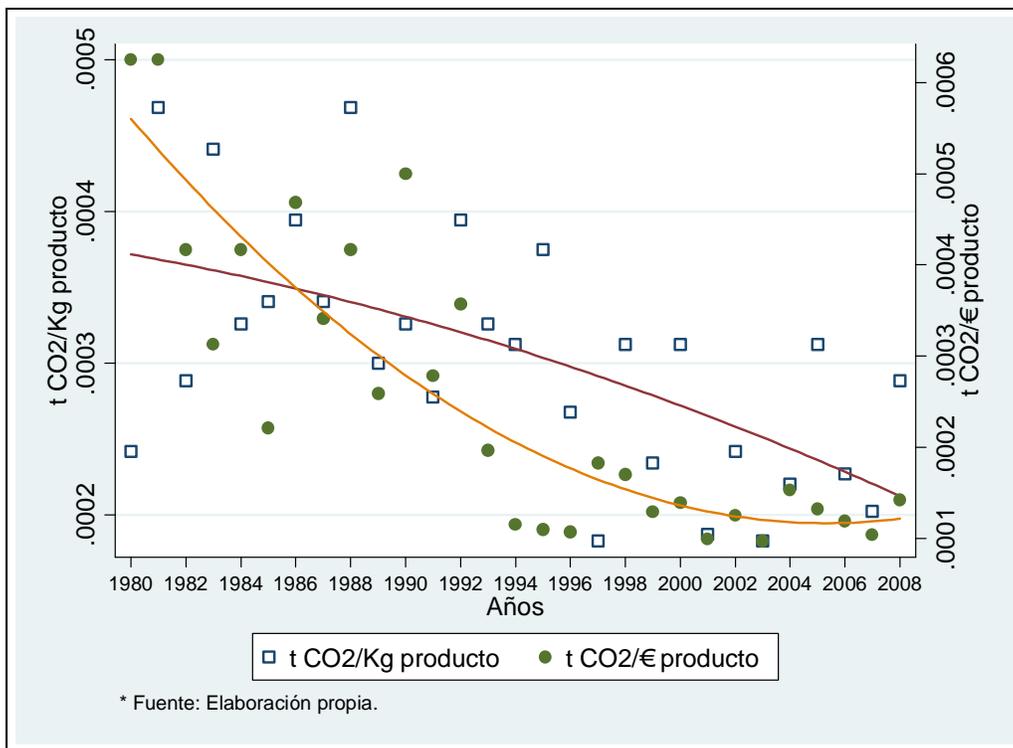


Gráfico 166. Indicador directo de emisión en el olivar de transformación

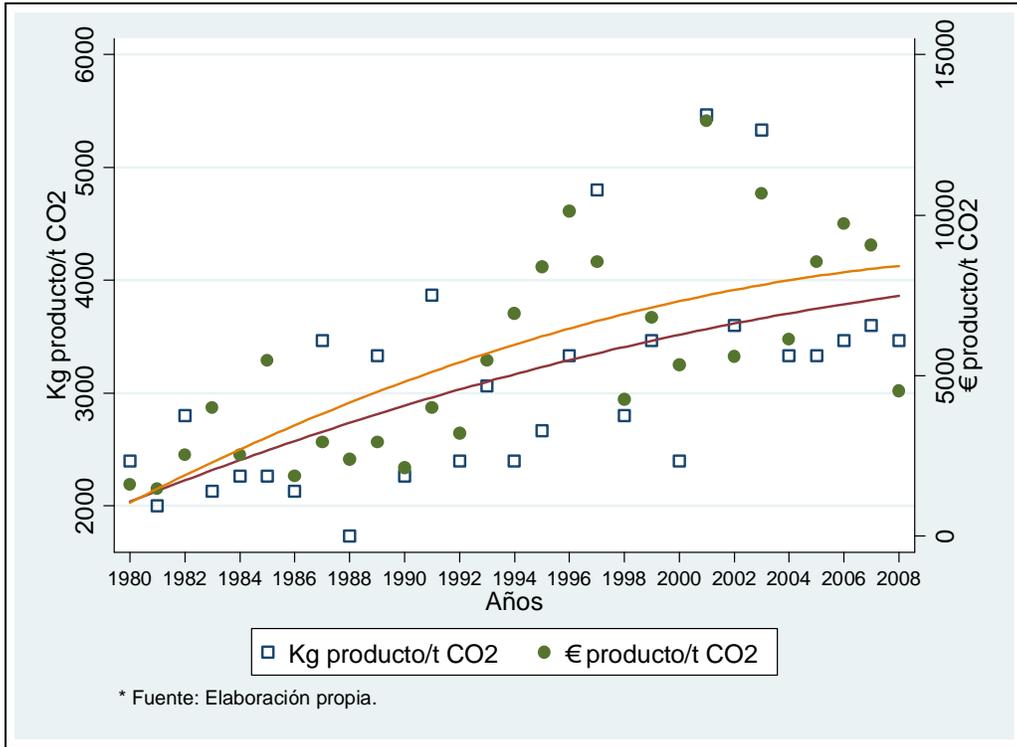


Gráfico 167. Indicador indirecto de emisión en el olivar de transformación

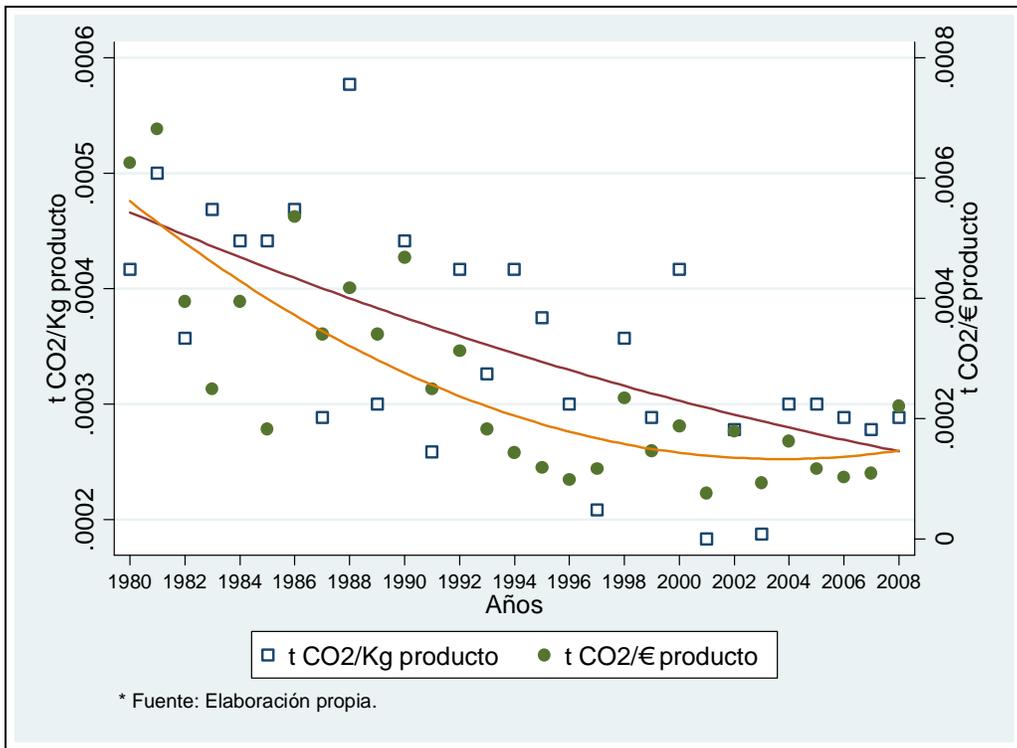


Gráfico 168. Indicador directo de emisión en el viñedo de mesa

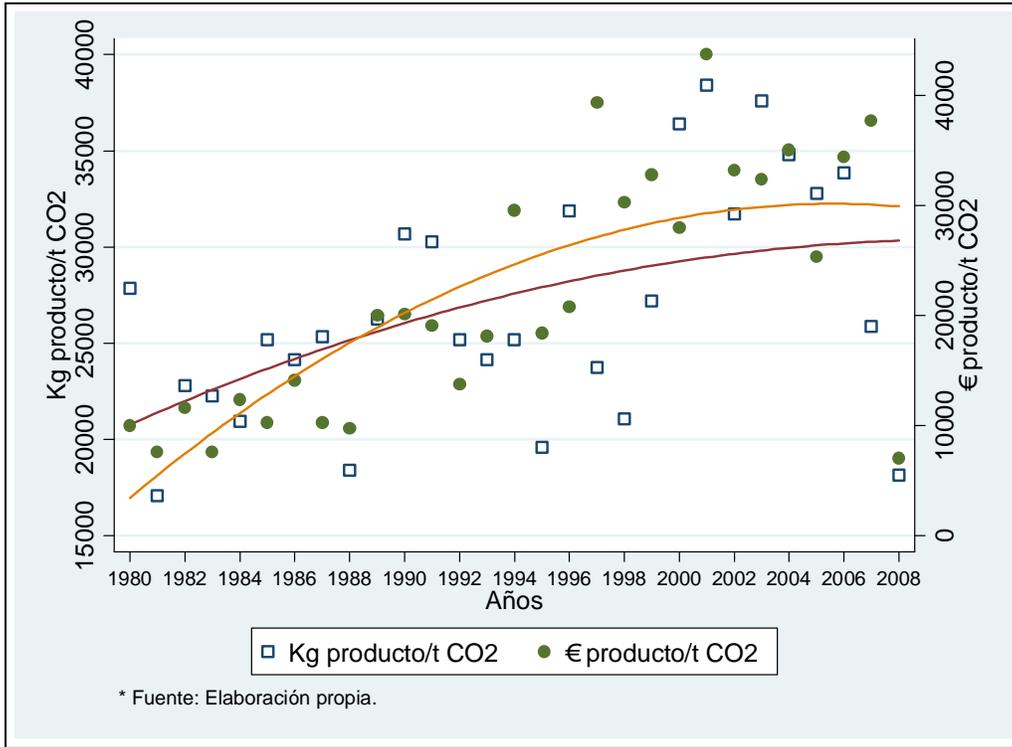


Gráfico 169. Indicador indirecto de emisión en el viñedo de mesa

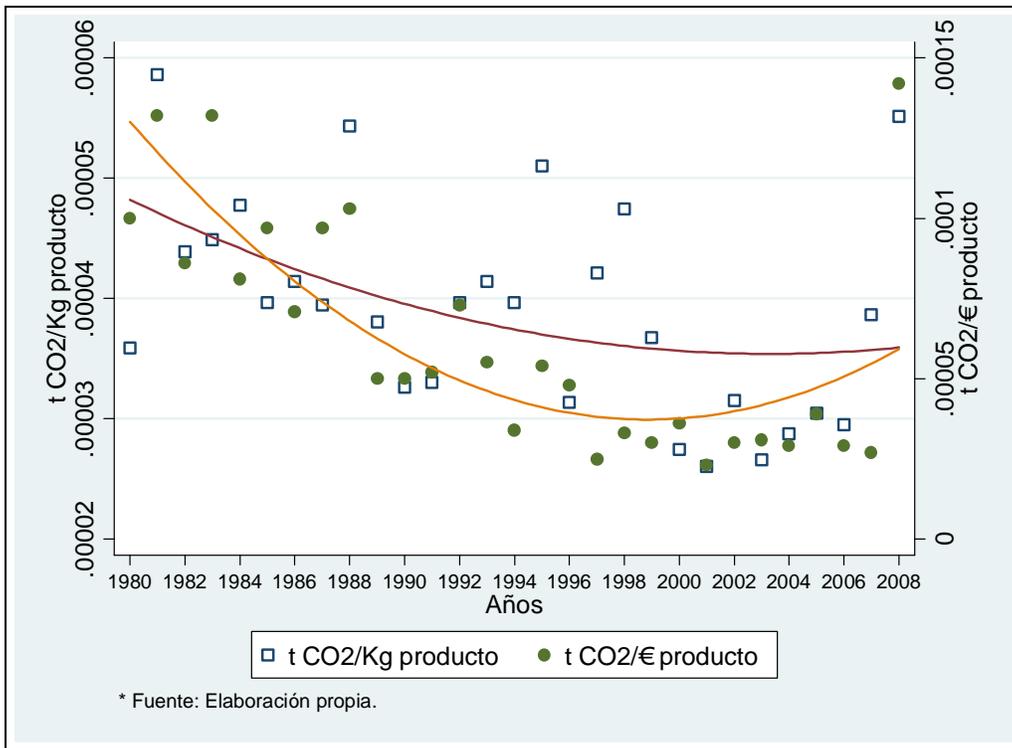


Gráfico 170. Indicador directo de emisión en el viñedo de transformación

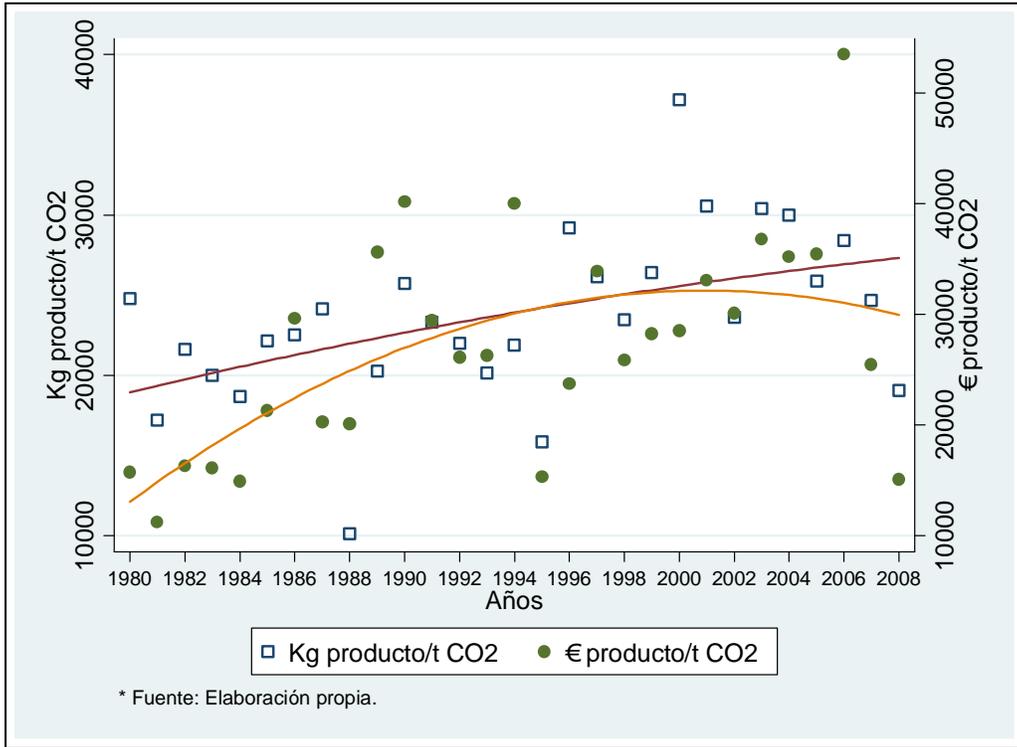


Gráfico 171. Indicador indirecto de emisión en el viñedo de transformación

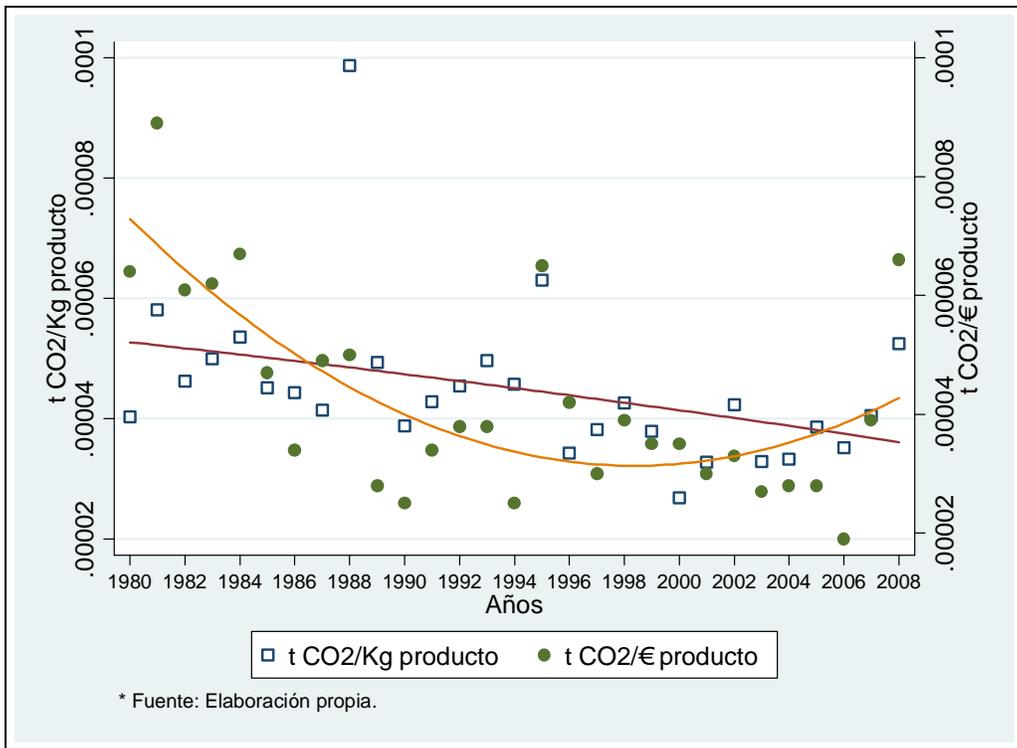


Gráfico 172. Indicador directo de emisión en el naranjo

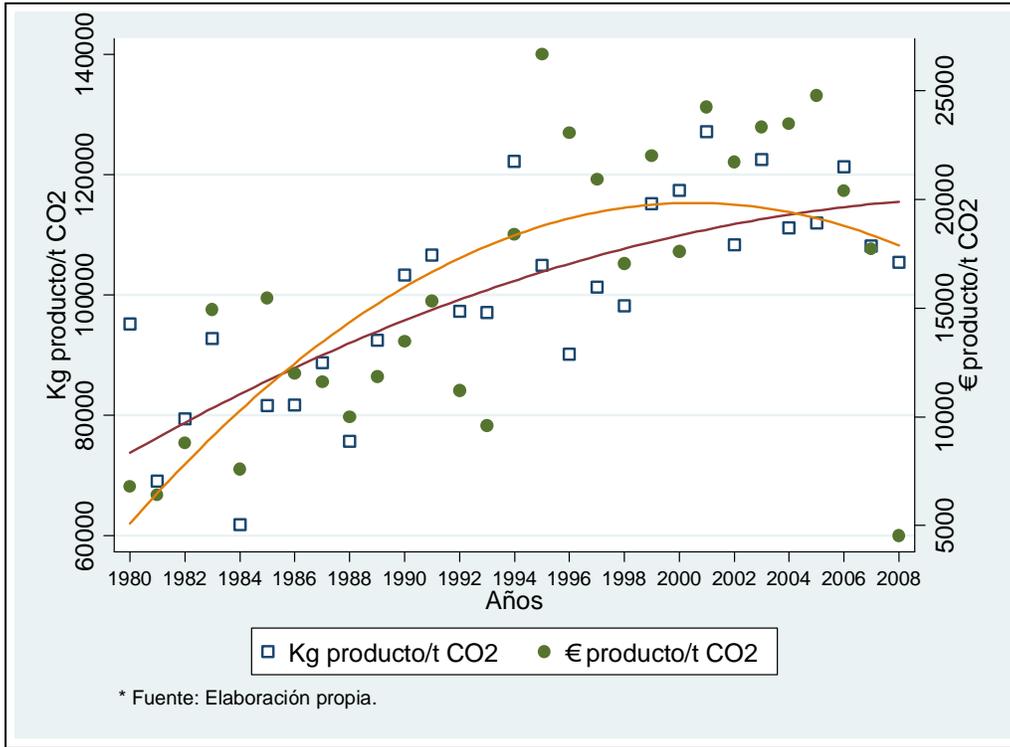


Gráfico 173. Indicador indirecto de emisión en el naranjo

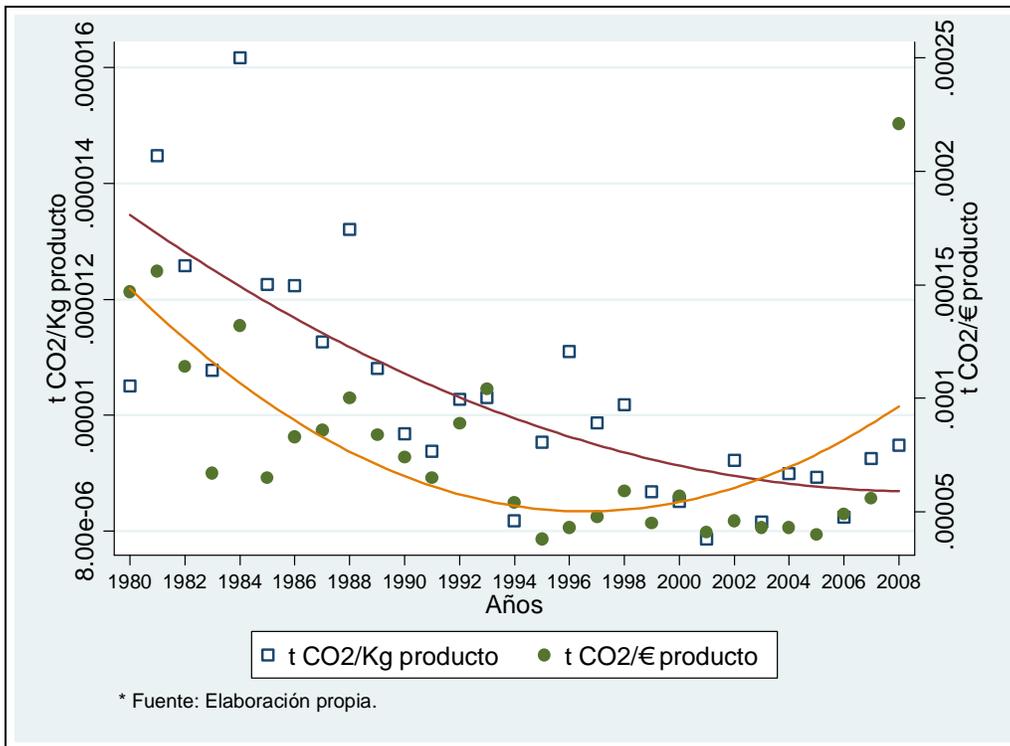


Gráfico 174. Indicador directo de emisión en la naranja amarga

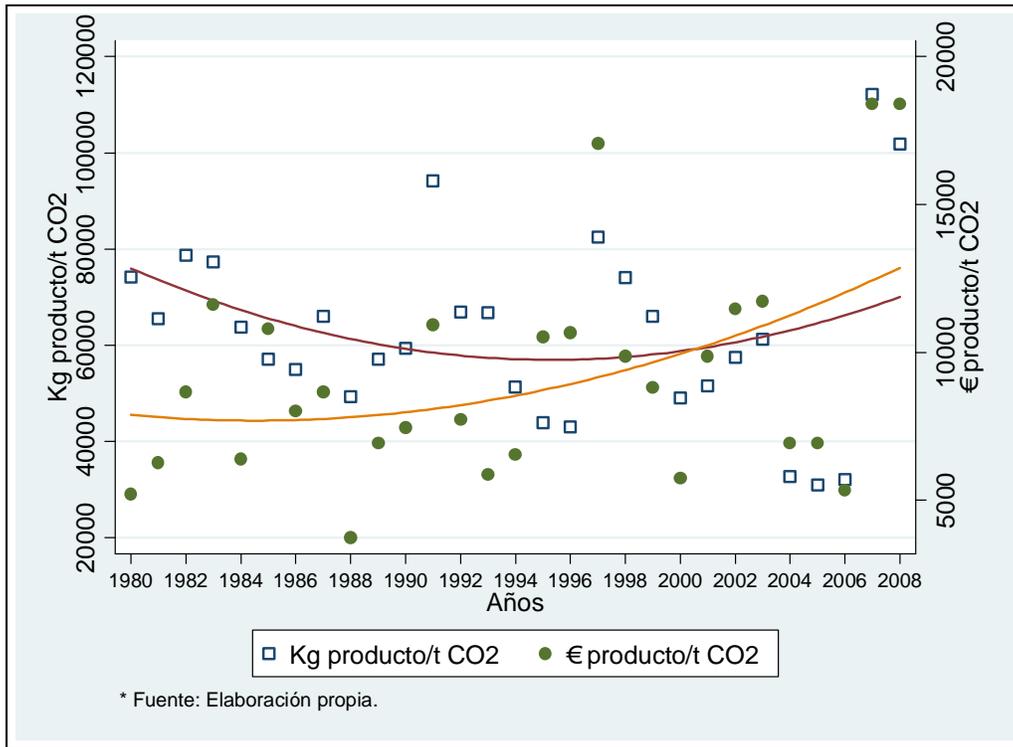


Gráfico 175. Indicador indirecto de emisión en la naranja amarga

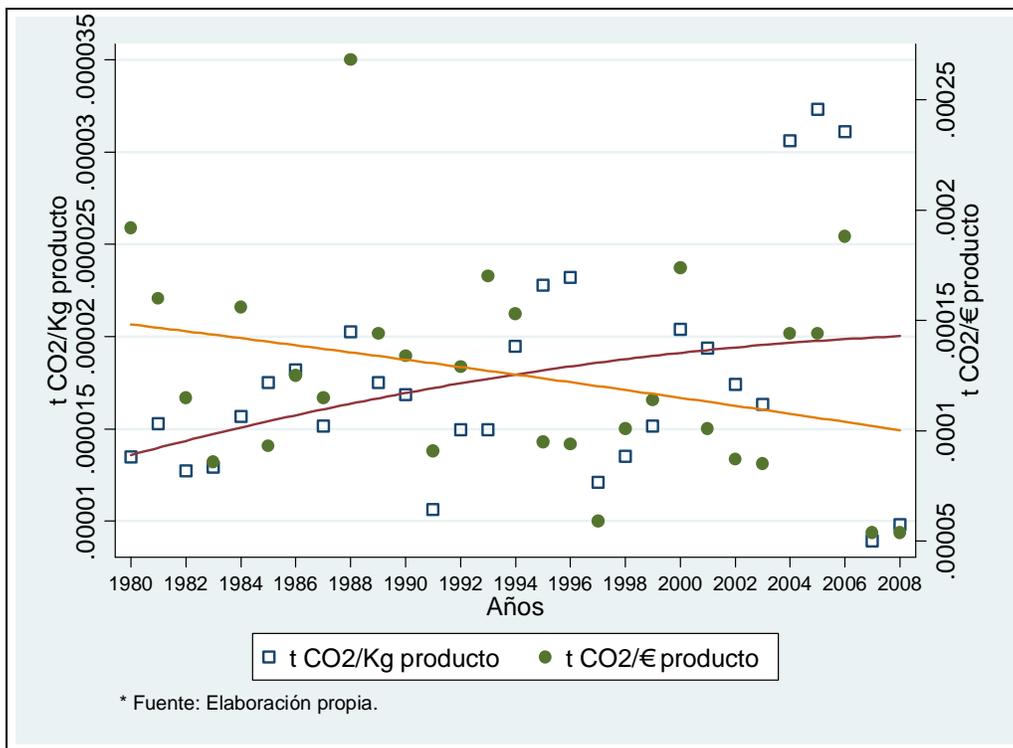


Gráfico 176. Indicador directo de emisión en el mandarino

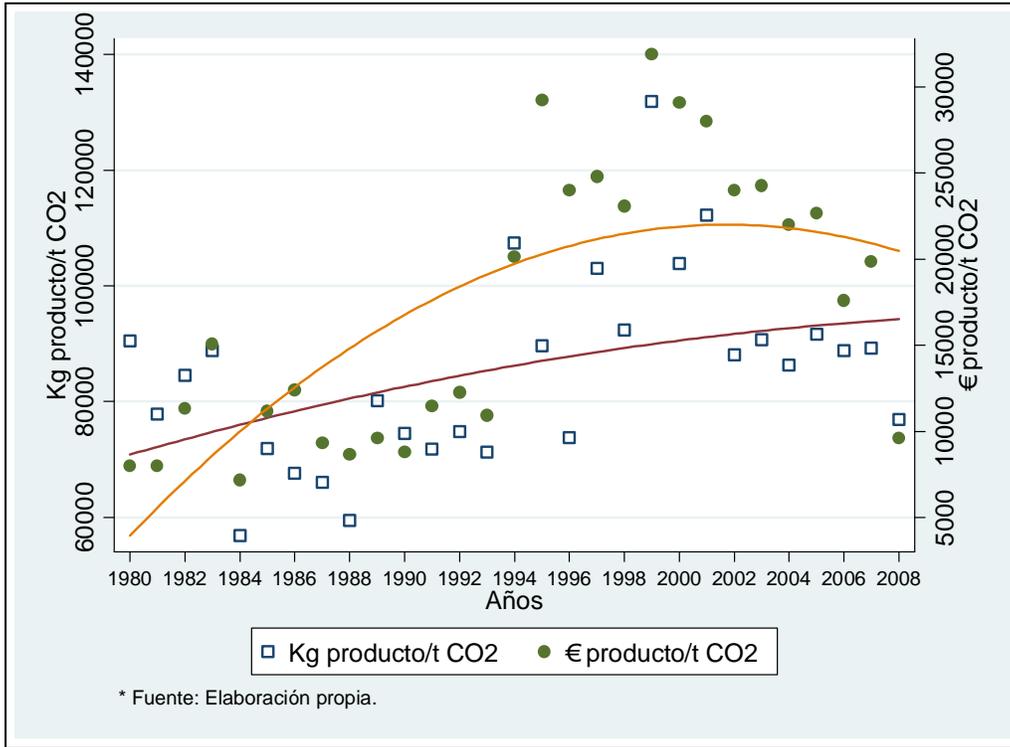


Gráfico 177. Indicador indirecto de emisión en el mandarino

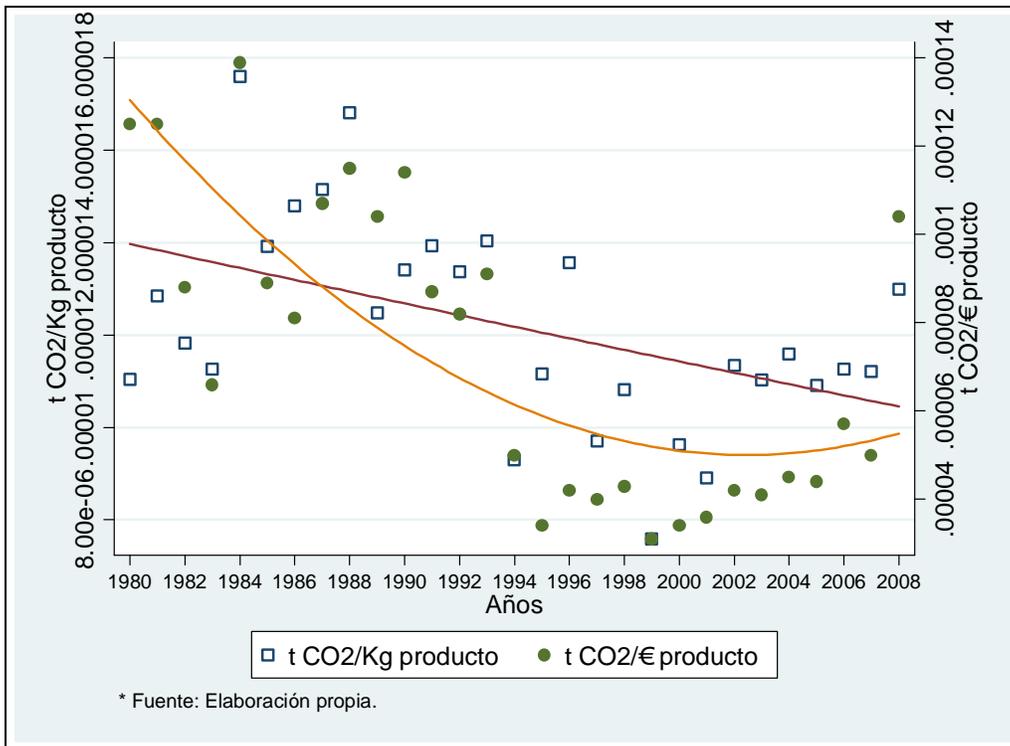


Gráfico 178. Indicador directo de emisión en el limonero

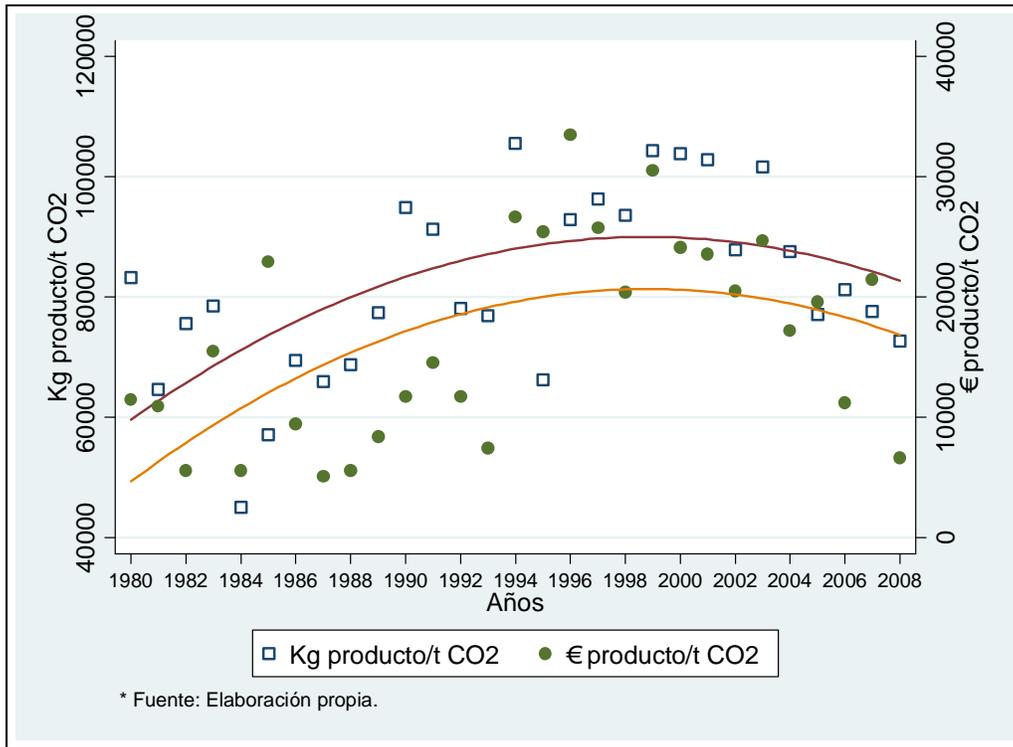


Gráfico 179. Indicador indirecto de emisión en el limonero

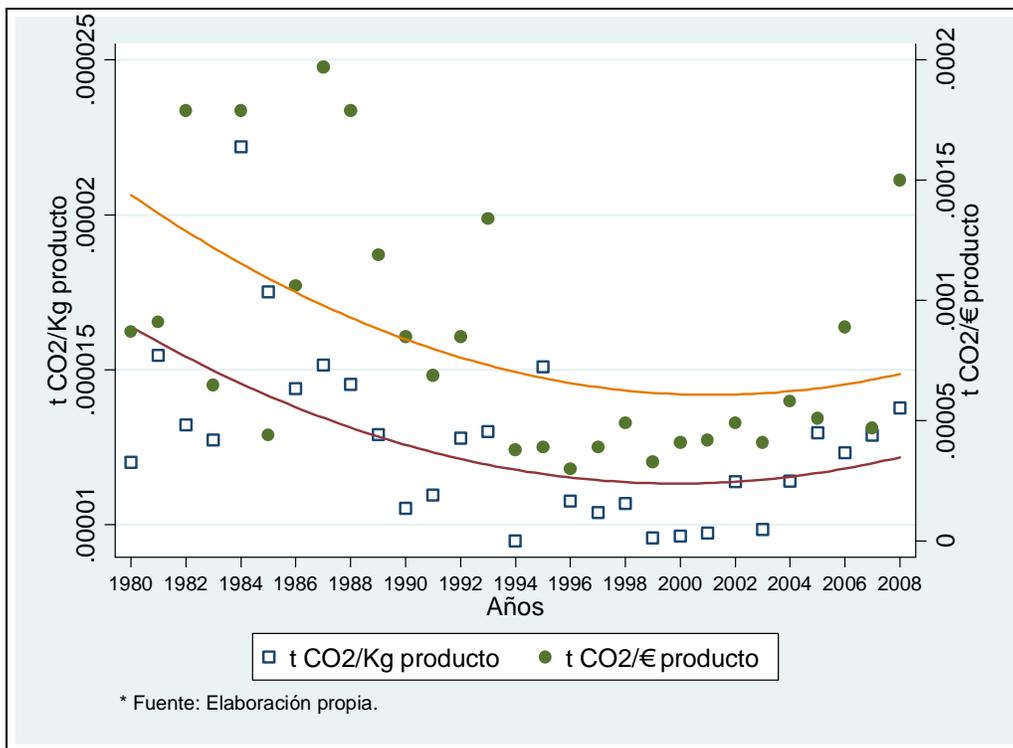


Gráfico 180. Indicador directo de emisión en el pomelo

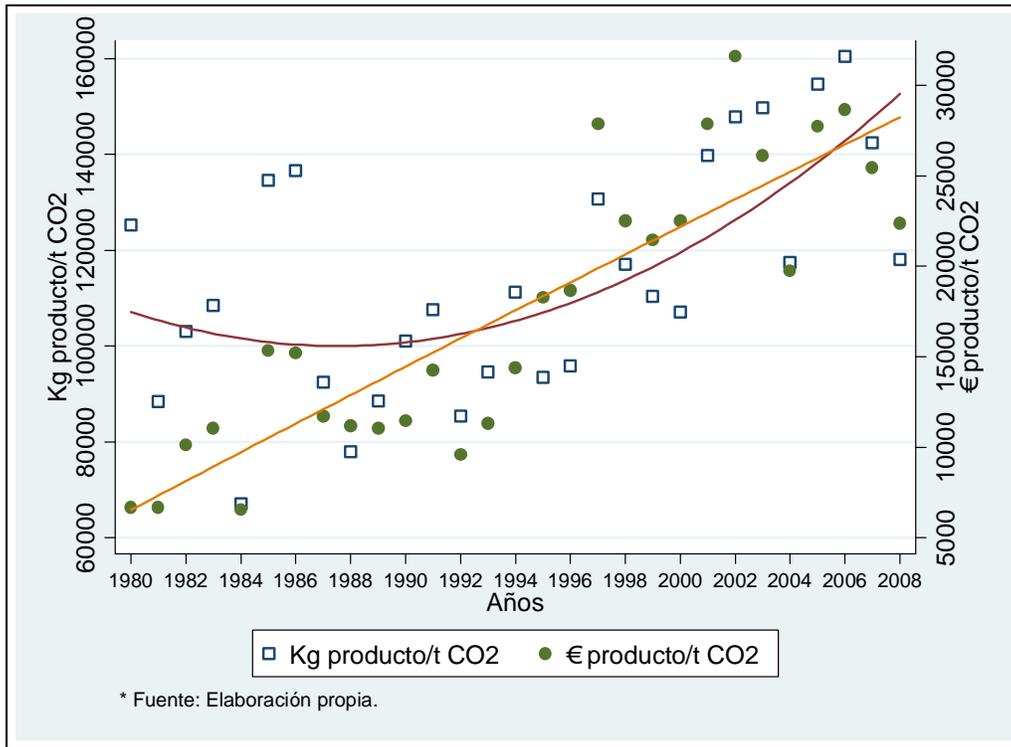


Gráfico 181. Indicador indirecto de emisión en el pomelo

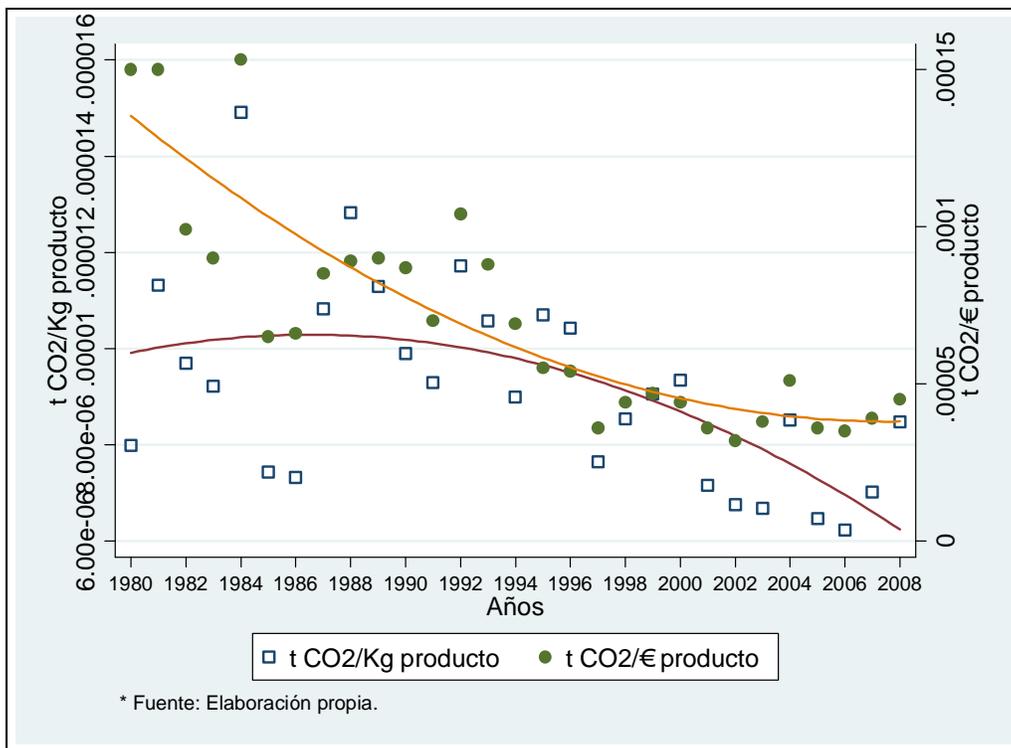


Gráfico 182. Indicador directo de emisión en el melón

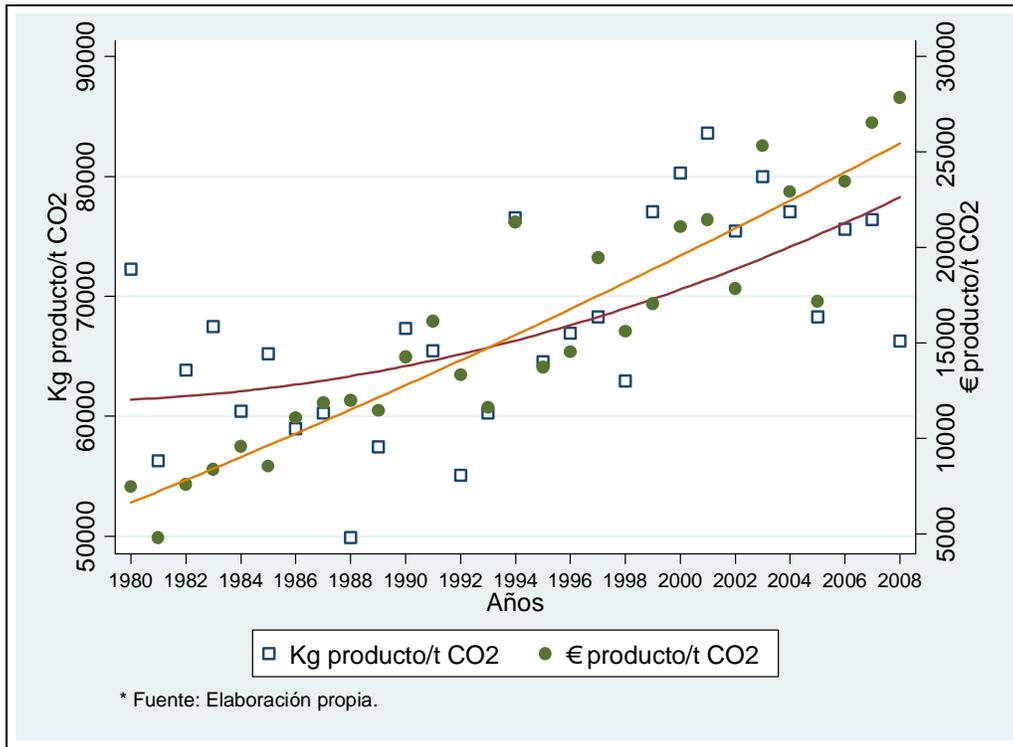


Gráfico 183. Indicador indirecto de emisión en el melón

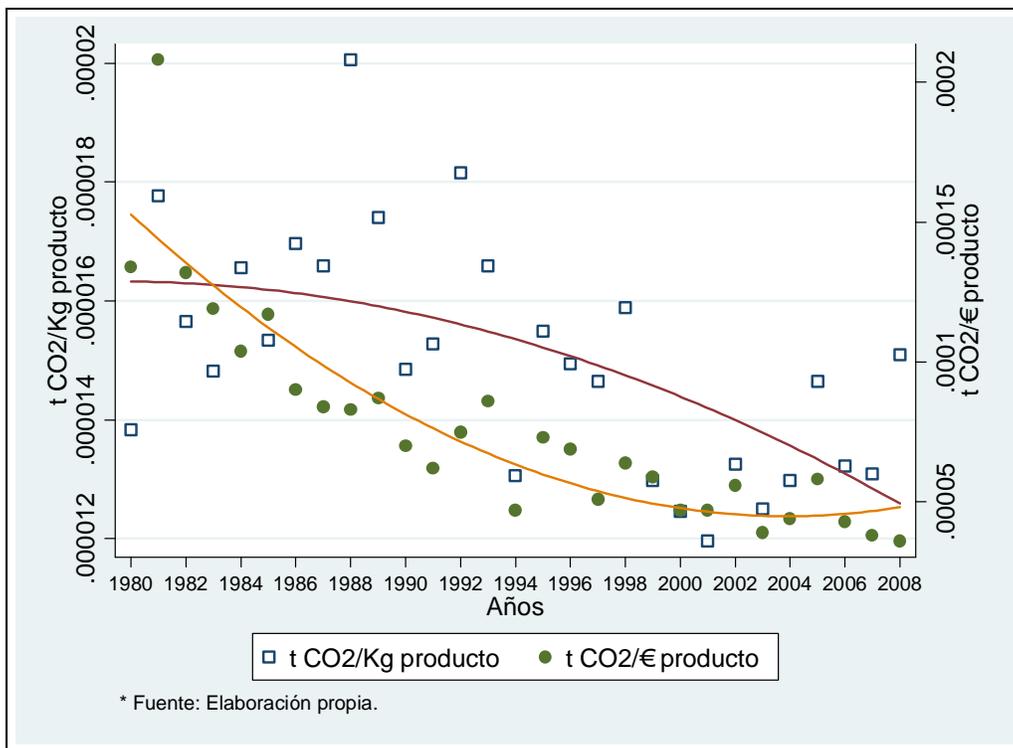


Gráfico 184. Indicador directo de emisión en el tomate

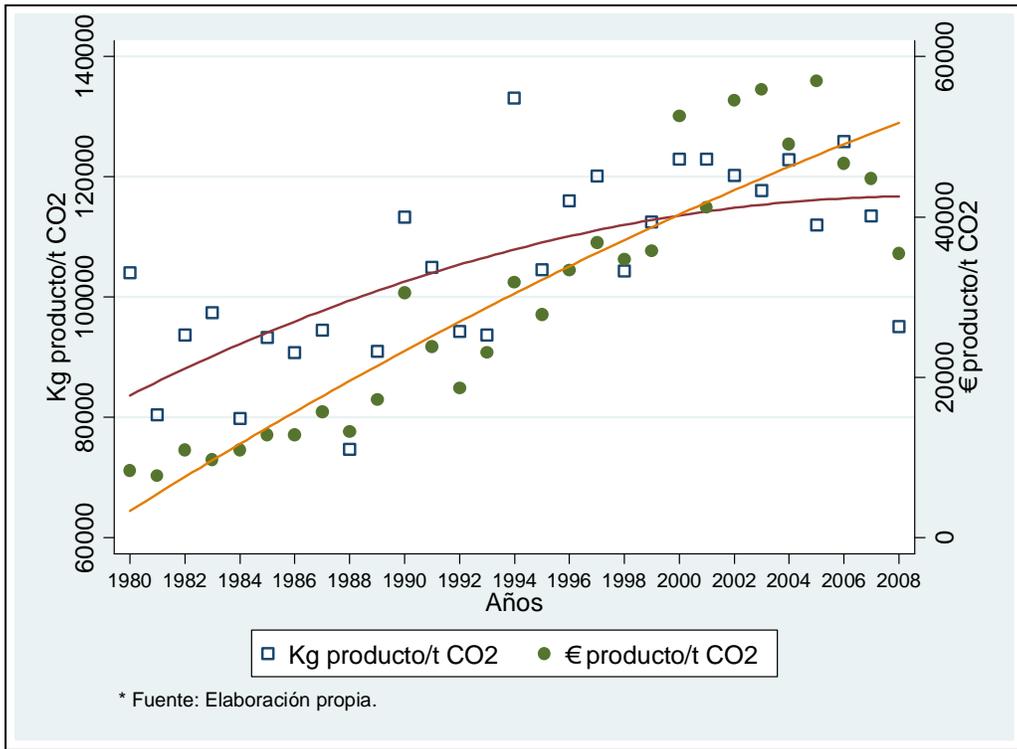
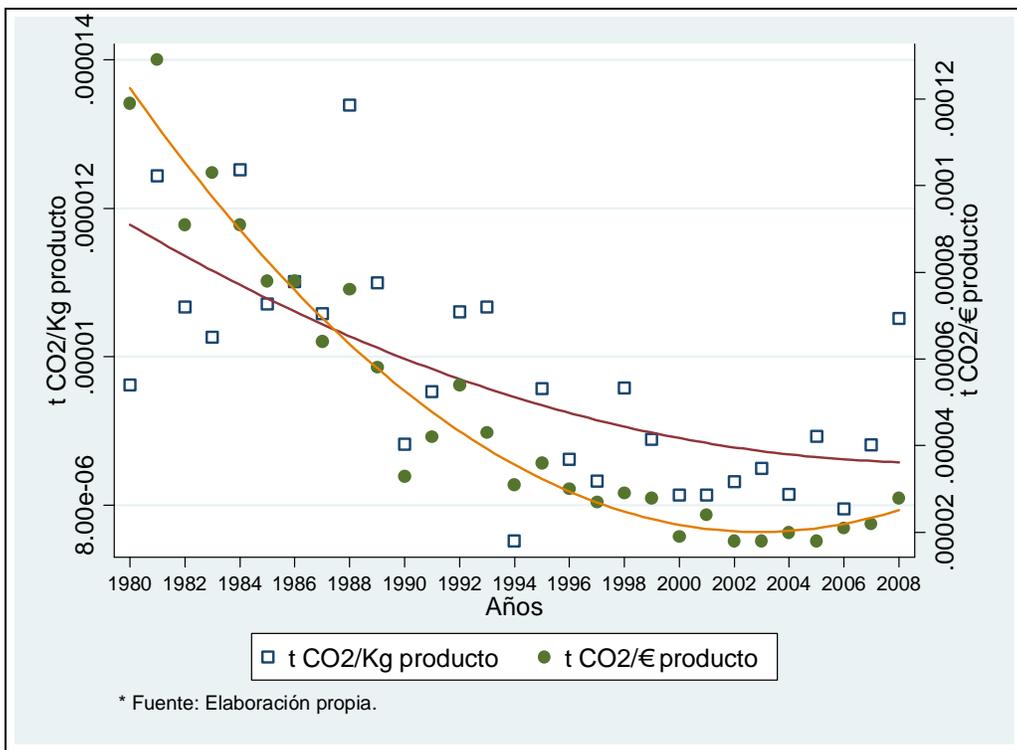


Gráfico 185. Indicador indirecto de emisión en el tomate



4.2.3.4 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos cabe destacar que los indicadores calculados son dependientes, por un lado del consumo energético empleado por el gasto de combustible agrícola (recordemos que las emisiones de carbono son proporcionales a dicho gasto), y por otro, de la productividad y precios de los cultivos.

El consumo de combustible para las principales operaciones agrícolas ha aumentado a lo largo del periodo en estudio, como se pone de manifiesto en el capítulo correspondiente. Sin embargo este aumento de energía empleada se ve claramente compensado debido al aumento de la producción y de los precios en los campos de cultivo.

Con respecto a los resultados finales de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios, hay que señalar que tanto el Indicador C1 (Kg producto/t CO₂) como el C2 (€ producto/t CO₂) muestran una evolución positiva, más o menos destacada según el cultivo que se trate, a lo largo del periodo completo. Es decir, que cada vez se produce más cantidad de producto y que el agricultor percibe más dinero por este con respecto a las emisiones de carbono producidas.

Los únicos puntos singulares que se producen en los gráficos de los resultados obtenidos se deben a variaciones tanto en la productividad como en el precio de los cultivos producidos por fuertes sequías u otras anomalías.

4.2.3.5 BIBLIOGRAFÍA

Bota, JA., Pastrana, P., Cepeda, M., Pérez, M., y Márquez, L., 2004. *Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Cepeda, M., 2005. *Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Doménech, J., Martínez M., Fernández, M., 2010. *La agricultura y el CO₂*. Cuaderno de Campo. Gobierno de la Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Estación de Mecánica Agrícola. *Boletines OCDE*. Varios títulos. Estación de Mecánica Agrícola.

IDAE, 2005. *Ahorro y eficiencia energética en la agricultura: ahorro del combustible en el tractor agrícola*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.

IDAE, 2006. *Ahorro y eficiencia energética y sistemas de laboreo*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.

Lal,R, 2004. *Carbon emission from farm operations*. (Disponible en: <http://koll1.chem.uszeged.hu/colloids/staff/marti/Kornyezetikemia/Plusz%20olvasmany/Levego/Carbon%20emission%20from%20farm%20operations.pdf>)

MAPA, 2004. *Estudio sobre consumos energéticos por cultivos y provincias en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MARM. 2008. *Cálculo de costes y utilización de aperos y máquinas agrícolas*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. (Disponible en: www.mapa.es/app/mecanizacion/costesAperos)

Meeusen, M.J.G., Weidema, B.P., 2000. *Agricultural data life cycle assessments*. (Disponible en: http://lcacenter.org/library/pdf/2_00_01_1.pdf)

Sánchez-Girón Renedo, V., 2010. *Evolución del uso de la energía en la producción de cultivos*. Universidad Politécnica de Madrid.

4.2.4 ENERGÍA

4.2.4.1 OBJETIVOS

El objeto de esta parte del proyecto es la cuantificación del gasto de energía y su evolución en el tiempo, para el periodo de 1980-2008, con el fin de calcular posteriormente los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios:

- **D1** (kg de producto/MJ), es decir, los kilogramos obtenidos de cada cultivo para cada año determinado en base a la energía empleada en su producción.
- **D2** (€ de producto/MJ), es decir, los euros que percibidos por el agricultor, por kilogramo de producto, para cada año determinado en base a la energía empleada.

Para el cálculo del consumo de energía en esta primera fase del proyecto, se ha tenido únicamente en cuenta el gasto de combustible de la maquinaria agrícola a pie de parcela.

Por lo tanto, el indicador D1, serán los kilogramos obtenidos de cada cultivo en base a la energía gastada en combustible para sus operaciones agrícolas, desde el laboreo hasta la recolección. En consecuencia, el indicador D2, serán los euros que percibe el agricultor, por kilogramo de producto, en base a la energía gastada para realizar las operaciones agrícolas.

Seguidamente se presentan los valores de dichos indicadores de forma inversa: $1/D1$ y $1/D2$.

Los Indicadores se calcularán a nivel nacional para todos los cultivos objeto de estudio.

A lo largo del documento se analizan los estudios anteriores que existen, relacionados con el gasto de combustible en la agricultura, las variables necesarias para su cálculo, así como las alternativas para realizarlo. Una vez asimilados todos los conceptos se procede a la elección de la metodología más adecuada y se realizan los cálculos necesarios hasta alcanzar los resultados de los Indicadores de Sostenibilidad D1 y D2 respectivamente.

Por último se adjuntan los Anejos donde se pueden consultar detalladamente los documentos y estudios utilizados, así como los cálculos realizados durante el desarrollo del presente Proyecto.

4.2.4.2 METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de este Apartado se estudian en primer lugar las fuentes bibliográficas disponibles, a continuación las variables necesarias para el cálculo de consumo de combustible y finalmente se selecciona la metodología más adecuada. Por último se ha realizado una comparativa del gasto energético de algunos cultivos en función de su itinerario técnico.

4.2.4.2.1 ANTECEDENTES

A continuación se introducen los documentos empleados en el Proyecto que pertenecen a diferentes Instituciones o profesionales del sector. Éstos son estudios previos que nos han servido como base fundamental en el desarrollo de la valoración de los Indicadores de Sostenibilidad D1 y D2.

4.2.4.2.1.1 “Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España”. Bota, J.A; Pastrana, P; Cepeda, M; Pérez, M y Márquez, L.

Publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (hoy en día Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), en el año 2004, tenía como objetivo estimar los consumos de combustible por unidad de superficie, de las máquinas agrícolas más significativas.

Con el objeto de establecer unos valores medios de estos consumos, se estableció una metodología en la que se consideraban factores tan importantes como son el tipo de tractor, el tamaño de las parcelas y las características de los suelos.

El estudio se completa con un programa informático, “*Consumos de Gasóleo Agrícola*”, en donde se muestran los consumos totales por cultivos, si previamente el usuario selecciona todas las labores a realizar en ese mismo cultivo y el tipo de suelo en el que realiza dicha labor. La publicación completa se incluye en el Anejo 2.4.4 (“*Consumos superficiales de combustible por aperos*”).

4.2.4.2.1.2 “Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias”. Cepeda, M.:

Este estudio surgió como consecuencia de la publicación anterior, con el objeto de estimar los consumos de combustibles por unidad de superficie según los cultivos, tomando como referencia los datos del año 2005.

Para realizar las estimaciones, se propuso para cada cultivo un itinerario técnico, es decir, las operaciones agrícolas realizadas desde el laboreo hasta la recolección. Además en ciertos casos se diferenciaron los itinerarios realizados, en función de si se trataba de tierras de secano o regadío, e incluso cuando era necesario, según su técnica de cultivo (Ejemplo: labranza clásica, simplificada o siembra directa)

El estudio de *Métodos de estimación del consumo combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias*, posee gran similitud con el presente Proyecto y por ello estará muy presente durante todo el desarrollo del mismo. En el Anejo 2.4.4 (“*Consumos superficiales de combustible por aperos*”), se muestra el estudio completo referenciado.

4.2.4.2.1.3 *Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural y Pesquero:*

La Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural y Pesquero fue creada, por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación como herramienta de información y ayuda a los agricultores españoles. Incluye una Hoja de Cálculo (“*Cálculo de costes y utilización de aperos y máquinas agrícolas*”, la cual se puede consultar en el Anejo 2.4.4: “*Consumos superficiales de combustible por aperos*”, así como en la Web www.mapa.es/app/mecanizacion/costesAperos), donde se encuentran los valores más usuales de anchura de trabajo, velocidad de los aperos, consumos superficiales y tiempos de operación.

4.2.4.2.1.4 “*Ahorro y eficiencia energética en agricultura: ahorro del combustible en el tractor agrícola*”. Publicación del IDAE.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), adscrito al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, elabora publicaciones de divulgación científico-teórica, como la utilizada en este Proyecto: *Ahorro y eficiencia energética en agricultura: ahorro del combustible en el tractor agrícola*. Esta publicación, recoge información muy interesante relativa al consumo de combustible superficial en las distintas tareas agrícolas y tiempos de operación de las mismas (Ver Anejo 2.4.4, “*Consumos superficiales de combustible por aperos*”).

4.2.4.2.1.5 *“Estudio sobre consumos energéticos por cultivos y provincias en España”. Estudio del MARM:*

Este estudio fue elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en el año 2004, a través de la Subdirección General de Medios de Producción, perteneciente a la Dirección General Agrícola. En él se determinan los consumos de combustible por cultivos, teniendo en cuenta las operaciones agrícolas básicas que se realizan para cada uno de ellos por comarcas y provincias. Para la realización del mismo, se designó a un coordinador por cada Comunidad Autónoma, encargado de realizar diversas encuestas a los agricultores y así obtener de primera mano los valores reales de consumo de combustible según las distintas operaciones agrícolas, en los distintos cultivos (Ver Anejo 2.4.4, *“Consumos superficiales de combustible por aperos”*).

4.2.4.2.1.6 Boletines OCDE, recopilados de la Estación de Mecánica Agrícola (EMA):

Para la realización de este Proyecto, se han recopilado datos de 440 ensayos de tractores agrícolas desde el año 1980 hasta la actualidad, a través de los boletines OCDE de la Estación de Mecánica Agrícola. Los ensayos de dichos tractores, se encuentran comprendidos entre 80 y 130 caballos de potencia y pertenecen a las principales marcas vendidas en nuestro país: John Deere, New Holland, Case IH, Same Deutz, Kubota, Ebro, Massey Ferguson, Fendt, Valtra y Renault.

Los valores de potencia seleccionados no son aleatorios, sino que se trata de los rangos típicos utilizados en nuestro país para la realización de las labores de los cultivos requeridos.

De esta manera y tratándose de un muestreo más que suficiente, ya sí que se pueden establecer los valores medios de potencias, consumos horarios y consumos específicos de cada año que serán utilizados para el cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios solicitados.

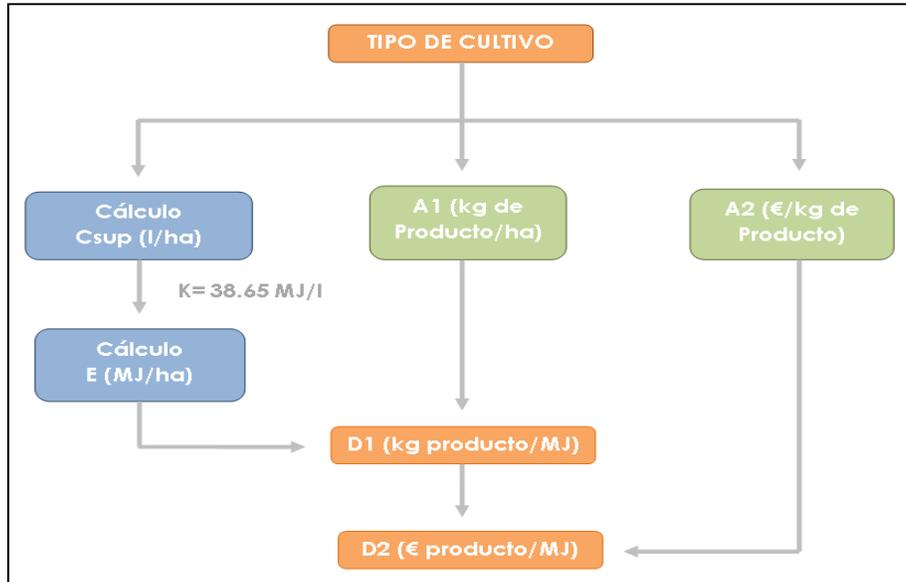
En el Documento Excel recogido en el Anejo 2.4.2 (*“Consumos horarios”*), se muestran los datos completos de todos los ensayos considerados, en los que se incluyen los valores medios de potencias máximas de cada uno de los tractores y los valores medios de sus potencias nominales, desde el año 1980 hasta el año 2009 (últimos datos disponibles).

4.2.4.2.2 VARIABLES

Se pretende desarrollar y comprender en este apartado las variables necesarias que permitan estimar de una forma eficaz, los Indicadores solicitados.

La Figura 2 presenta esquemáticamente la sistemática de las relaciones entre las distintas variables.

Figura 2. Cálculo esquemático para obtener los Indicadores D1 y D2.



Fuente: Elaboración propia.

Por un lado se encuentran los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios de Usos de la Tierra A1 y A2, específicos de cada cultivo y cuyos resultados se han calculado en capítulos anteriores (ver Capítulo 4.2.1).

Al mismo tiempo se deberán calcular los consumos superficiales de gasóleo agrícola para cada uno de los cultivos y transformarlos en cantidad de energía por unidad de superficie. Esa conversión de unidades se ha realizado a través de una constante, denominada con la letra K, que representa la cantidad de energía que contiene un litro de gasoil (MJ/L). Ésta se calcula a partir del poder calorífico inferior del combustible (PCI = 46.000 kJ/kg) y la densidad del gasoil ($\delta = 0.84$ kg/L).

El consumo de gasóleo de una operación agrícola puede obtenerse, bien por medición directa o indirecta a partir de las variables de que depende. En el proceso indirecto se calcula a través del tiempo que se necesita para realizar una operación agrícola en concreto y el consumo horario que presenta el motor del tractor o de la máquina autopropulsada durante dicho trabajo:

$$C_{\text{sup APERO}} \text{ (L/ha)} = T_{\text{op}} \text{ (h/ha)} * C_h \text{ (L/h)} \quad [20]$$

Donde:

$$T_{op} \text{ (h/ha)} = 0.1 * a \text{ (m)} * v \text{ (km/h)} \quad [21]$$

$$C_h \text{ (L/h)} = N \text{ (kW)} * C_e \text{ (g/kWh)} * 1/840 \text{ (L/g)} \quad [22]$$

Siendo:

C_{sup} : Consumo superficial.

T_{op} : Tiempo de operación de una operación agrícola.

C_h : Consumo horario.

a : Anchura útil de trabajo.

V : Velocidad de trabajo.

N : Potencia de un tractor agrícola.

C_e : Consumo específico.

Para definir estas variables se ha considerado que los tiempos de operación son constantes a lo largo del tiempo. Sin embargo el consumo horario será variable a largo de los años, ya que depende de la potencia y del consumo específico del tractor, y por último del valor fijo de la densidad del gasoil.

Además hay tener en cuenta, que cada cultivo demanda una serie de operaciones agrícolas determinadas y que cada una de estas operaciones, requiere un apero diferente con un consumo superficial distinto. Por lo tanto, conociendo los itinerarios técnicos de cada uno de los cultivos y gasto de combustible de éstos, podemos calcular los consumos de combustible finales:

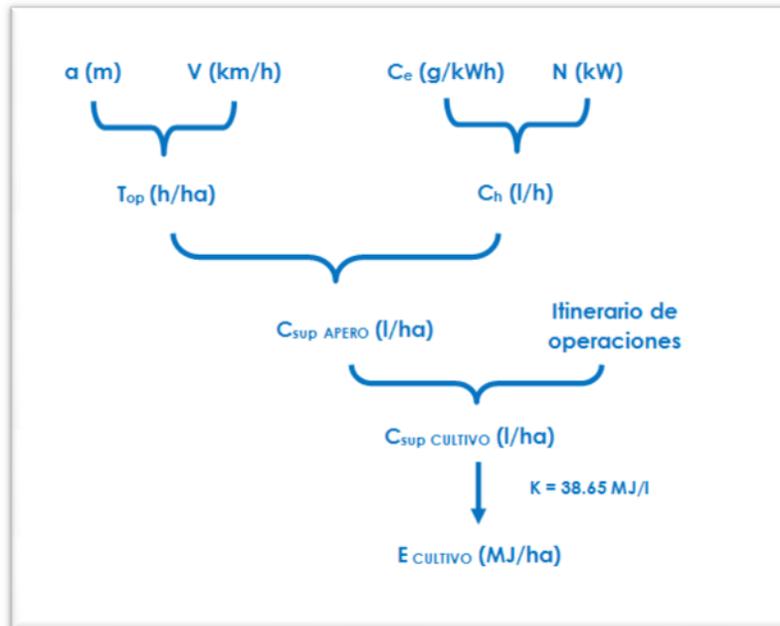
$$C_{sup \text{ CULTIVO}} \text{ (L/ha)} = \sum C_{sup \text{ APEROS}} \text{ (L/ha)} \quad [23]$$

Teniendo en cuenta lo anterior, los consumos superficiales de los cultivos, medidos en unidades de Megajulios por hectárea, resultan ser:

$$E_{\text{CULTIVOS}} \text{ (MJ/ha)} = C_{sup \text{ CULTIVOS}} \text{ (L/ha)} * K \text{ (38.65 MJ/L)} \quad [24]$$

La Figura 3, que estará presente a lo largo de todo el documento, muestra el esquema completo para la obtención de la energía consumida para un cultivo determinado.

Figura 3. Esquema general de los cálculos necesarios para obtener la energía consumida por cultivo.



Fuente: Elaboración propia.

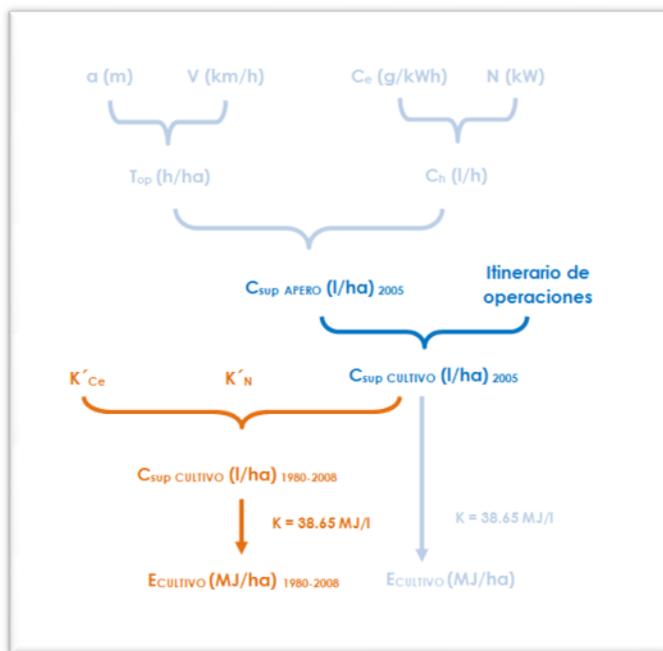
Durante la fase de acopio de la información se observó la gran heterogeneidad de los datos disponibles. Por una parte, existen datos que reflejaban los tiempos de operación y los consumos horarios para todos los años requeridos; y por otra parte, datos de los consumos superficiales de cada apero pero para ciertos años dentro del periodo de estudio. Por lo tanto, para alcanzar el cálculo de los Indicadores se pueden partir de diferentes puntos del esquema.

A continuación se analizan las diferentes Hipótesis de cálculo posibles, para que posteriormente podamos desarrollar la metodología más correcta.

HIPÓTESIS 1:

El punto de partida son los valores medios de las diferentes fuentes sobre consumos superficiales por aperos, tomando como referencia el año 2005. A continuación se calculan los consumos particularizados para cada cultivo, en ese mismo año y así trasladar todos estos datos en el tiempo, para lo cual existen dos caminos posibles. El primero es el que se detalla a continuación, utilizando los coeficientes K'_{ce} y K'_N y el segundo, es el que se muestra en la Hipótesis 2.

Figura 4. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 1.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando las Ecuaciones 20, 21 y 22, se obtiene que el consumo superficial es:

$$C_{sup} \text{ (L/ha)} = T_{op} \text{ (h/ha)} * N \text{ (kW)} * C_e \text{ (g/kWh)} * 1/840 \text{ (L/g)} \quad [25]$$

Considerados constantes los tiempos de operación y la densidad del gasoil, se llega a:

$$C_{sup \ 2005} \text{ (L/ha)} = [T_{op}/840 \text{ (h/ha)/(g/L)}]_{cte.} * N_{2005} \text{ (kW)} * C_{e \ 2005} \text{ (g/kWh)} \quad [26]$$

$$C_{sup \ n} \text{ (L/ha)} = [T_{op}/840 \text{ (h/ha)/(g/L)}]_{cte.} * N_n \text{ (kW)} * C_{e \ n} \text{ (g/kWh)} \quad [27]$$

$$C_{sup \ n} / C_{sup \ 2005} = [N_n / N_{2005}] * [C_{e \ n} / C_{e \ 2005}] \quad [28]$$

Siendo n cualquiera de los años que comprenden el periodo estudiado, se puede concluir que el consumo superficial por cultivo es:

$$C_{sup \ n} \text{ (L/ha)} = C_{sup \ 2005} \text{ (L/ha)} * K'_N * K'_{Ce} \quad [29]$$

Siendo:

$$K'_N = N_n \text{ (kW)} / N_{2005} \text{ (kW)} \quad [30]$$

$$K'_{Ce} = C_{e \ n} \text{ (g/kWh)} / C_{e \ 2005} \text{ (g/kWh)} \quad [31]$$

La Figura 4 presenta los valores de energía empleados en cada cultivo para el periodo completo del estudio.

HIPÓTESIS 2:

Se parte igualmente de los valores de consumos superficiales de los aperos para el año 2005 (año de referencia), y se calculan los consumos por cultivos para ese mismo año con los itinerarios propuestos.

La diferencia de esta hipótesis con respecto a la anterior, reside en el coeficiente para realizar la extrapolación al resto de los años. En este caso, se trata de utilizar el método anterior de una forma más simplificada, desarrollando de nuevo las fórmulas conocidas de la siguiente forma:

$$C_{\text{sup } 2005} \text{ (L/ha)} = T_{\text{op cte.}} \text{ (h/ha)} * C_{\text{h } 2005} \text{ (L/h)} \quad [32]$$

$$C_{\text{sup } n} \text{ (L/ha)} = T_{\text{op cte.}} \text{ (h/ha)} * C_{\text{h } n} \text{ (L/h)} \quad [33]$$

$$C_{\text{sup } n} / C_{\text{sup } 2005} = C_{\text{h } n} / C_{\text{h } 2005} \quad [34]$$

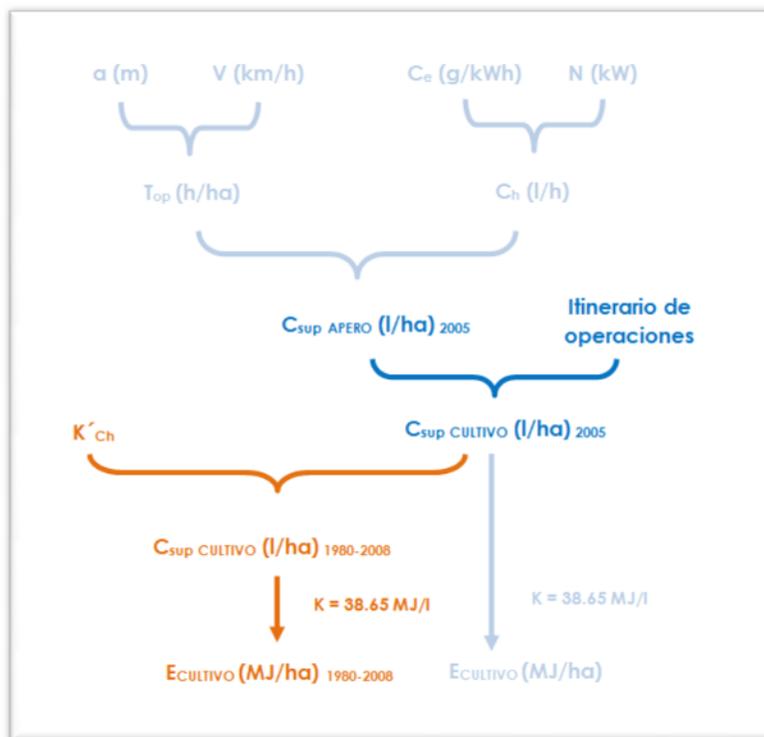
Siendo n cualquiera de los años que comprenden el periodo estudiado, se obtiene el consumo superficial por cultivo:

$$C_{\text{sup } n} \text{ (L/ha)} = C_{\text{sup } 2005} \text{ (L/ha)} * K'_{\text{Ch}} \quad [35]$$

Siendo:

$$K'_{\text{Ch}} = C_{\text{h } n} \text{ (L/h)} / C_{\text{h } 2005} \text{ (L/h)} \quad [36]$$

Figura 5. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 2.



Fuente: Elaboración propia.

Por último y desarrollando los mismos cálculos que en el caso anterior, se obtienen los valores de energía empleados en cada cultivo para el periodo completo de estudio.

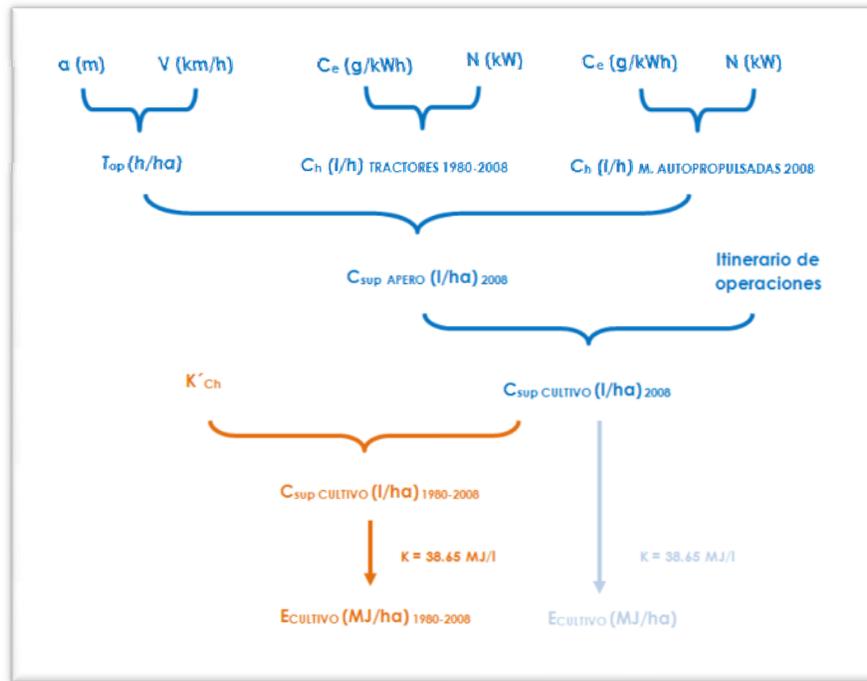
HIPÓTESIS 3:

Los datos de partida para el cálculo de esta última Hipótesis son: los valores del tiempo por operación (h/ha) o bien de la anchura útil de trabajo y la velocidad de los aperos.

Si se dispone de los tiempos de operación, solo sería necesario multiplicar dichos tiempos, por el consumo horario de las maquinas automotrices y así se obtienen los consumos superficiales. Los consumos horarios medios de los tractores para todo el periodo en estudio son conocidos pero no ocurre lo mismo para el caso de las máquinas autopropulsadas, en los que únicamente existen datos del Ministerio de Agricultura para el año 2008. El procedimiento operativo es similar al correspondiente a la Hipótesis 2 pero tomando como referencia el año 2008.

El esquema de trabajo, Figura 6, para la tercera Hipótesis quedaría de la siguiente manera.

Figura 6. Esquema de los cálculos para obtener la energía empleada (MJ/ha) por cultivo para la Hipótesis 3.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.2.3 METODOLOGÍA EMPLEADA.

Teniendo en cuenta las variables consideradas y los datos que se disponen, se estima que lo más adecuado para los objetivos del proyecto es la Hipótesis 2.

Existen grandes similitudes entre las Hipótesis 1 y 2, ya que al fin y al cabo, el consumo horario depende directamente del consumo específico y de la potencia, y por tanto sus constantes de extrapolación serán proporcionales.

Desde un punto de vista teórico el consumo superficial depende del tiempo de operación y del consumo horario. Sin embargo en la práctica, este valor es muy fluctuante debido a:

- Tipo de suelo: la textura del suelo, ya sea franca, arcillosa o arenosa hará variar los consumos superficiales.
- Tipo de parcela: hace referencia a las pérdidas de tiempo por maniobras, a las vueltas de cabecera y a la pendiente de la misma. La forma de conducción del tractorista influirá de forma determinante en este factor.

- Profundidad de labor: la profundidad de laboreo, repercute considerablemente en el consumo final.
- El mantenimiento tanto del apero, como del tractor o máquina automotriz. Por ejemplo, en los tractores la elección del tamaño de los neumáticos, o su presión de inflado influirá en el deslizamiento de este y puede provocar importantes variaciones.

A continuación se muestran con un mayor detalle los pasos necesarios para el cálculo de la Energía empleada en el gasto de combustible y las fuentes de información empleadas.

4.2.4.2.3.1 Variables utilizadas:

Los datos necesarios para desarrollar esta metodología son los consumos superficiales que se producen por apero, los itinerarios técnicos de las operaciones requeridas y por último el coeficiente adimensional, K'_{ch} , para trasladar los datos a los diferentes años de estudio.

4.2.4.2.3.1.1 Consumo superficial de los aperos en el año 2005:

Para el desarrollo de esta metodología se parte de los datos de consumos superficiales por aperos. De las diversas fuentes de información se seleccionaron las siguientes⁶:

- Estudio del MARM sobre Mecanización Agraria: *“Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España”*. Año 2004.
- Publicación del MARM: *“Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias”*. Año 2005.
- Publicación del IDAE: *“Ahorro y eficiencia energética en agricultura: ahorro del combustible en el tractor agrícola”*. Año 2006.
- Plataforma del Conocimiento del MARM: *“Cálculo de costes y utilización de aperos y máquinas agrícolas”*, Año 2008.

Como se puede observar no se tratan de datos tomados dentro de un mismo año, por eso se ha considerado realizar una media de los consumos de cada apero con los datos de todas las fuentes y tomar como referencia el año 2005. Los motivos por los que se toma esta decisión se explican a continuación.

El gasto de consumo superficial de combustible de un apero, depende del tiempo de operación (valor considerado como fijo en este proyecto) y del consumo horario:

⁶ Para acceder a los documentos completos de cada una de estas fuentes se debe consultar el Anejo 2.4.4 (*“Consumos superficiales de combustible por aperos”*).

$$C_{\text{sup}} (\text{L/ha}) = T_{\text{op}} (\text{h/ha}) * C_{\text{h}} (\text{L/h}) \quad [37]$$

En la Tabla 2 se recogen los valores medios del consumo horario de los tractores para ese mismo periodo (2004-2008). Además si realizamos una media de los valores, se observa que el valor que más se acerca a esa media es el del año 2005 y es por ello por lo que se tomará este año como referencia.

Tabla 2. Consumo horario medio a potencia nominal de los tractores ensayados en el periodo 2004-2008.

Año	Consumo Horario (L/h)
2004	21,77
2005	22,96
2006	22,15
2007	21,95
2008	26,48
Media	23,06

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la EMA (vv.aa).

Los valores de los consumos medios superficiales de los aperos, referenciados al año 2005, se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3. Consumos superficiales medios por aperos.

OPERACIÓN AGRÍCOLA	CONSUMO SUPERFICIAL (L/ha)
LABOREO PRIMARIO	
Subsolador	25,33
Arado de Vertedera	22,76
Chísel	12,15
Arado de Discos	21,00
Arado de cohecho	17,00
Rotocultivador	17,93
LABOREO SECUNDARIO	
Grada de Discos	8,47
Grada Alternativa	10,00

Grada Rotativa	19,50
Grada Accionada	7,57
Grada de púas	5,00
Vibrocultivador	3,44
FERTILIZACIÓN	
Abonadora Centrífuga	1,13
Abonadora Localizadora	5,00
Abonadora Arrastrada	1,24
Abonadora Suspendida	1,09
Binadora-Abonadora	4,00
Cisterna de Purín	9,33
Remolque distribuidor de Estiércol	10,80
LABOREO COMPLEMENTARIO	
Cultivador	6,02
Rulo	3,36
SIEMBRA	
Sembradora Convencional	5,50
Sembradora Monograno	4,24
Sembradora a Chorrillo	4,11
Sembradora Hortícolas	2,72
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	
Pulverizador	0,93
Pulverizador Suspendido	1,29
Pulverizador Arrastrado	1,44
Atomizador	3,00
Atomizador Suspendido	6,40
Atomizador Arrastrado	14,84
RECOLECCIÓN	
Cosechadora de Cereal	12,00
Cosechadora de Maíz	16,00
Deshojadora de Remolacha	11,00

Arrancadora de Remolacha	8,00
Cargadora de Remolacha	9,50
Cosechadora picadora de heno	22,50
Cosechadora picadora de maíz	31,50
SIEMBRA DIRECTA	
Sembradora SD	8,50
Sembradora a Chorrillo SD	8,56
Sembradora Monograno SD	6,00
LABORES ENTRE SURCOS	
Binadora	4
DESBROCE	
Desbrozadora-Picadora	10,79

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MARM (vv.aa) e IDAE (2006).

4.2.4.2.3.1.2 Itinerarios técnicos de operación:

Para la definición de las operaciones agrícolas que se realizan en cada uno de los cultivos, se toma como referencia el modelo propuesto por el estudio publicado por el MARM *Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias*⁷.

4.2.4.2.3.1.3 Consumos horarios y el coeficiente K'_{ch} :

A través de los datos recopilados de los boletines de ensayos OCDE de la Estación Mecánica Agrícola⁸, se realizó una media de los consumos horarios medios por año de los tractores en base a su potencia nominal. Éstos nos servirán para el cálculo del coeficiente K'_{ch} :

$$K'_{ch} = C_{h n} (L/h) / C_{h 2005} (L/h) \quad [38]$$

Siendo:

$C_{h n}$: Consumo horario medio de los tractores ensayados para un año determinado.

$C_{h 2005}$: Consumo horario medio de los tractores ensayados para el año de referencia.

⁷ Los itinerarios técnicos concretos de cada cultivo, están recogidos en Anejo 2.4.3. (*"Itinerario de las operaciones agrícolas"*) y para analizar el estudio en su totalidad examinar el Anejo 2.4.4 (*"Consumos superficiales de combustible por apero"*).

⁸ Para ver todos los Boletines consultar el Anejo 2.4.2 (*"Consumos horarios"*).

Por consiguiente, los coeficientes adimensionales por año necesarios para la extrapolación de los datos de consumos superficiales, quedan de la siguiente forma:

Tabla 4. Consumos horarios medios a potencia nominal de los tractores ensayados en el periodo 1980-2008 y su coeficiente K' Ch correspondiente.

Año	Consumo Horario (L/h)	K' Ch
1980	17,02	0,74
1981	21,70	0,95
1982	18,80	0,82
1983	18,08	0,79
1984	22,09	0,96
1985	19,90	0,87
1986	20,71	0,90
1987	21,53	0,94
1988	25,49	1,11
1989	21,25	0,93
1990	19,14	0,83
1991	19,80	0,86
1992	23,16	1,01
1993	22,77	0,99
1994	17,94	0,78
1995	21,29	0,93
1996	21,42	0,93
1997	20,66	0,90
1998	23,05	1,00
1999	21,52	0,94
2000	20,28	0,88
2001	19,26	0,84
2002	22,22	0,97
2003	20,87	0,91
2004	21,77	0,95
2005	22,96	1
2006	22,15	0,96
2007	21,95	0,96
2008	26,48	1,15

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EMA (vv.aa).

4.2.4.2.3.2 Cálculos realizados:

A continuación se muestra paso a paso los cálculos realizados para llegar al gasto de Energía empleada por unidad de superficie (paso previo del cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad D1 y D2).

4.2.4.2.3.2.1 Consumos superficiales por cultivos en el año 2005:

El primer paso, es unir cada uno de los itinerarios de operación propuestos, con el consumo superficial medio por aperos (resultado de la media de los consumos de las diferentes fuentes consultadas). Para ello no se han unido directamente los consumos para cada una de las labores, sino que se ha particularizado en función de la media de los aperos que son más típicos de cada cultivo. Un ejemplo del procedimiento seguido, puede ser el que se especifica a continuación:

Tabla 5. Consumo superficial (L/ha) para el cereal de invierno en seco de siembra directa para el año 2005.

ITINERARIO TÉCNICO	MECA ⁹		OTRAS FUENTES	CONSUMO SUPERFICIAL MEDIO (L/ha)
	OPERACIÓN AGRÍCOLA	Csup (L/ha)	Csup (L/ha)	
Trigo (Secano) de Siembra Directa	Tratamiento Fitosanitario	1	1,22	1,11
	Siembra Directa	8	8,53	8,27
	Fertilización	1	2,49	1,75
	Tratamiento Fitosanitario	1	1,22	1,11
	Recolección	16	22,50	19,25
	TOTAL	27	35,96	31,48

Fuente: Elaboración propia con los datos de MARM (vv.aa) e IDAE (2006).

El detalle paso a paso, de todas las operaciones necesarias para la obtención de estos datos, está recogido en la Hoja Excel adjunta en el Anejo 2.4.5, (“Cálculos y resultados”), denominada “Cálculo de la Energía empleada en el combustible para el periodo 1980-2008”. Como resumen se ha elaborado la Tabla 6, en la que aparecen los consumos superficiales por cultivos en el año 2005.

⁹ Abreviatura que hace referencia al estudio de “Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias”.

Tabla 6. Consumo superficial total de los cultivos estudiados en el año 2005.

CULTIVO	CONSUMO SUPERFICIAL MEDIO (L/ha)
Trigo y Cebada (Secano) en Sistema Tradicional	61,53
Trigo y Cebada (Secano) en Mínimo Laboreo	39,85
Trigo y Cebada (Secano) en Siembra Directa	31,48
Maíz (Regadío) en Sistema Tradicional	87,60
Maíz (Regadío) en Siembra Directa	55,33
Remolacha (Secano)	95,99
Remolacha (Regadío)	98,21
Girasol (Secano)	62,39
Girasol (Regadío)	65,00
Tomate (Regadío)	116,84
Melón (Regadío)	103,84
Cítricos Cultivo Clásico (Regadío)	55,75
Viñedo Plantación en Vaso (Secano/Regadío)	41,91
Viñedo en Espaldera (Secano/Regadío)	49,91
Olivar Tradicional (Secano/Regadío)	73,39
Olivar Intensivo (Secano/Regadío)	64,39

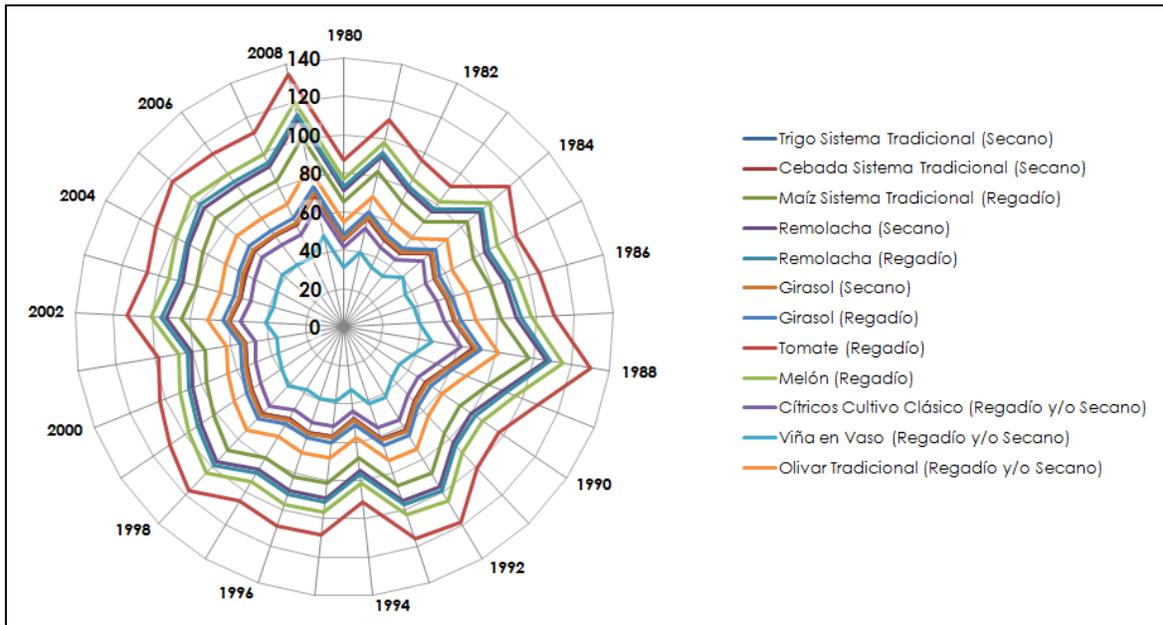
Fuente: Elaboración propia con los datos de MARM (vv.aa) e IDAE (2006).

4.2.4.2.3.2.2 Consumos superficiales por cultivos en el periodo 1980-2008:

El segundo cálculo realizado, consiste en trasladar esos valores del año 2005 para el resto del periodo en estudio, simplemente multiplicando el coeficiente K'_{ch} por los consumos de los cultivos.

Los resultados obtenidos sobre consumos superficiales para el periodo completo en estudio aparecen representados en el Gráfico 186.

Gráfico 186. Consumo superficial de los cultivos estudiados en el periodo 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con los datos de MARM (vv.aa), IDAE (2006) y EMA (vv.aa).

4.2.4.2.3.2.3 Energía empleada en gasto de combustible en el periodo de 1980-2008:

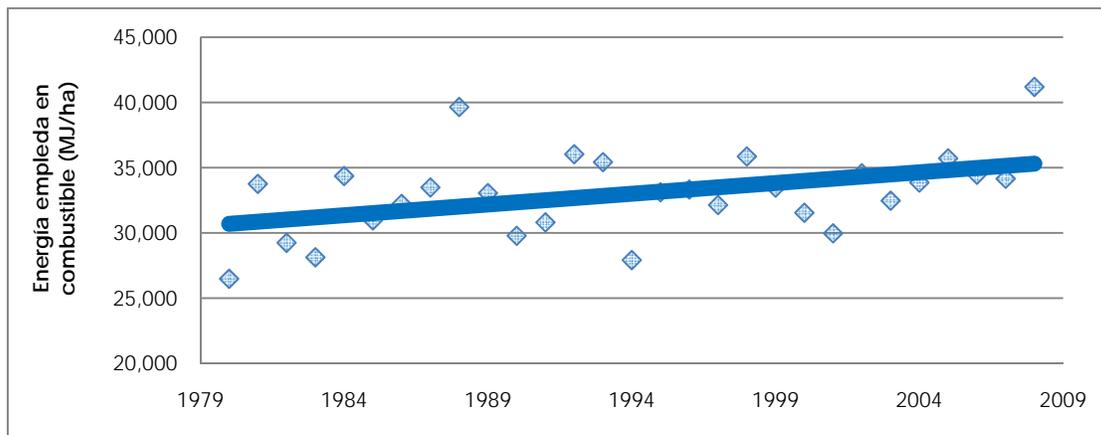
Por último se ha calculado la energía empleada por cultivo para ese mismo periodo, multiplicando de nuevo los datos anteriormente calculados por la constante K^{10} .

El Gráfico 187, es el resultado del sumatorio de la energía empleada por los dieciséis cultivos¹¹ año a año.

¹⁰ La constante, $K = 38.65 \text{ MJ/L}$, es una aproximación de la cantidad de energía que contiene un litro de gasoil.

¹¹ Se consideró que las operaciones de laboreo de todos los cereales, se han realizado bajo la técnica de Sistema Tradicional, que el viñedo se ha mantenido en vaso y que el olivar se siembra bajo el sistema tradicional.

Gráfico 187. Energía total empleada en gasto de combustible (MJ/ha) para los cultivos estudiados en el periodo 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con los datos de MARM (vv.aa), IDAE (2006) y EMA (vv.aa).

4.2.4.2.4 INFLUENCIA EN LOS ITINERARIOS DE CULTIVOS.

Se ha considerado para el cálculo final de los Indicadores, que las operaciones de laboreo de todos los cereales, se han realizado bajo la técnica de Sistema Tradicional, que el viñedo se ha mantenido en vaso y que el olivar se siembra bajo el sistema tradicional. Sin embargo, a modo de ejemplo, se han calculado los consumos energéticos de las distintas técnicas de cultivo para poder realizar interesantes comparaciones.

En el caso de los cereales de invierno, se han considerado las tres técnicas posibles: sistema tradicional, mínimo laboreo y siembra directa, cuyas diferencias en el itinerario se muestran en la Tabla 7.

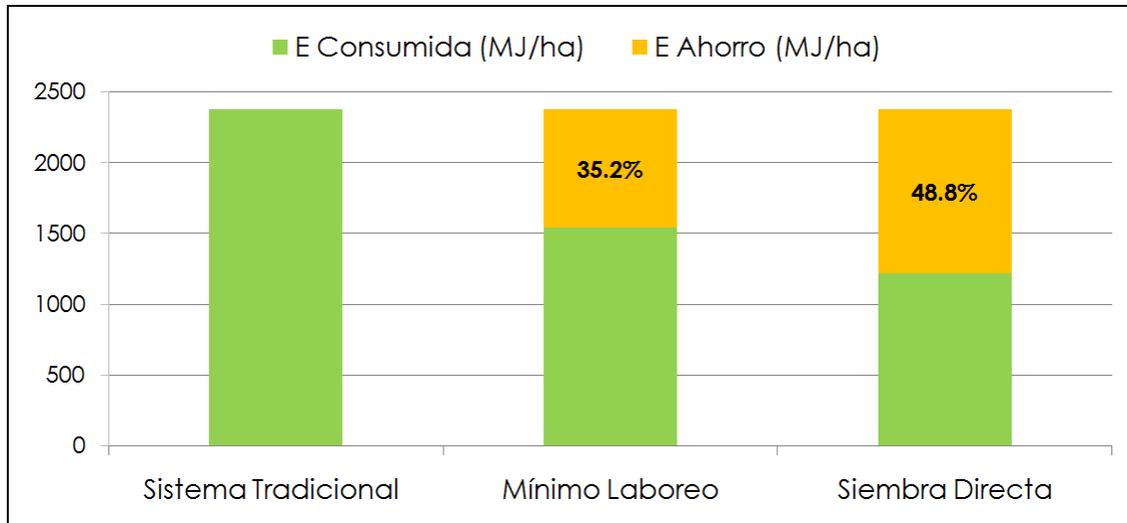
Tabla 7. Itinerario técnico de las operaciones requeridas para el cereal de invierno en seco.

Sistema tradicional	Mínimo Laboreo	Siembra directa
Laboreo primario	Laboreo Primario-Secundario	Tratamiento Fitosanitario
Laboreo secundario		
Fertilización		
Laboreo Complementario		
Siembra	Siembra	Siembra Directa
Fertilización	Fertilización	Fertilización
Tratamiento Fitosanitario	Tratamiento Fitosanitario	Tratamiento Fitosanitario
Recolección	Recolección	Recolección

Fuente: "Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias" (2005).

Con los recientes cambios que se están comenzando a implantar en la agricultura respecto al itinerario técnico, se pueden llegar a conseguir importantes ahorros de combustible. En el Gráfico 188, se muestra una comparativa de los resultados obtenidos, en base a los tres itinerarios técnicos posibles (datos del año 2005). Se puede observar un ahorro de combustible de casi el 50 %, en siembra directa y un ahorro del 35 % del sistema de mínimo laboreo, respecto al sistema tradicional de laboreo.

Gráfico 188. Consumos energéticos por superficie en el cereal de invierno para el año 2005.



Fuente: Elaboración propia con los datos de MARM (vv.aa), IDAE (2006) y EMA (vv.aa).

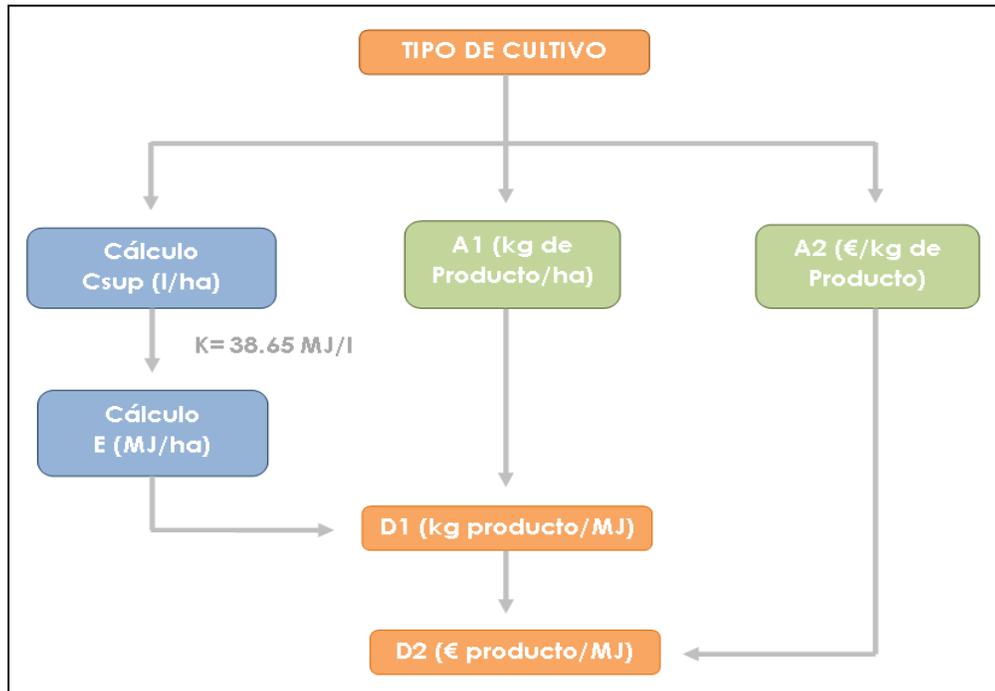
4.2.4.3 RESULTADOS

A partir de los datos anteriores se calcula la energía por unidad de superficie y con los Indicadores de Uso de la Tierra se obtienen los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios D1 y D2:

$$D1 \text{ (Kg producto/MJ)} = A1 \text{ (kg producto/ha)} / E \text{ (MJ/ha)} \quad [39]$$

$$D2 \text{ (€ producto/MJ)} = D1 \text{ (Kg producto/MJ)} * A2 \text{ (€ producto/Kg producto)} \quad [40]$$

Figura 7. Resumen de los cálculos necesarios para obtener los indicadores D1 y D2.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran de forma gráfica los resultados de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios D1, D2 y sus valores inversos por cultivos (para más detalle, consultar el Anejo 2.4.5, "Cálculos y Resultados").

Gráfico 189. Indicadores directos de energía en el trigo.

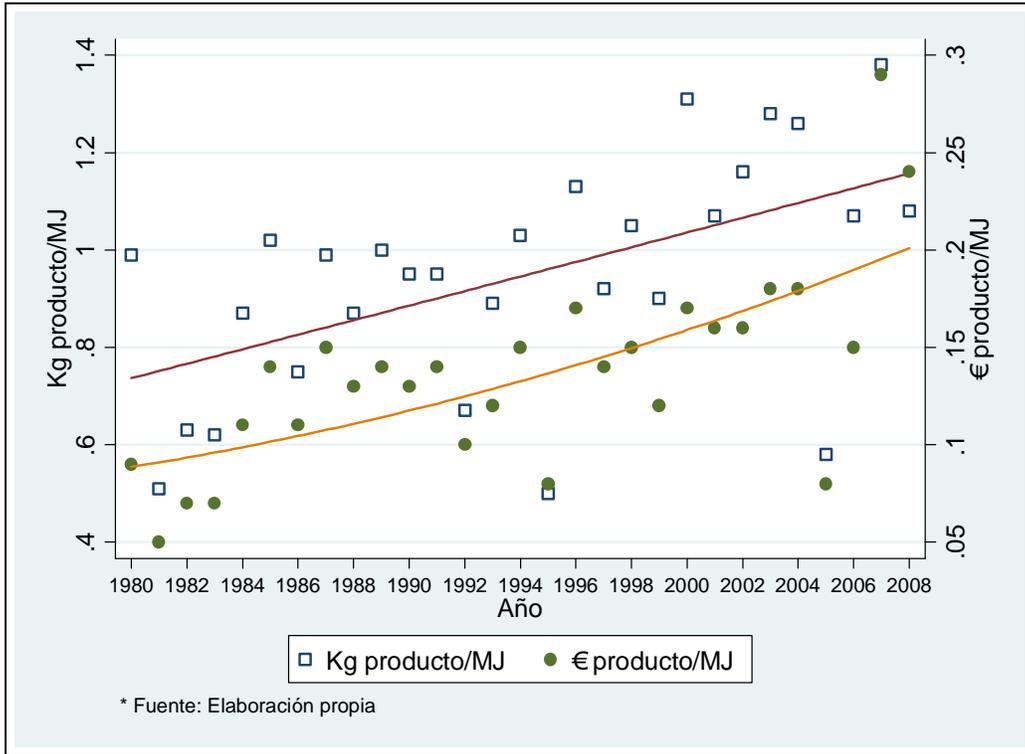


Gráfico 190. Indicadores indirectos de energía en el trigo.

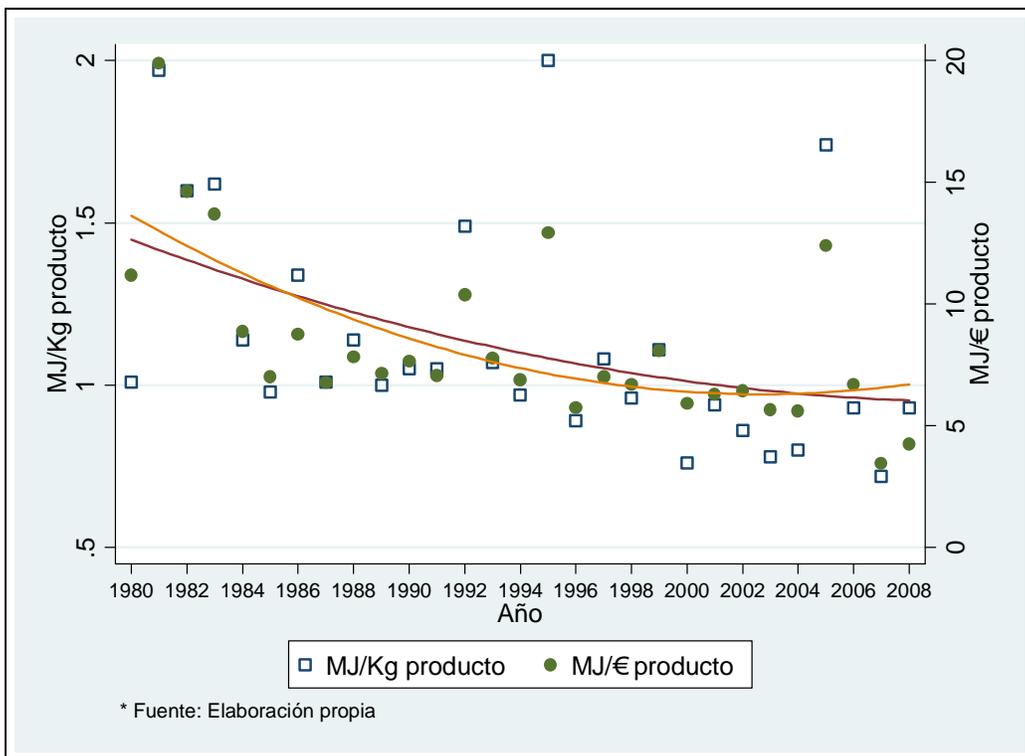


Gráfico 191. Indicadores directos de energía en la cebada.

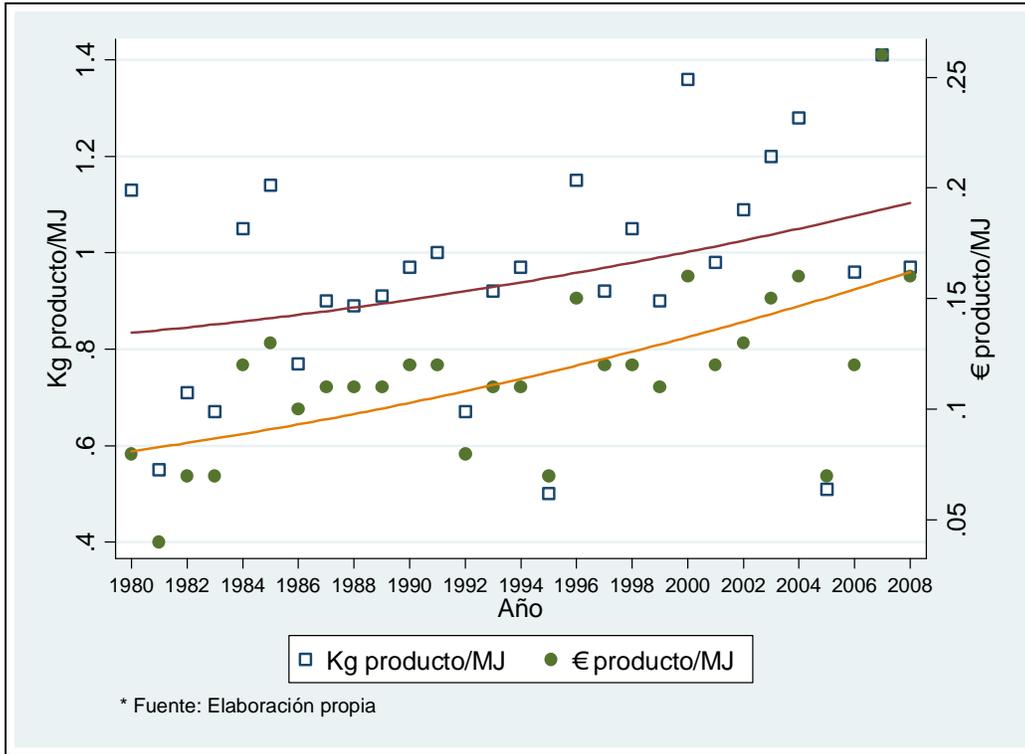


Gráfico 192. Indicadores indirectos de energía en la cebada.

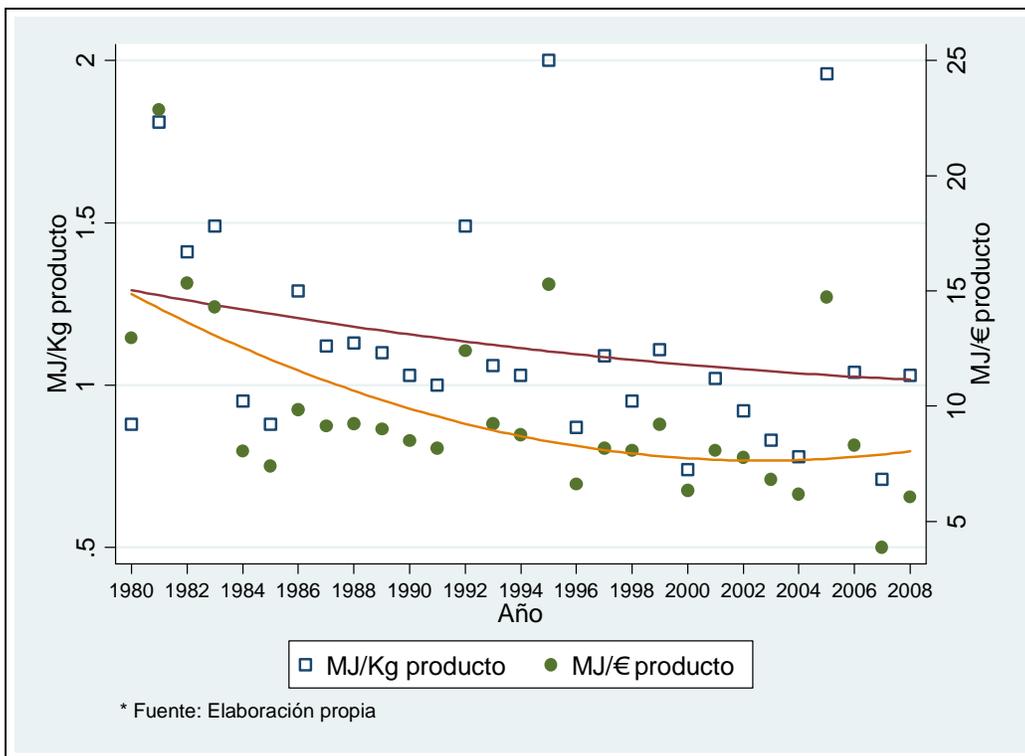


Gráfico 193. Indicadores directos de energía en el maíz.

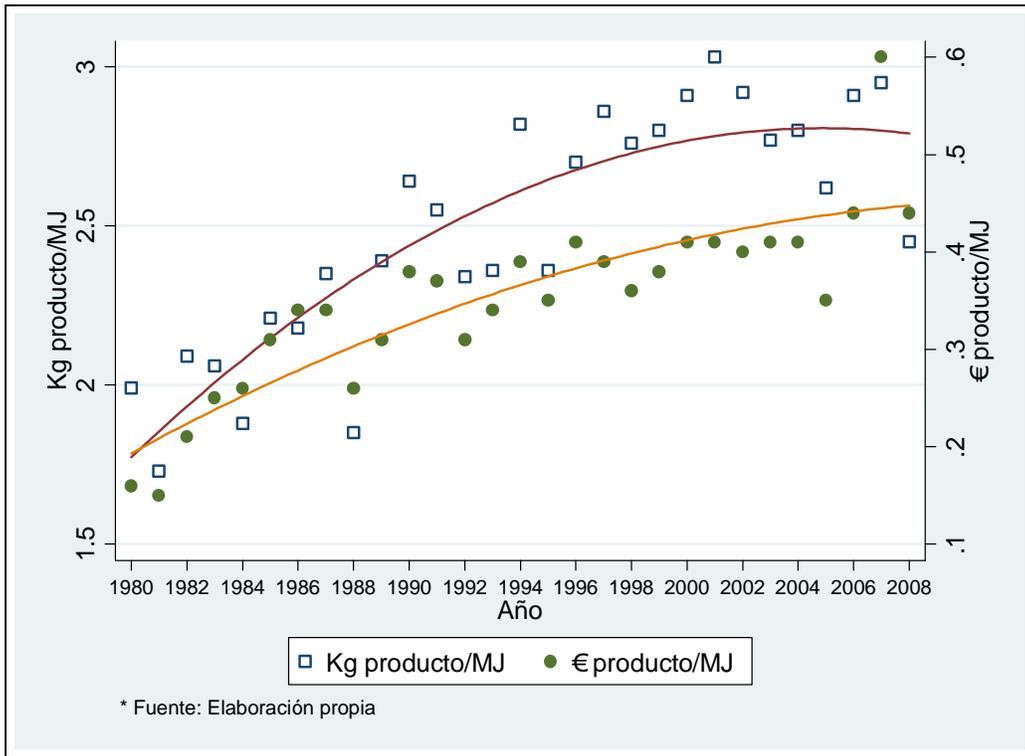


Gráfico 194. Indicadores indirectos de energía en el maíz.

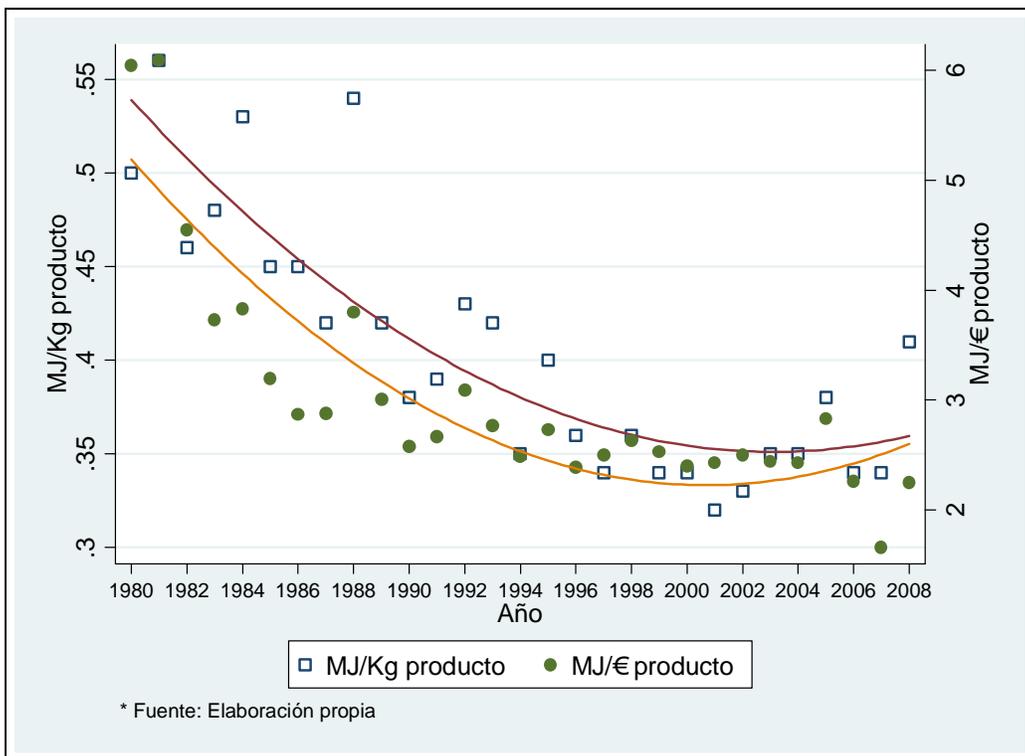


Gráfico 195. Indicadores directos de energía en la remolacha.

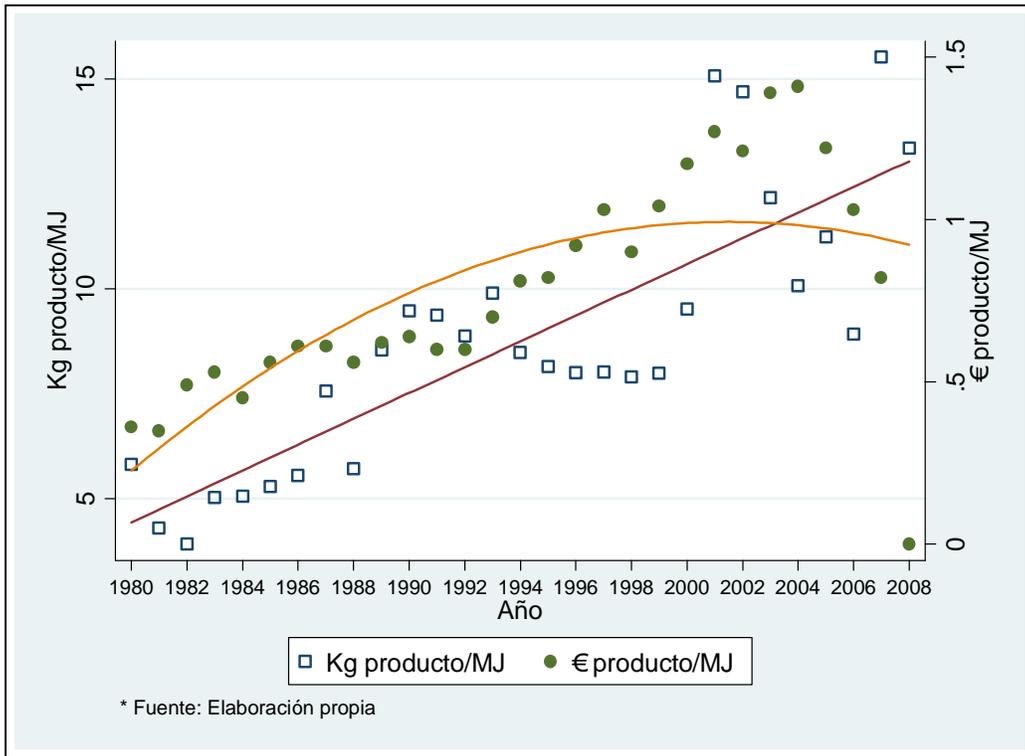


Gráfico 196. Indicadores indirectos de energía en la remolacha.

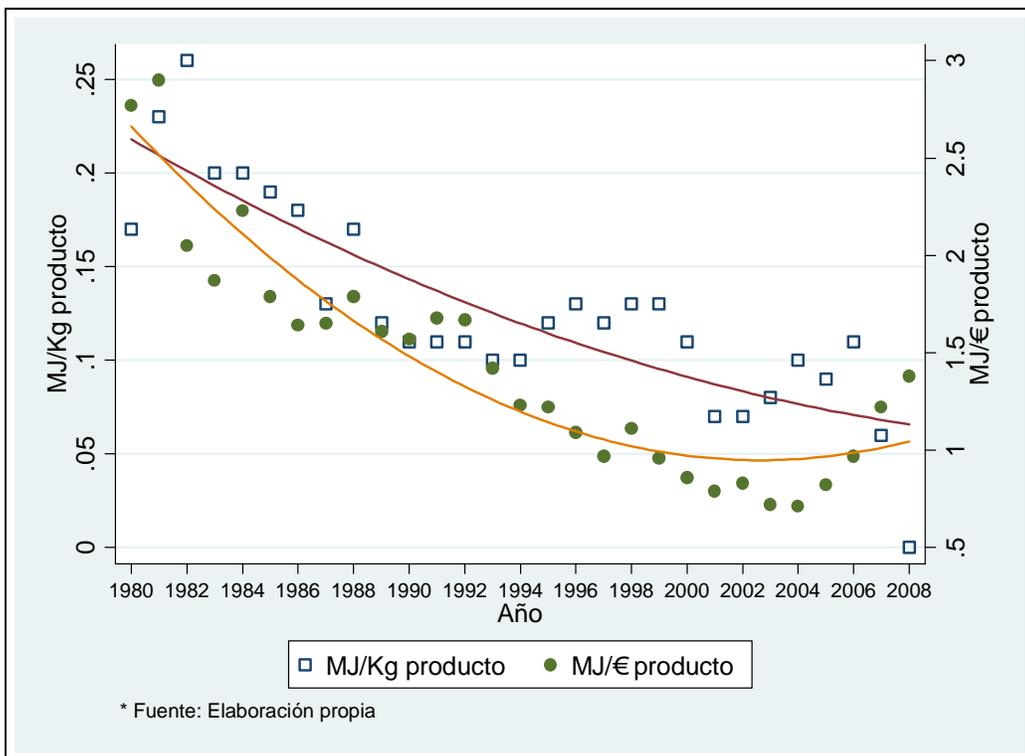


Gráfico 197. Indicadores directos de energía en el girasol.

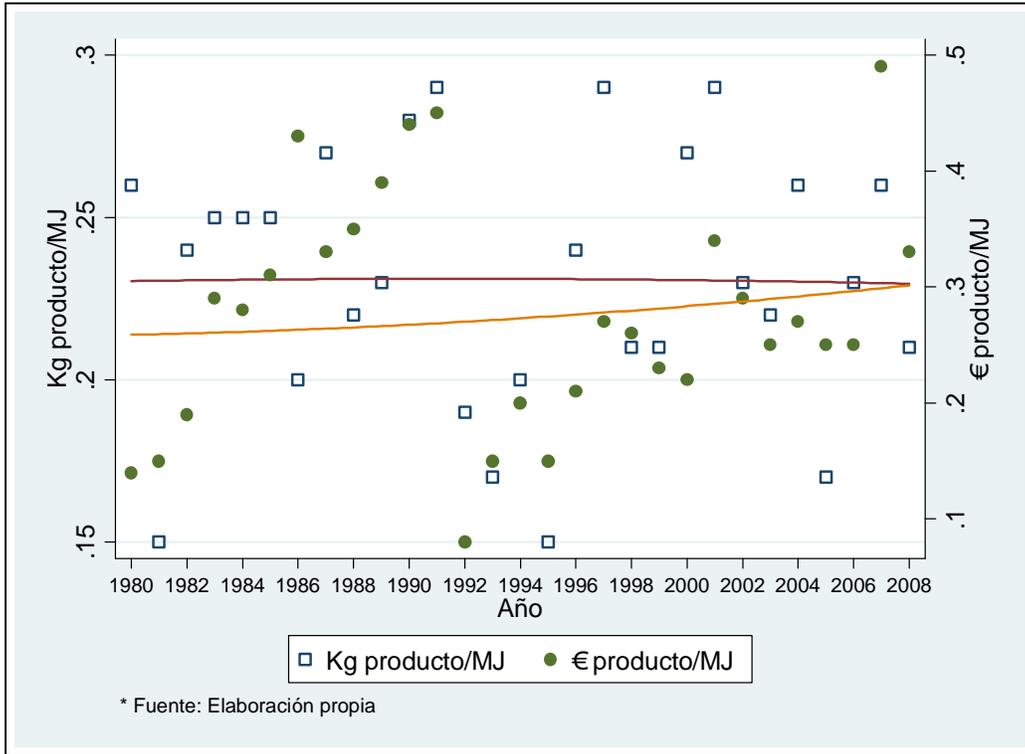


Gráfico 198. Indicadores indirectos de energía en el girasol.

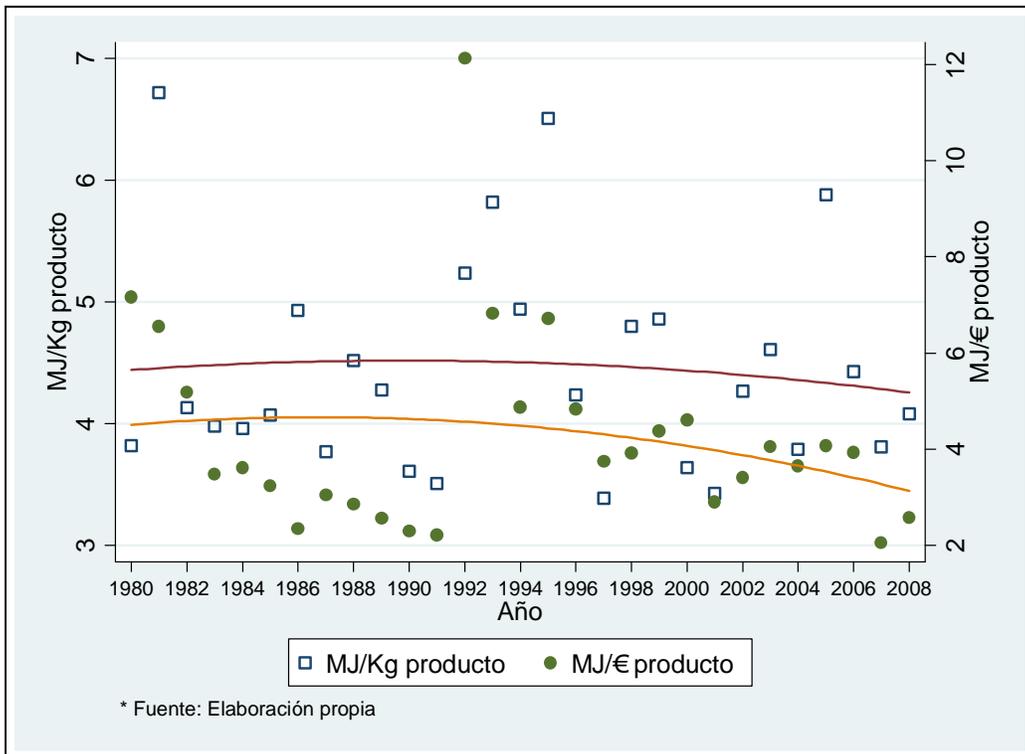


Gráfico 199. Indicadores directos de energía en el olivar de mesa.

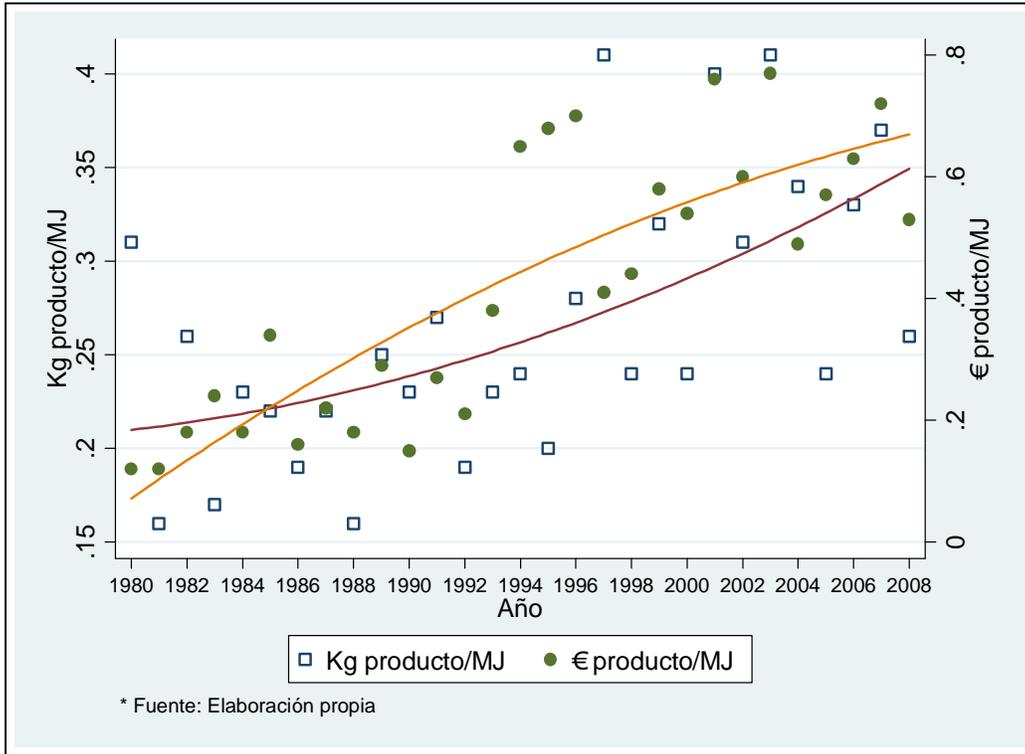


Gráfico 200. Indicadores indirectos de energía en el olivar de mesa.

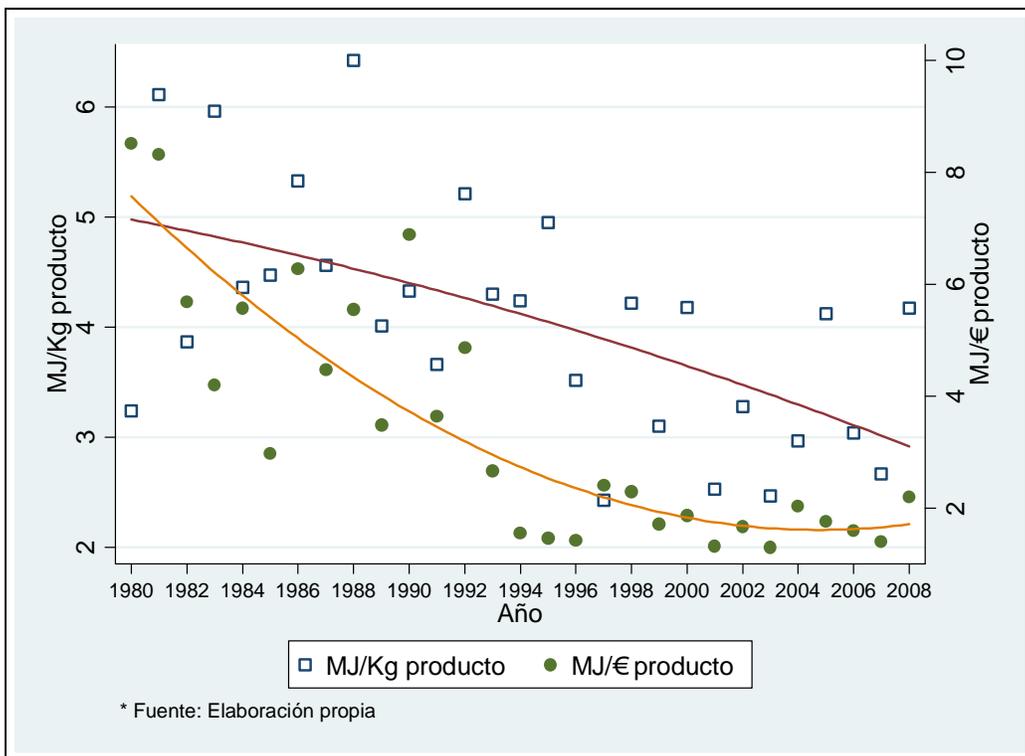


Gráfico 201. Indicadores directos de energía en el olivar de transformación.

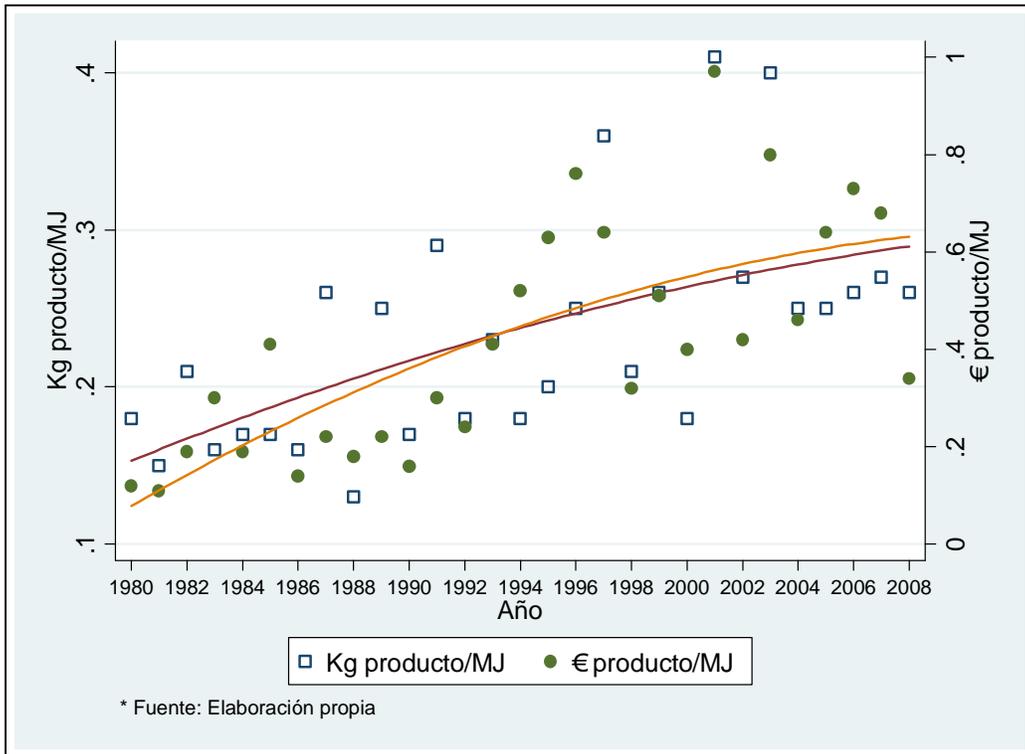


Gráfico 202. Indicadores indirectos de energía en el olivar de transformación.

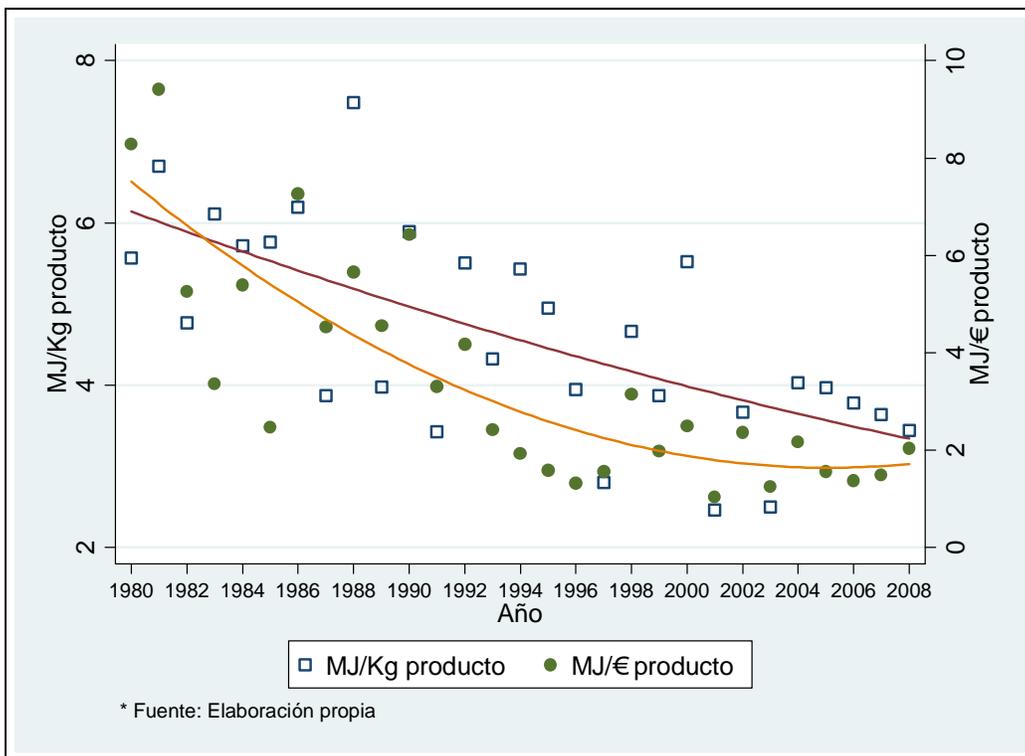


Gráfico 203. Indicadores directos de energía en el viñedo de mesa.

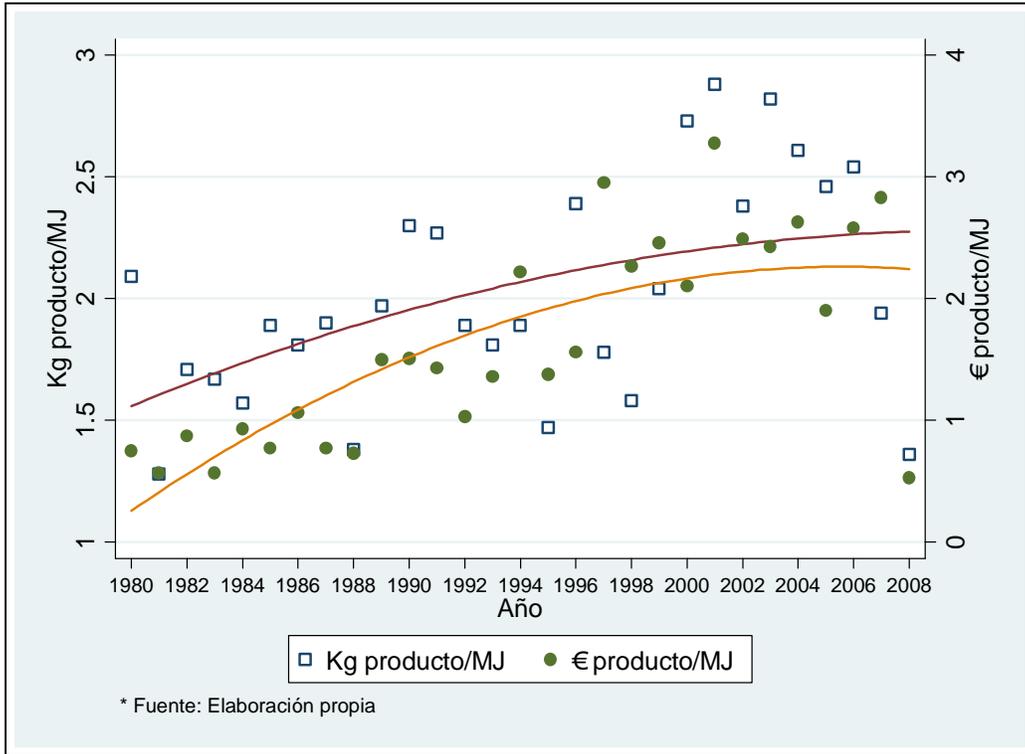


Gráfico 204. Indicadores indirectos de energía en el viñedo de mesa.

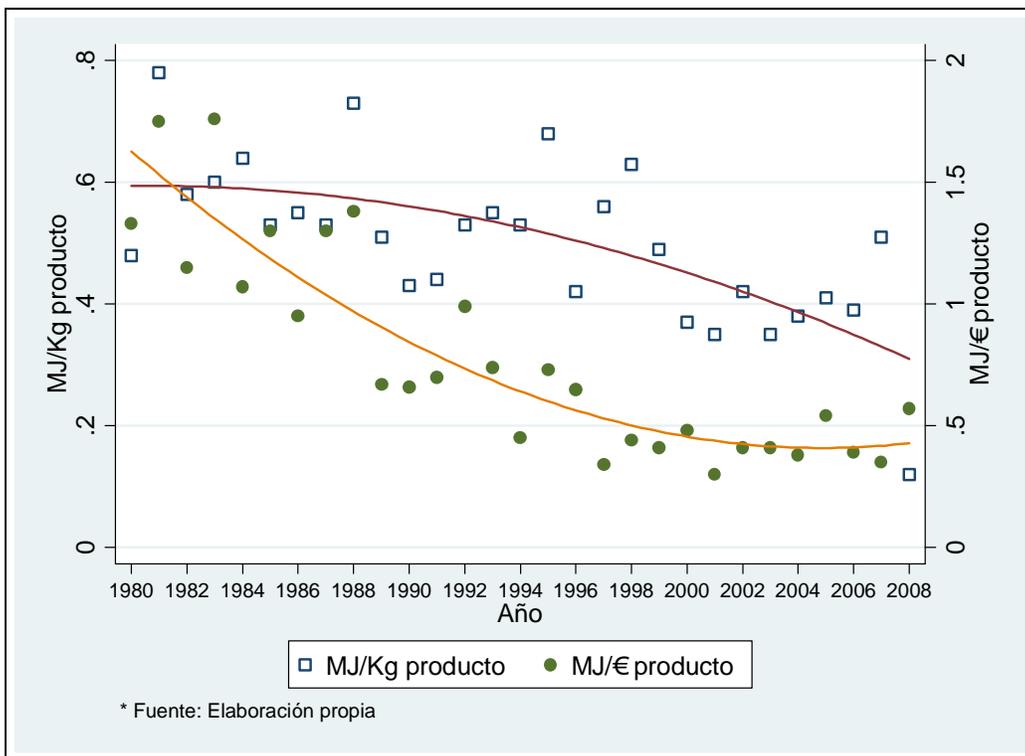


Gráfico 205. Indicadores directos de energía en el viñedo de transformación.

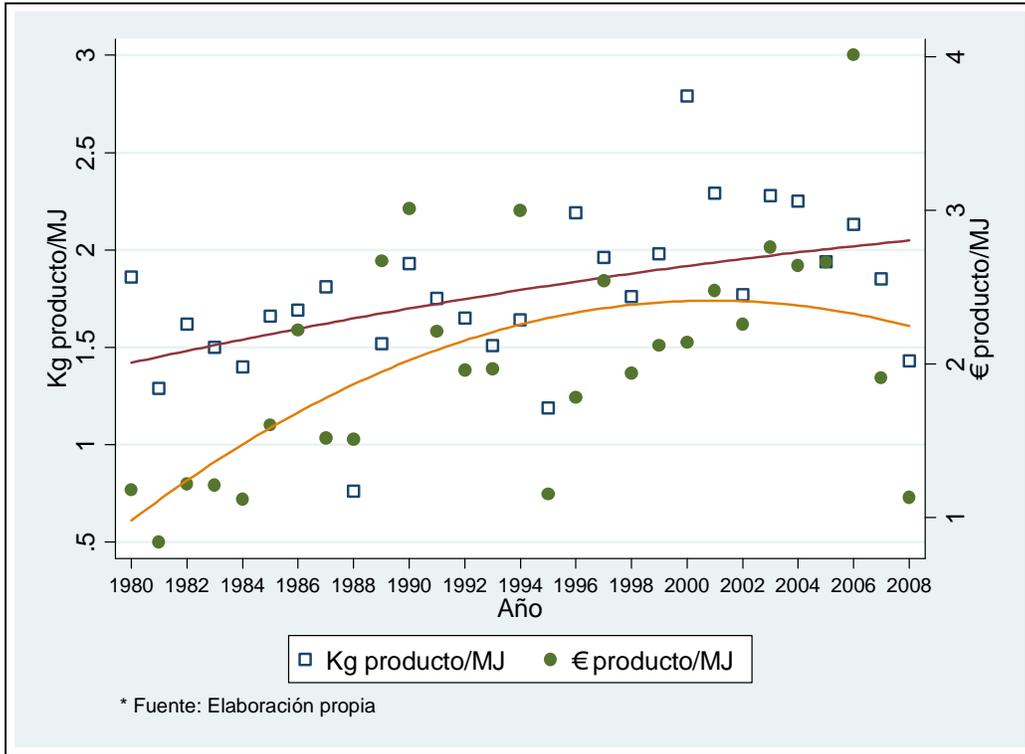


Gráfico 206. Indicadores indirectos de energía en el viñedo de transformación.

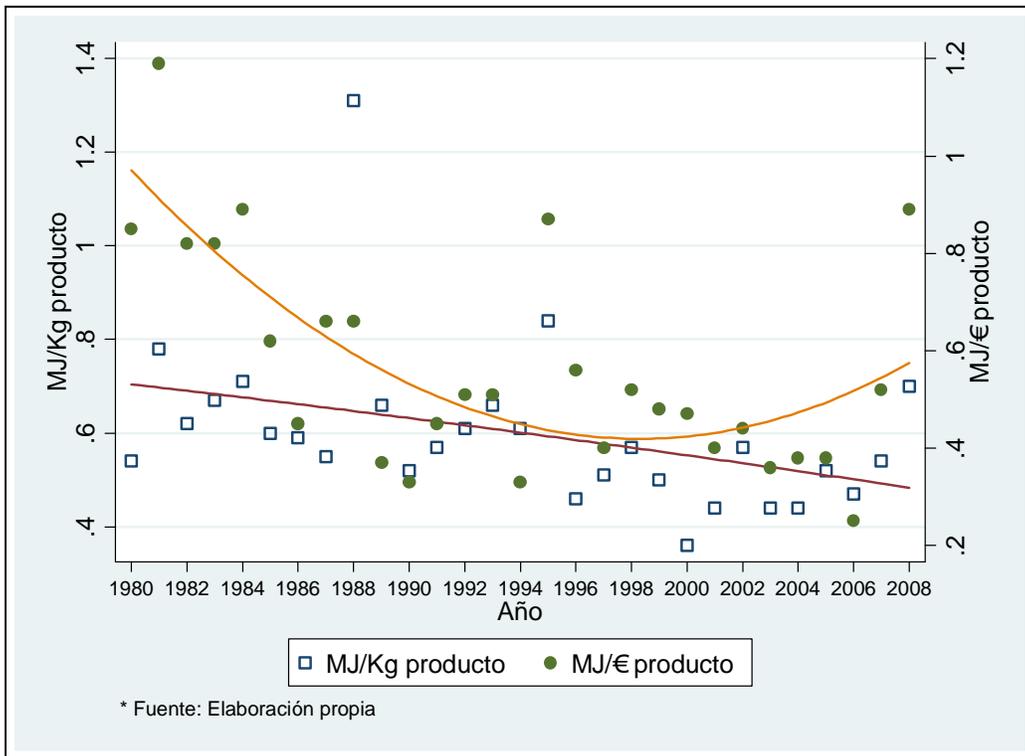


Gráfico 207. Indicadores directos de energía en el naranjo.

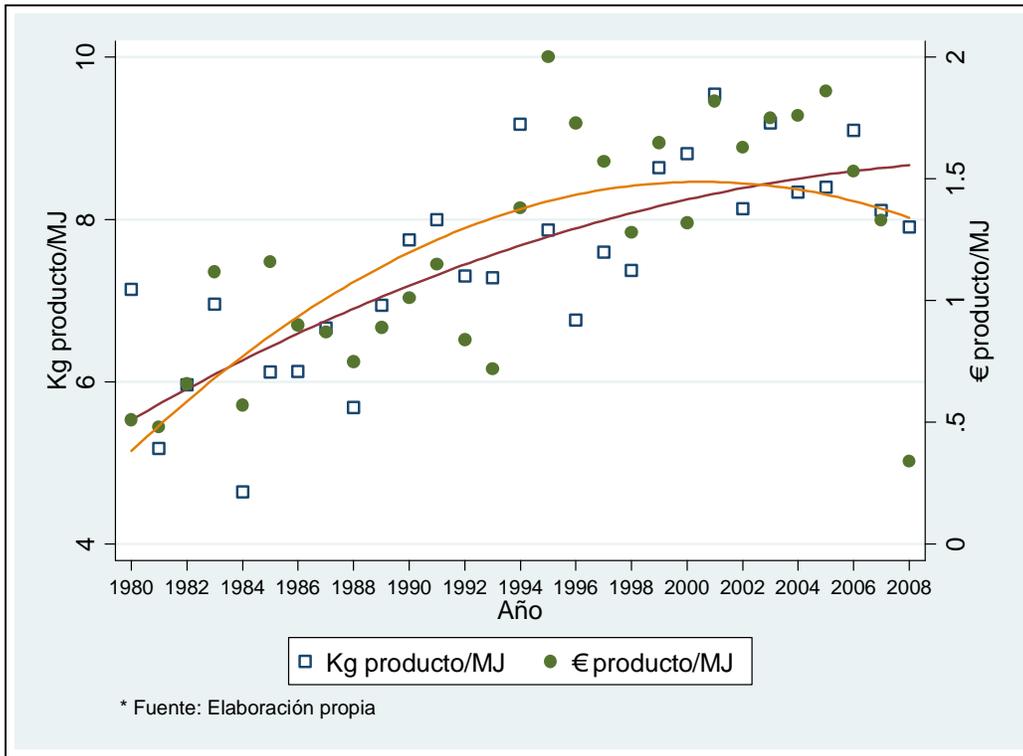


Gráfico 208. Indicadores indirectos de energía en el naranjo.

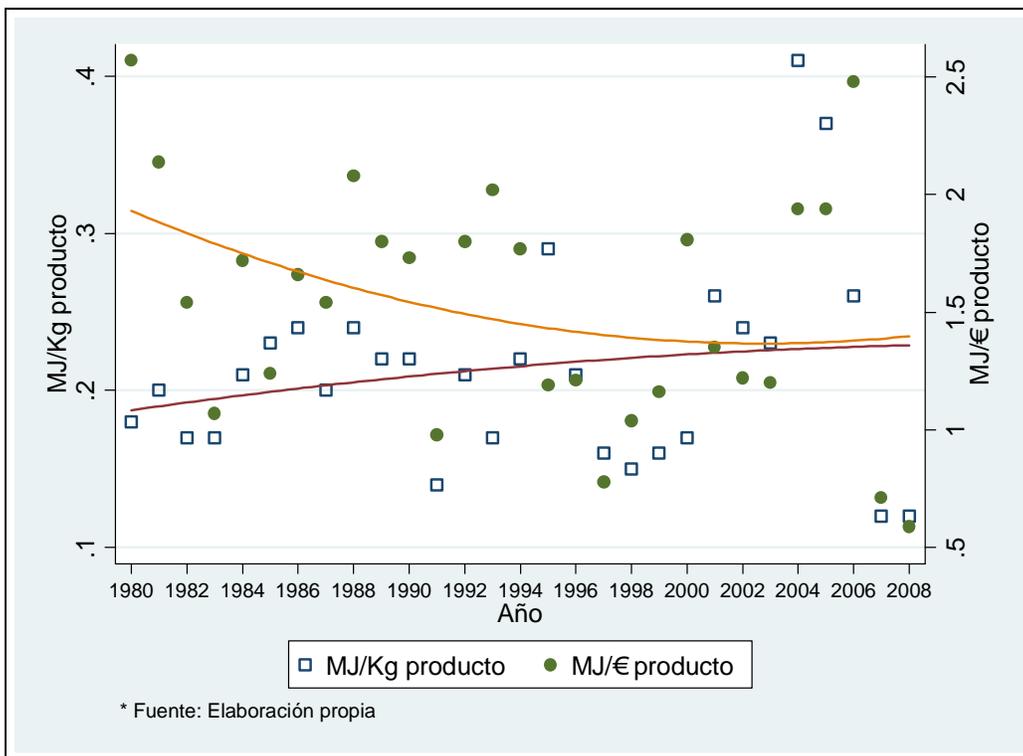


Gráfico 209. Indicadores directos de energía en el naranjo amargo.

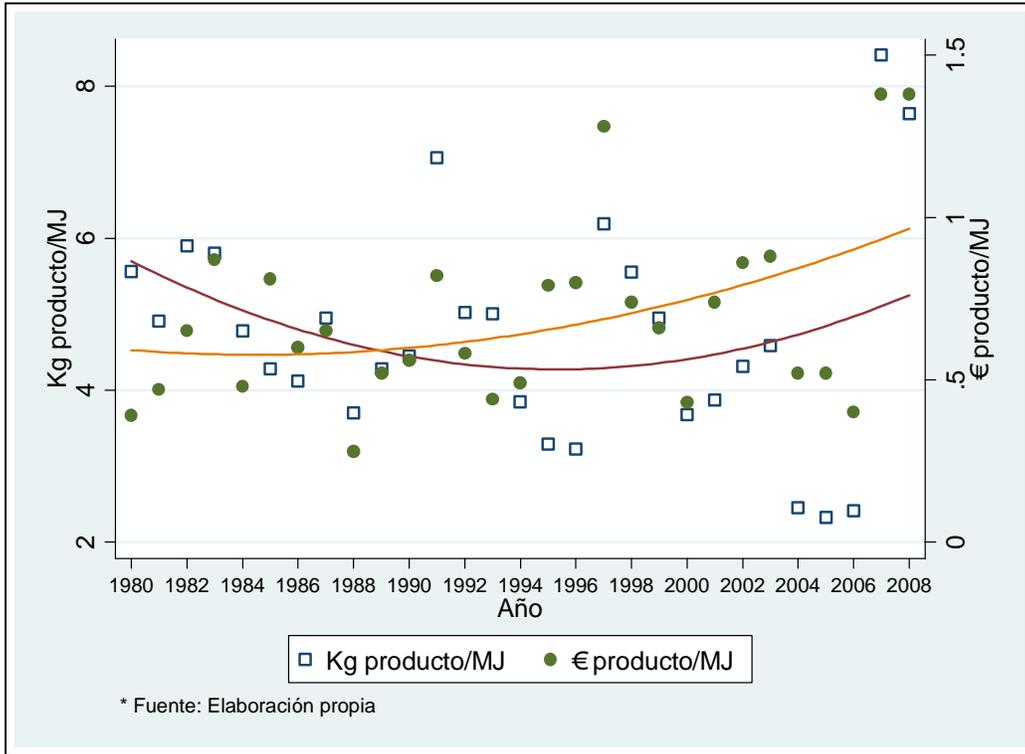


Gráfico 210. Indicadores indirectos de energía en el naranjo amargo.

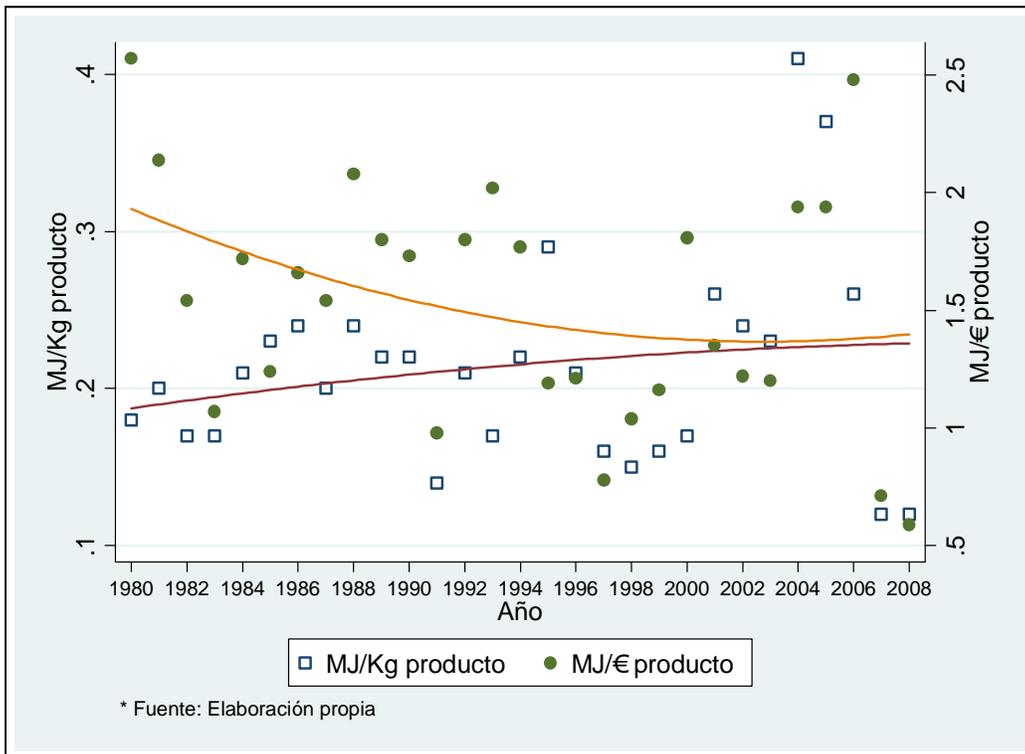


Gráfico 211. Indicadores directos de energía en el mandarinao.

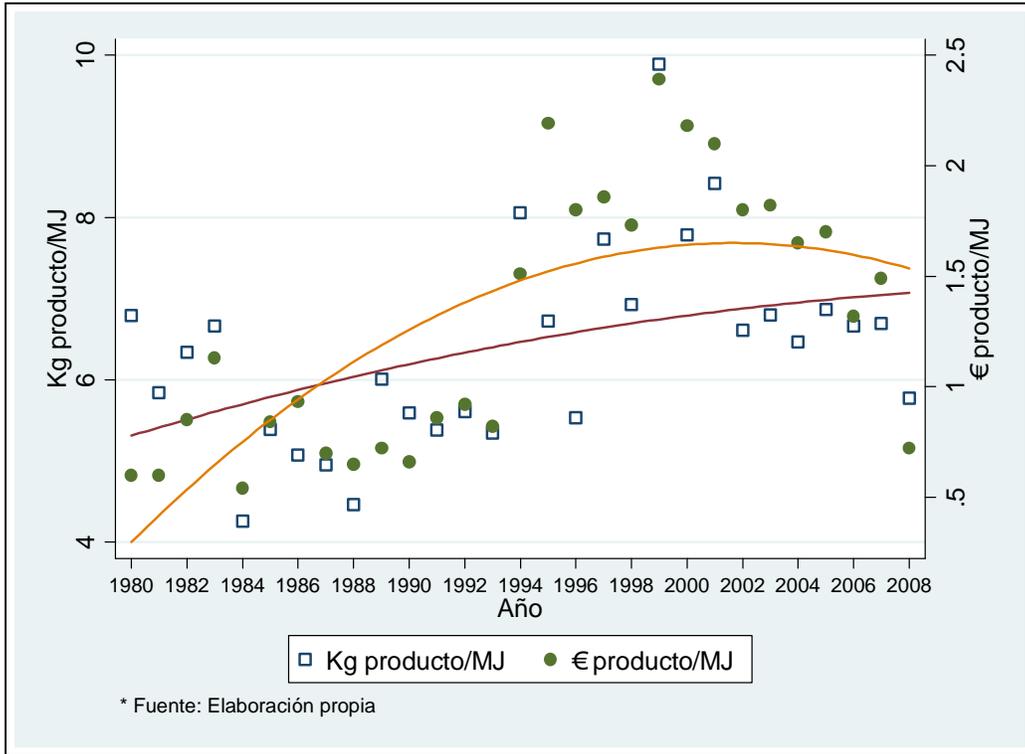


Gráfico 212. Indicadores indirectos de energía en el mandarinao.

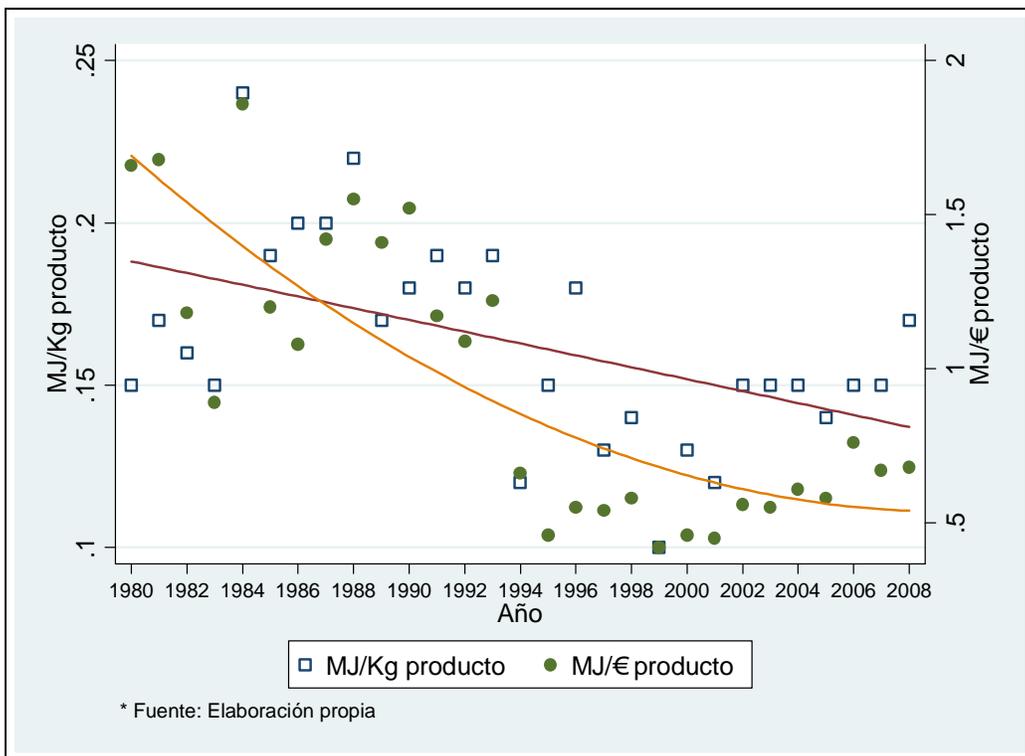


Gráfico 213. Indicadores directos de energía en el limonero.

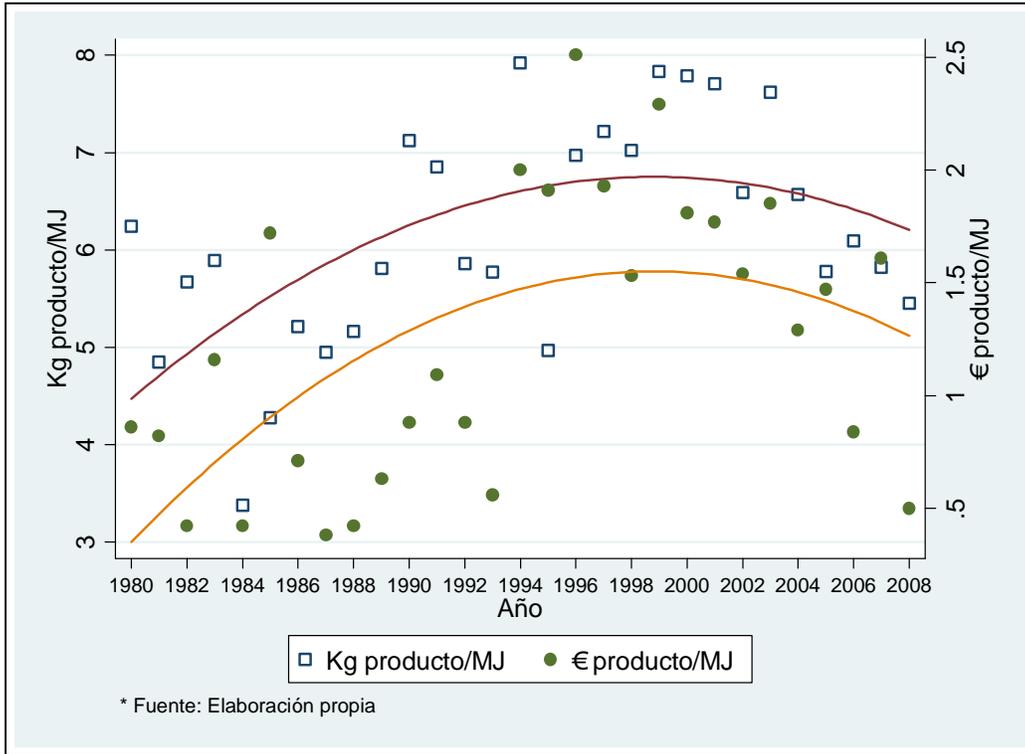


Gráfico 214. Indicadores indirectos de energía en el limonero.

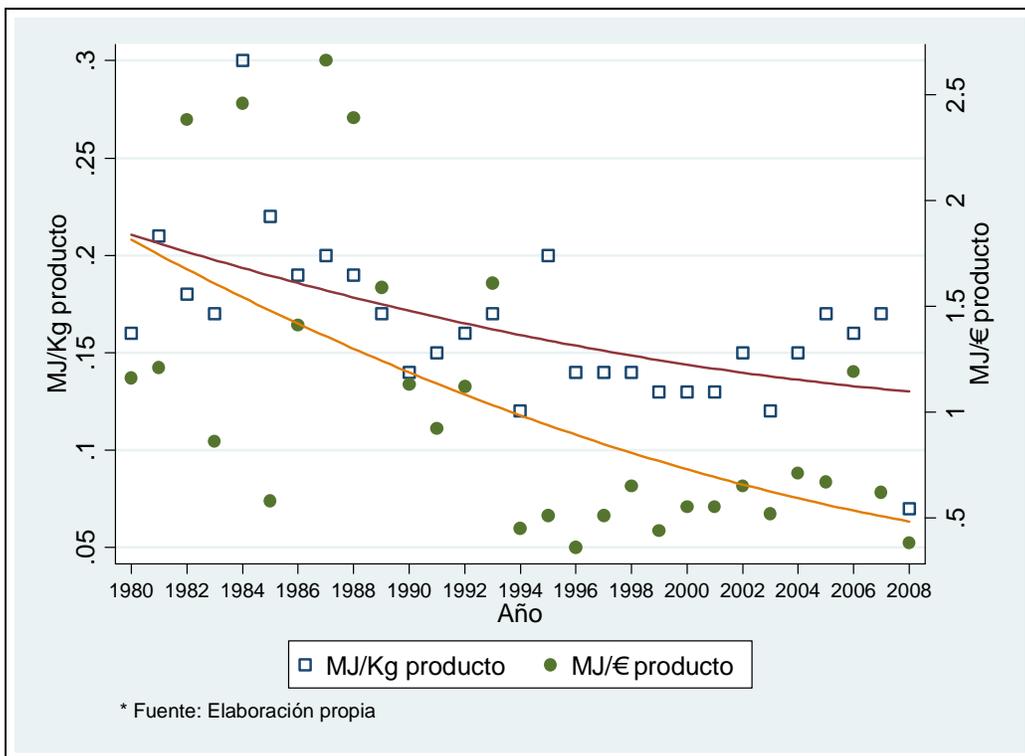


Gráfico 215. Indicadores directos de energía en el pomelo.

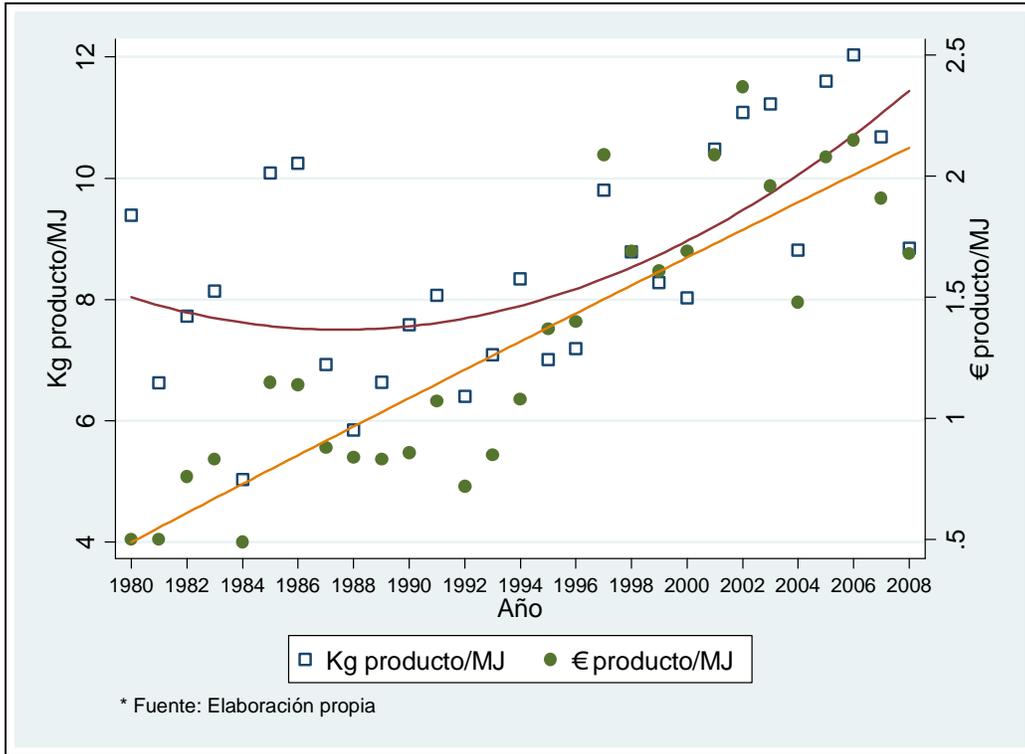


Gráfico 216. Indicadores indirectos de energía en el pomelo.

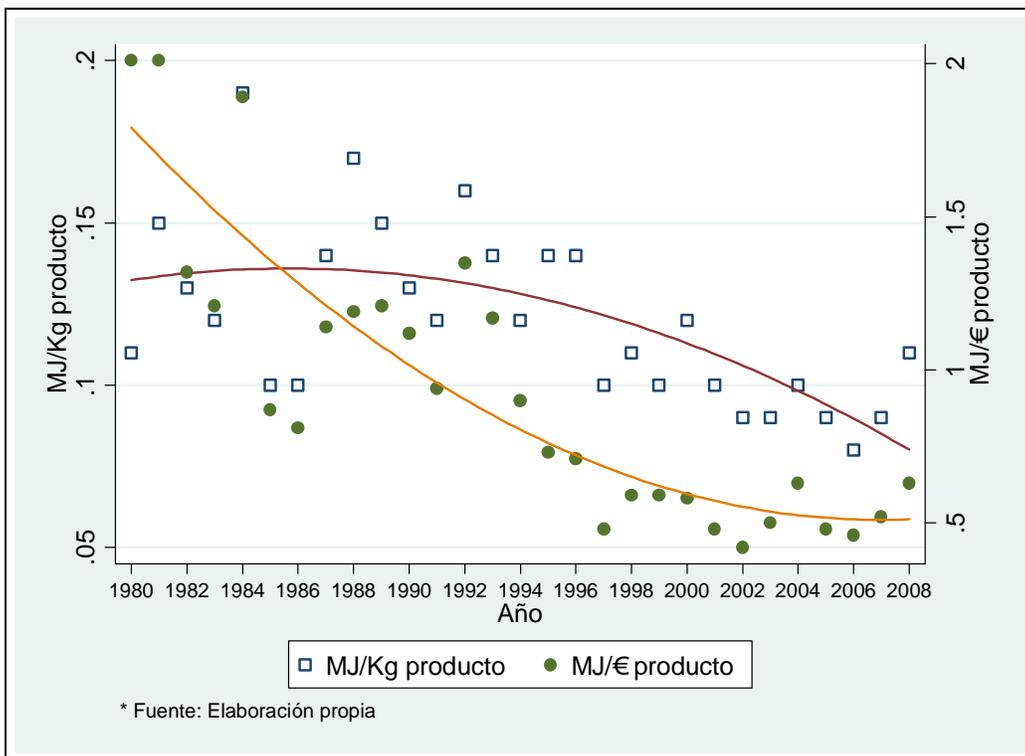


Gráfico 217. Indicadores directos de energía en el melón.

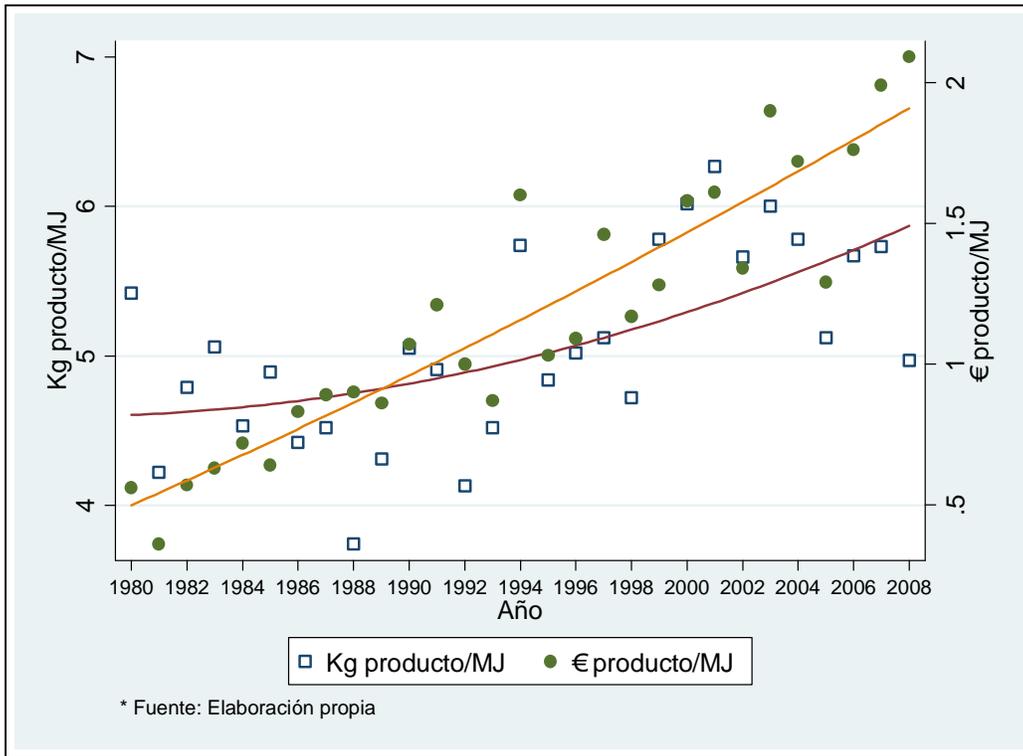


Gráfico 218. Indicadores indirectos de energía en el melón.

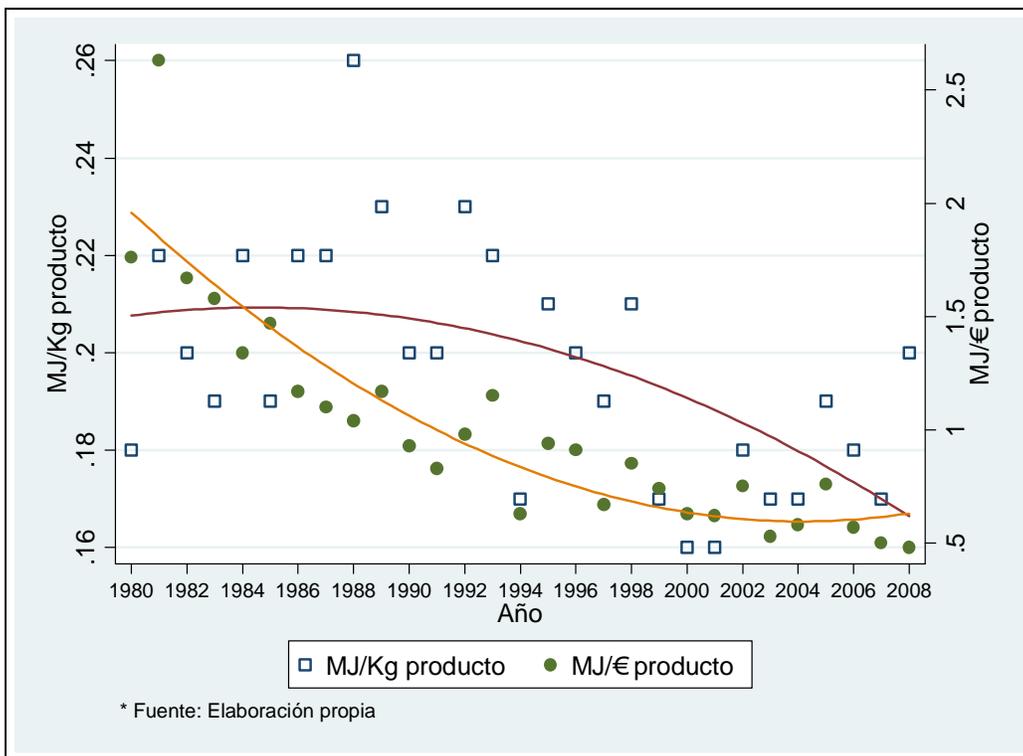


Gráfico 219. Indicadores directos de energía en el tomate.

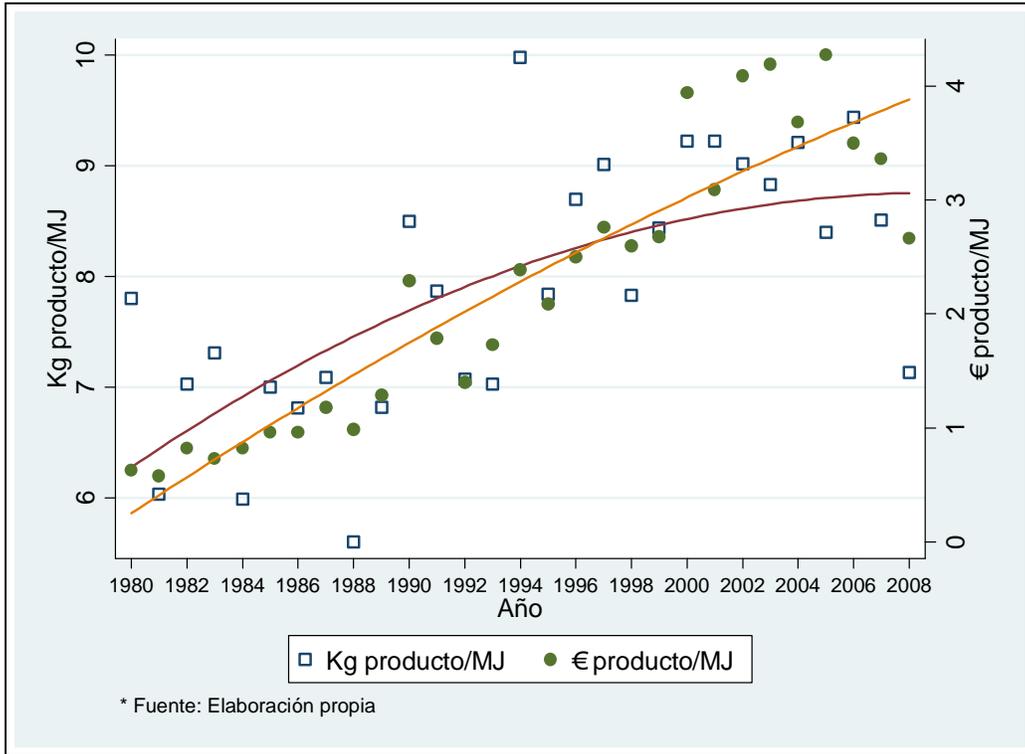
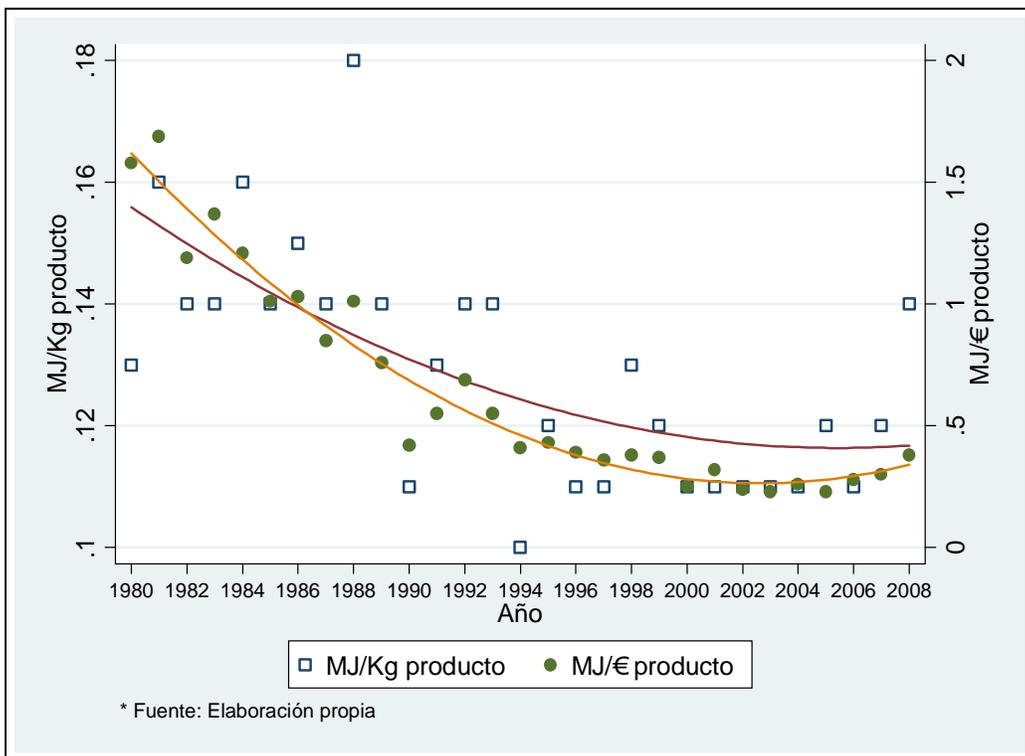


Gráfico 220. Indicadores indirectos de energía en el tomate.



4.2.4.4 CONCLUSIONES

De los resultados anteriores se puede observar que los consumos energéticos por el gasto de combustible han aumentado a lo largo del tiempo, sin embargo este hecho se ve claramente compensado debido al aumento de producción en los campos de cultivo.

Además, cabe destacar que con los nuevos sistemas de laboreo y las variaciones en los itinerarios técnicos que se están implantando, estos consumos de combustible podrán verse mermados considerablemente.

Con respecto a los resultados finales de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios, decir que tanto el Indicador D1 (Kg producto/MJ) como el D2 (€ producto/MJ) muestran una evolución positiva, más o menos acusada, a lo largo del periodo completo para todos los cultivos. Es decir, que cada vez se produce más cantidad de producto y que el agricultor percibe más dinero por este con respecto a los gastos energéticos producidos.

Los únicos puntos singulares que se producen en los gráficos de los resultados obtenidos se deben a variaciones tanto en la productividad como en el precio de los cultivos producidos por fuertes sequías u otras anomalías.

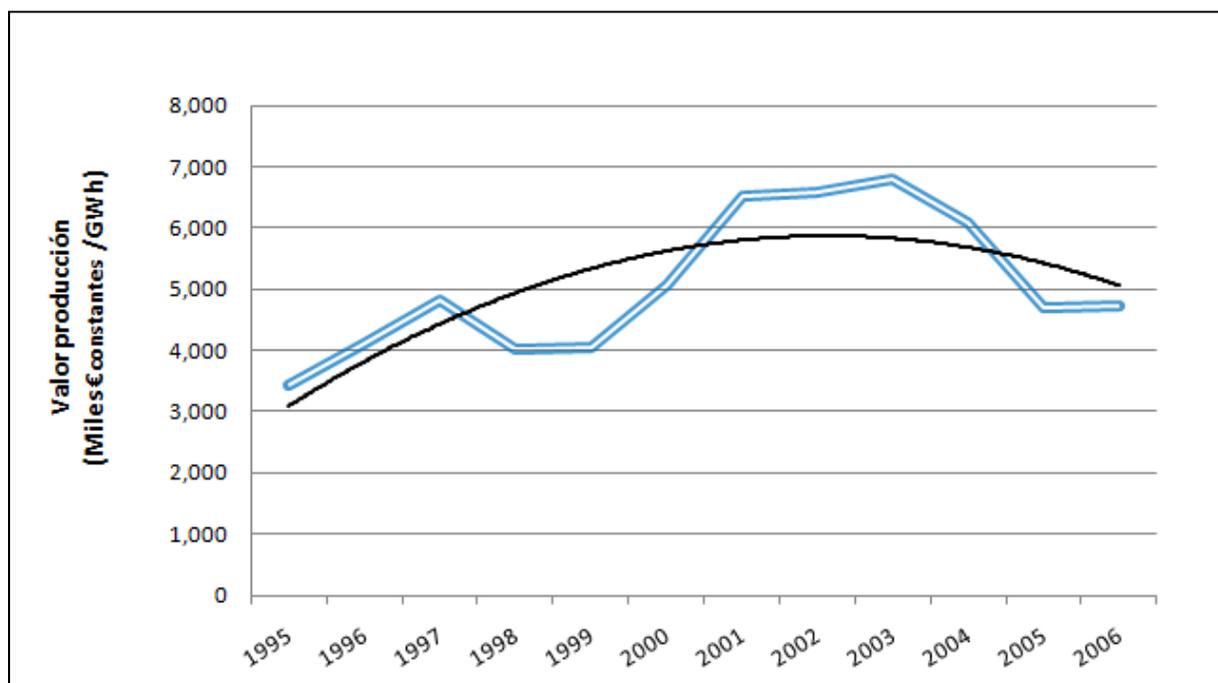
4.2.5 CONSUMO ENERGÉTICO PARA RIEGO AGRÍCOLA

El objeto del presente capítulo es la cuantificación del gasto energético y la determinación de su evolución para una sucesión de años a nivel nacional.

El consumo energético empleado para un determinado cultivo depende del tipo de riego (aspersión, gravedad, etc.), de la procedencia de agua (superficial o subterránea) y de la cota de la zona de consumo con respecto a la de captación. Sin embargo, actualmente no se disponen de los datos necesarios para realizar un cálculo detallado por año y cultivo, por ello, se analizó la evolución del valor de las cosechas de regadío por gasto energético. (Ver Gráfico 221 y Gráfico 222). Los datos que reflejan ambos gráficos se obtienen del mero cociente entre el valor de la producción de las cosechas, evaluado en € constantes del año 2000, obtenidas en la producción de regadío y el consumo de energía eléctrica en el regadío. Se trata por tanto de datos agregados.

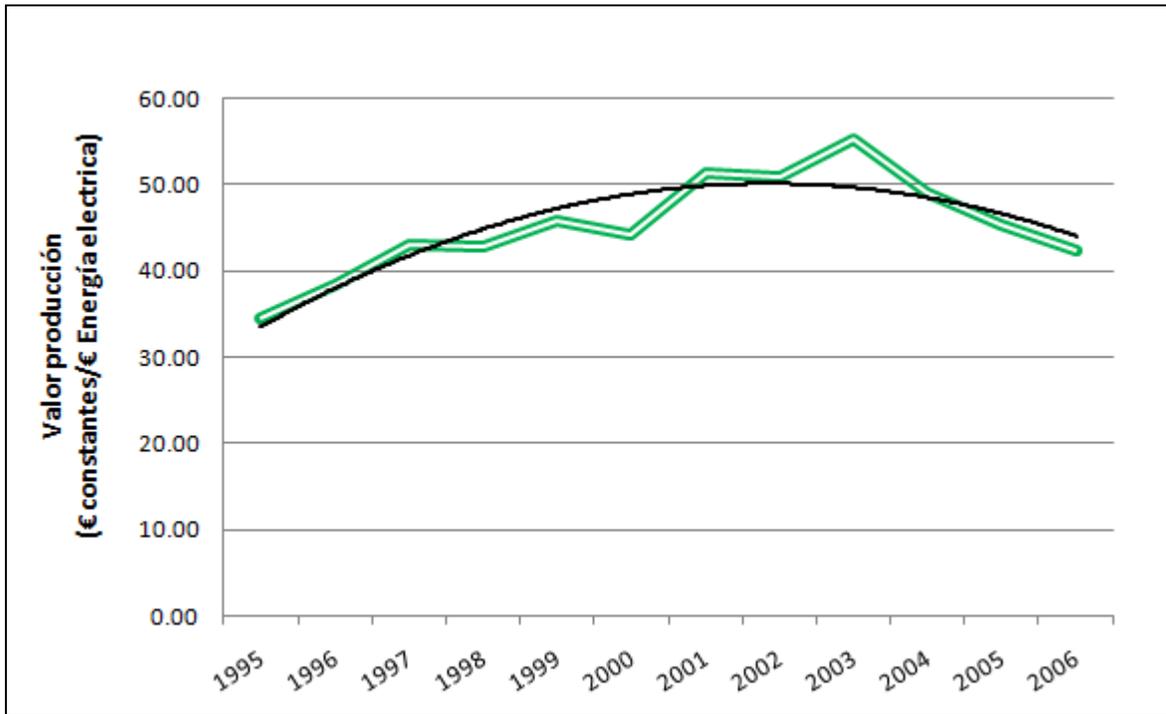
Se aprecia un máximo de productividad en términos de valor de producción en 2003, a partir del cual se ha producido un importante descenso en la productividad del regadío por unidad de energía eléctrica. En términos de productividad del regadío por gasto energético, Gráfico 222, el indicador sigue una evolución muy similar.

Gráfico 221. Evolución del valor de cosecha de regadío (€ constantes de 2000) por unidad de energía empleada (Gwh).



Fuente: Corominas (2009), Hardy y Garrido (2010) con datos del MARM (Anuarios) y del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2007)

Gráfico 222. Evolución del valor de la cosecha por gasto del valor energético.



Fuente: Corominas (2009), Hardy y Garrido (2010) con datos del MARM (Anuarios) y del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2007)

4.2.5.1 BIBLIOGRAFÍA

Bota, JA., Pastrana, P., Cepeda, M., Pérez, M., y Márquez, L., 2004. *Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Cepeda, M., 2005. *Método de estimación del consumo de combustible en el medio rural de la agricultura española por actividades agrarias*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Corominas Massip, J. (2009), *Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad*, Comunicaciones de los invitados especiales, Jornadas de Ingeniería del Agua, Madrid, 27 y 28 de octubre de 2009.

Doménech, J., Martínez M., Fernández, M., 2010. *La agricultura y el CO2*. Cuaderno de Campo. Gobierno de la Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Estación de Mecánica Agrícola. *Boletines OCDE*. Varios títulos. Estación de Mecánica Agrícola.

- Hardy, L., Garrido, A. (2010). *Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España*. Papeles de Agua Virtual, Fundación Marcelino Botín.
- IDAE, 2005. *Ahorro y eficiencia energética en la agricultura: ahorro del combustible en el tractor agrícola*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- IDAE, 2006. *Ahorro y eficiencia energética y sistemas de laboreo*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- Lal, R., 2004. *Carbon emission from farm operations*. (Disponible en: <http://koll1.chem.uszeged.hu/colloids/staff/marti/Kornyezetikemia/Plusz%20olvasmany/Leveg%20Carbon%20emission%20from%20farm%20operations.pdf>).
- MAPA, 2004. *Estudio sobre consumos energéticos por cultivos y provincias en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MARM. 2008. *Cálculo de costes y utilización de aperos y máquinas agrícolas*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. (Disponible en: www.mapa.es/app/mecanizacion/costesAperos).
- Meeusen, M.J.G., Weidema, B.P., 2000. *Agricultural data life cycle assessments*. (Disponible en: http://lcacenter.org/library/pdf/2_00_01_1.pdf).
- MITYC. 2007, *Estadística de la industria eléctrica*, años 2002 hasta 2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Sánchez-Girón Renedo, V., 2010. *Evolución del uso de la energía en la producción de cultivos*. Universidad Politécnica de Madrid. ETSIA.

4.2.6 PÉRDIDAS DE SUELO

4.2.6.1 OBJETIVOS

El objeto del presente capítulo es la cuantificación de las pérdidas de suelo y la determinación de su evolución durante el periodo comprendido desde 1987 hasta 2008, con el fin de calcular posteriormente a nivel nacional los siguientes Indicadores de Sostenibilidad para un determinado grupo de cultivos:

- **E1** (kg de producto/10³ kg de suelo), es decir los kilos obtenidos de cada cultivo en base a las toneladas de pérdidas de suelo.
- **E2** (€ de producto/10³ kg de suelo), es decir el precio percibido por el agricultor en base a las toneladas de pérdidas de suelo.

Asimismo, se han presentado los valores de los Indicadores inversos, 1/E1 y 1/E2, respectivamente.

A lo largo del documento se analizan las referencias utilizadas para el estudio y las metodologías empleadas en función de los datos disponibles de erosión y cultivos.

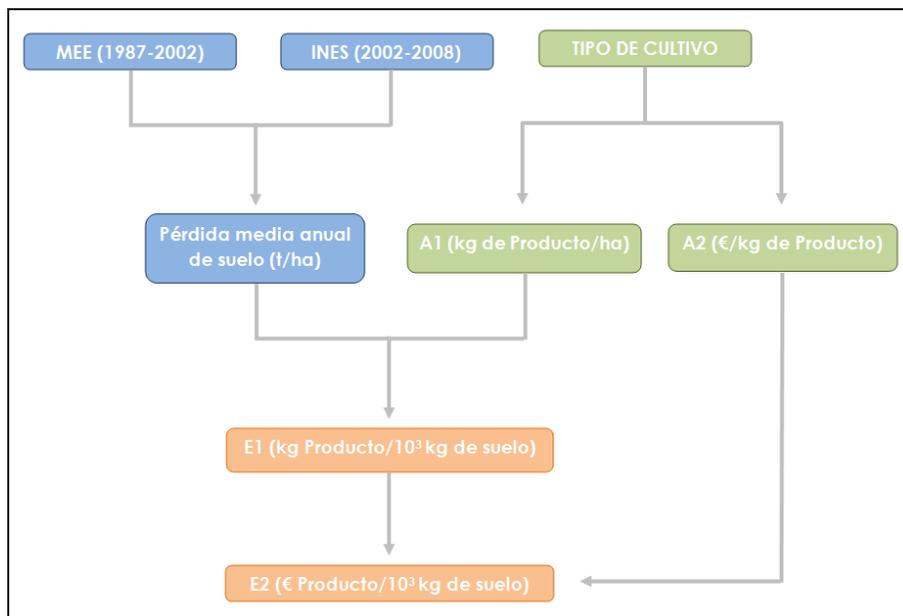
Una vez aclarados todos los conceptos, se presentan los cálculos necesarios para la determinación de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios directos e inversos de E1 y E2.

Por último, se adjuntan los Anejos donde se pueden consultar los datos de las principales fuentes bibliográficas y las Hojas de Cálculo empleadas para alcanzar los Indicadores.

4.2.6.2 METODOLOGÍA

El objetivo fundamental del presente capítulo ha sido el cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2, para ello se siguió el siguiente esquema de trabajo:

Figura 8. Esquema general de los cálculos a realizar para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2.



Fuente: Elaboración propia.

En una primera fase, se analizaron las publicaciones y estudios referidos a las pérdidas de suelo en España y a nivel internacional. A partir de dicha evaluación se seleccionaron los datos de los Mapas de Estados Erosivos (1987) y los del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002). Ésta selección se concretó al considerar que representaban los datos más fiables en relación a las pérdidas de suelos. A partir de ellos se calcularon las pérdidas medias anuales de suelo en cada una de las provincias y a nivel nacional.

Por otro lado, se utilizaron los datos de los Indicadores de Usos de la Tierra A1 y A2, que son específicos de cada cultivo y cuyos resultados se han analizado en capítulos anteriores (ver Capítulo 4.2.1).

Una vez obtenidos estas tres variables y relacionándolas entre ellas, se obtienen los Indicadores E1 y E2, tal y como se ha esquematizado en la Figura 8. Esquema general de los cálculos a realizar para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2. Finalmente se calcularon los valores inversos asociados a estos.

En los siguientes apartados, se analizan las principales fuentes bibliográficas utilizadas para el cálculo de las pérdidas medias de suelo, así como los cálculos necesarios para la obtención de éstas y, finalmente, se realiza una comparativa de las pérdidas de suelo a lo largo del periodo completo.

4.2.6.2.1 Antecedentes.

La principal fuente de erosión en España es la erosión hídrica laminar. Dicho tipo de erosión es la predominante debido a la morfología montañosa, las lluvias torrenciales de gran capacidad erosiva y las condiciones climáticas tan extremas (subhúmedas a semiáridas con temperaturas y precipitaciones muy variables) que se producen. Las principales causas de dicha erosión son la intensificación de la agricultura, el abandono de tierras, principalmente en áreas montañosas, y la ocupación para otros usos como son el urbano y el turístico, fundamental en zonas de vega y costa. La erosión hídrica es significativa en todo el territorio, limitándose la eólica a fenómenos puntuales en zonas duneras de la costa (Guardamar, Huelva) y zonas de interior (Tierra de Pinares) (OSE, 2009).

Por esta razón, en base a la definición de Indicadores y su seguimiento, la erosión en el presente estudio se ha llevado a cabo a través de la aplicación de la Ecuación RUSLE¹² (*Revised Universal Soil Loss Equation*) que estima unas pérdidas medias de suelo constantes por año, para un largo periodo de tiempo. Dicha ecuación es la herramienta para las referencias de base del presente estudio. Por ello, dichos valores están calculados a partir de los datos de erosión de los Mapas de Estados Erosivos y del Inventario Nacional de Erosión de Suelos, cuya documentación se realizó a partir de proyectos experimentales y en las que se aplicó dicha fórmula.

Éstos surgieron con el objeto de cuantificar empíricamente los principales procesos de erosión y determinar su evolución en el tiempo. Puesto que los proyectos experimentales son de largo alcance, los estudios para completar los valores de erosión de todas las regiones de España se realizan cada diez años.

4.2.6.2.1.1 Mapas de Estados Erosivos (1987-2002)

Los Mapas de Estados Erosivos fueron elaborados por el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, adscrito al antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; con el objeto de obtener datos fiables de pérdidas de suelo y poder desarrollar una política coherente de conservación de suelos. Los datos pertenecen al periodo que abarca desde 1987 hasta el 2002 y recogen pérdidas de suelos anuales de toda la superficie española a excepción de Ceuta y Melilla.

En el Resumen Nacional de los Mapas de Estados Erosivos se clasifica la superficie geográfica total en siete niveles erosivos diferentes. Estos datos se pueden examinar según las cuencas hidrográficas existentes, por comunidades autónomas o por provincias.

A modo de ejemplo, los datos que facilita este estudio son los que se recogen en la Tabla 8.

¹² Para conocer el Modelo de cálculo RUSLE consultar el Anejo 2.5.1 (“Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, Modelo RUSLE”).

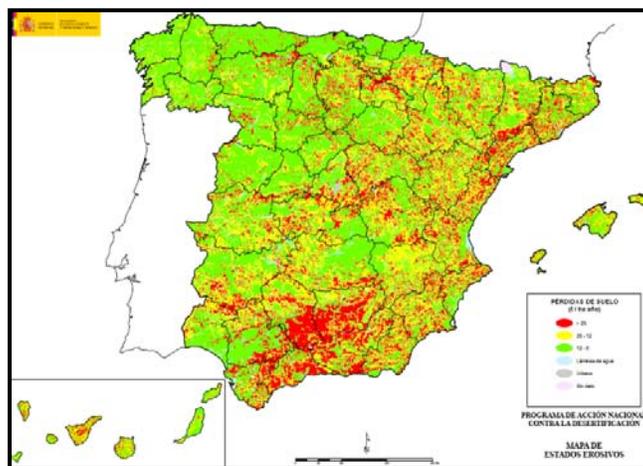
Tabla 8. Datos de la superficie geográfica afectada según los diferentes niveles erosión en la provincia de Cáceres para el periodo de 1987 al 2002.

Nivel Erosivo (t/ha.año)		Superficie geográfica (ha)
1	0-5 ¹³	1.023.495
2	5-12	237.072
3	12-25	460.992
4	25-50	157.079
5	50-100	88.115
6	100-200	8.419
7	>200	14.448
TOTAL		1.989.620

Fuente: Mapas de Estados Erosivos (1987).

Como resultado de los Mapas de Estados Erosivos, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino publicó el siguiente mapa donde clasifica los datos en tres niveles erosivos diferentes.

Figura 9. Mapa de Estados Erosivos para el periodo de 1987 al 2002.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (1994).

4.2.6.2.1.2 *Inventario Nacional de Erosión de suelos (2002-2012)*

El Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza, inició en el año 2001 la elaboración del Inventario Nacional de Erosión de Suelos por provincias. Estos datos describen los niveles erosivos desde el año 2002 hasta el 2012,

¹³ El nivel erosivo 1 incluye las superficies de agua y núcleos urbanos, cuyas pérdidas de suelo están consideradas como nulas.

fecha en la que se prevé su finalización. Hasta el momento se han publicado el resultado de veintiocho provincias y actualmente se encuentran en ejecución seis más.

Figura 10. Situación actual del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2010).

Los Inventarios también clasifican los suelos en siete niveles erosivos, pero además diferencia las superficies no erosionables, como son las láminas de agua y superficies artificiales. Incluso los datos que facilitan van más allá, porque define las pérdidas medias diferentes por provincia dentro de un nivel, lo cual tampoco sucedía en los Mapas de Estados Erosivos (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Datos de pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos en la provincia de Cáceres para el periodo del 2002 al 2012.

Nivel Erosivo (t/ha.año)		Superficie Geográfica		Pérdidas de Suelo		Pérdidas medias (t/ha.año)
		Ha	%	t/año	%	
1	0-5	1.402.733	70,6	2.025.968	11,87	1,44
2	5-10	212.119	10,68	1.497.612	8,75	7,06
3	10-25	179.188	9,02	2.806.872	16,4	15,66
4	25-50	78.101	3,93	2.719.993	15,83	34,83
5	50-100	33.721	1,7	2.315.228	13,22	68,66
6	100-200	17.789	0,9	2.500.242	14,08	140,55
7	>200	11.343	0,57	3.617.544	19,85	318,92
Superficie erosionable		1.934.993	97,4	17.483.459	100	9,04
Superficie no erosionable		51.830	2,60	0	0	0
Total		1.986.823	100	17.483.459	100	8,80

Fuente: Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2006).

4.2.6.2.2 Pérdidas de suelo para el período 1987-2002.

A continuación se explica la metodología de cálculo seguida para obtener las pérdidas medias de suelo que se produjeron en España en el periodo de 1987 al 2002.

Los datos de Mapas de Estados Erosivos, que se obtienen del Resumen Nacional de Erosión de Suelos, se corresponden con las hectáreas totales por provincia repartidas en siete niveles diferentes de erosión. La Tabla 10 muestra un ejemplo de los datos que se obtienen directamente del Resumen Nacional para la provincia de Madrid.

Tabla 10. Datos de la superficie geográfica afectada según los diferentes niveles de erosión en la provincia de Madrid para el periodo de 1987 al 2002

MADRID		MEE (1987-2002)
Nivel Erosivo (t/ha.año)		Superficie geográfica (ha)
1	0-5	386.980
2	5-12	27.419
3	12-25	185.559
4	25-50	66.503
5	50-100	112.186
6	100-200	7.363
7	>200	16.227
TOTAL		802.237

Fuente: Mapas de Estados Erosivos (2003).

Al no estipularse las pérdidas medias dentro de un nivel, como sucede por el contrario en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, se determinó que éste sería el valor promedio de ese mismo nivel (Ver última columna de la Tabla 11). De forma que si multiplicamos ese promedio por la superficie geográfica de ese nivel obtenemos las pérdidas de suelo en toneladas por año. Seguidamente se suman las pérdidas de suelo de todos los niveles y se dividen entre la superficie total, obteniendo así las pérdidas medias de suelo en toneladas por hectáreas y año para cada una de las provincias.

En la Tabla 11 se muestra el ejemplo de los resultados, el cual se ha realizado siguiendo el formato de las Tablas que encontramos en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

Tabla 11. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles de erosión, así como la pérdida de suelo media en la provincia de Madrid para el periodo 1987-2002.

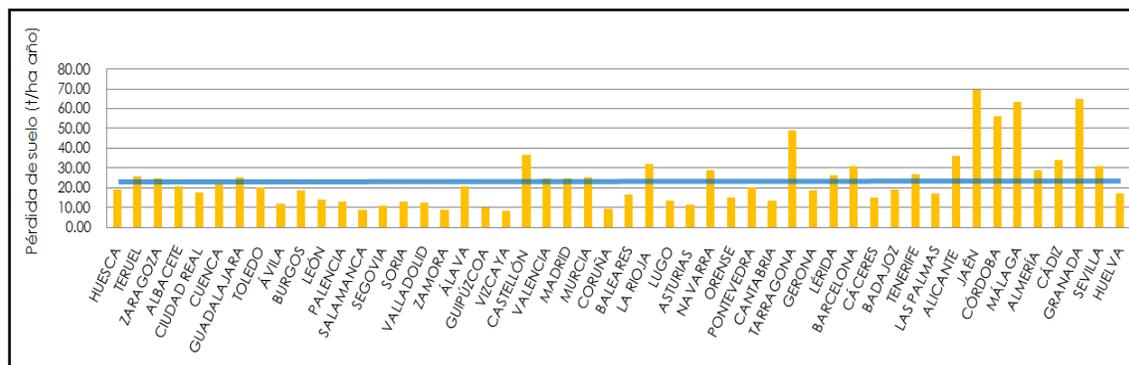
MADRID	MEE (1987-2002)				
	Superficie Geográfica		Pérdidas de Suelo		Pérdidas medias (t/ha.año)
	ha	%	t/año	%	
0-5	386.980	48.24	967.450	4.86	2.5
5-12	27.419	3.42	233.062	1.17	8.5
12-25	185.559	23.13	3.432.842	17.26	18.5
25-50	66.503	8.29	2.493.863	12.54	37.5
50-100	112.186	13.98	8.413.950	42.30	75
100-200	7.363	0.92	1.104.450	5.55	150
>200	16.227	2.02	3.245.400	16.32	200
TOTAL	802.237	100	19.891.016	100	24.79

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Mapas de Estados Erosivos (1987).

Una vez realizados estos cálculos en las cincuenta provincias, se ha realizado un promedio de todas ellas y se ha obtenido que las pérdidas medias en España para el periodo desde 1987 al 2002 son de 24.24 t/ha año.

El Gráfico 223 representa los resultados obtenidos sobre pérdidas de suelo medias por provincias, así como el valor medio a nivel Nacional.

Gráfico 223. Pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de cada provincia para el periodo 1987-2002.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Mapas de Estados Erosivos (1987).

Los datos sobre pérdidas de suelo de las tablas exportadas del Resumen Nacional de Mapas de Estados Erosivos se pueden consultar en el Anejo 2.5.2 (*"Mapas de Estados Erosivos"*). Mientras que los resultados detallados de las pérdidas medias aparecen en el Anejo 2.5.4 (*"Pérdidas de*

suelo medias a nivel provincial y nacional”) y dentro de ese mismo anejo quedan reflejados en la Hoja de Cálculo “Pérdidas de suelo (1987-2002)”.

4.2.6.2.3 Pérdidas de suelo para el período 2002-2012.

Para este segundo periodo de estudio, únicamente se dispone de los datos de veintiocho provincias. Por ello, se determinó recoger por un lado los datos de los Inventarios publicados hasta el momento y completar el resto de las provincias con los datos de Mapas de Estados Erosivos, de manera que se considera que en éstos últimos, se han mantenido las pérdidas de suelo constantes a lo largo de todo el periodo de tiempo.

En la Tabla 12 se muestran los datos obtenidos en la provincia de Madrid.

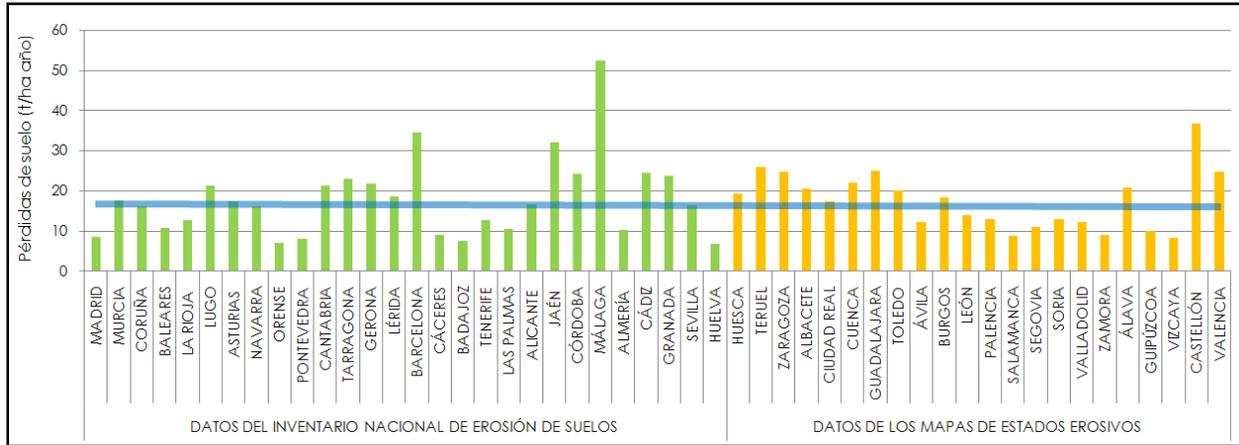
Tabla 12. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media en la provincia de Madrid para el periodo 2002-2012.

MADRID	INES (2002-2012)				
	Superficie Geográfica		Pérdidas de Suelo		Pérdidas medias (t/ha.año)
	ha	%	t/año	%	
0-5	480.706	59,88	686.265	11,51	1,43
5-10	91.127	11,35	636.400	10,68	6,98
10-25	76.578	9,54	1.172.613	19,67	15,31
25-50	29.825	3,72	1.045.587	17,54	35,06
50-100	18.006	2,24	1.226.256	20,58	68,1
100-200	5.788	0,72	767.054	12,87	132,53
>200	1.463	0,18	426.044	7,15	291,12
Superficie erosionable	703.493	87,63	5.960.219	100	8,47
Superficie no erosionable	99.276	12,37	0	0	0
Total	802.769	100	5.960.219	100	7,42

Fuente: Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002).

En el Gráfico 224 se representan los resultados obtenidos sobre pérdidas de suelo medias para cada una de las provincias en el periodo 2002-2012, así como la pérdida de suelo media a nivel nacional que en éste periodo resultó ser 17.80 t/ha año.

Gráfico 224. Pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de cada provincia para el periodo 2002-2008.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Mapas de Estados Erosivos (1987) y del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002).

Las tablas exportadas del Inventario Nacional de Erosión de Suelos se pueden consultar en el Anejo 2.5.3 (*"Inventario Nacional de Erosión de Suelo"*). Por otro lado los resultados detallados de las pérdidas medias para este segundo periodo de estudio aparecen en el Anejo 2.5.4 (*"Pérdidas de suelo medias a nivel provincial y nacional"*) y dentro de ese mismo anejo quedan reflejados en la Hoja de Cálculo *"Pérdidas de suelo (2002-2008)"*.

4.2.6.2.4 Comparación de pérdidas de suelo a lo largo del periodo completo.

Para poder realizar una comparativa global de las provincias en cada periodo se han realizado las Tabla 13 y Tabla 14. En ellas se han sumado la superficie y las pérdidas de suelo de las provincias citadas anteriormente, y se ha realizado un promedio de las pérdidas medias.

Tabla 13. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media a nivel nacional para el periodo 1987-2002.

ESPAÑA	MEE (1987-2002)				
	Superficie Geográfica		Pérdidas de Suelo		Pérdidas medias (t/ha.año)
	ha	%	t/año	%	
0-5	16.093.890	32.51	40,234,725	3.29	2.5
5-12	11.348.039	22.92	96,458,332	7.88	8.5
12-25	10.374.854	20.96	191,934,799	15.69	18.5
25-50	5.711.485	11.54	214,180,688	17.51	37.5
50-100	3.304.801	6.68	247,860,075	20.26	75
100-200	2.045.854	4.13	306,878,100	25.08	150
>200	629.281	1.27	125,856,200	10.29	200
TOTAL	49.508.204	100	1,223,402,918	100	24.24

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Mapas de Estados Erosivos (1987).

Tabla 14. Superficie geográfica y pérdidas de suelo clasificado en los diferentes niveles, así como la pérdida de suelo media a nivel nacional para el periodo 2002-2008.

ESPAÑA	MEE e INES (2002-2008)				
	Superficie Geográfica		Pérdidas de Suelo		Pérdidas medias (t/ha.año)
	ha	%	t/año	%	
0-5	20.154.133	41.03	42.760.826	4.79	2.21
5-12	10.729.767	21.84	85.741.790	9.61	7.75
12-25	9.852.837	20.06	170.650.987	19.13	16.95
25-50	4.431.625	9.02	161.228.115	18.07	35.99
50-100	2.620.691	5.34	190.517.542	21.36	71.72
100-200	959.185	1.95	136.219.522	15.27	141.67
>200	371.790	0.76	105.021.590	11.77	263.59
TOTAL	49.120.029	100	892.140.371	100	17.80

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Inventario Nacional de Erosión de suelos (2002).

Según los resultados obtenidos para el periodo completo de estudio, los valores medios de pérdidas de suelo a nivel nacional, han disminuido desde 24.24 t/ha-año a 17.80 t/ha-año. Por lo que se considera una disminución de los procesos erosivos. Sin embargo dicha evaluación solo se puede evaluar a partir de las veintiocho provincias de los que se tienen datos, y faltaría evaluar la evolución de las restantes.

En caso de clasificar los niveles erosivos según los grados de erosión admitidos, se observa (Tabla 15), que el porcentaje de los niveles admisibles ha aumentado y por lo tanto actualmente los niveles de superficies en alto riesgo de erosión han disminuido.

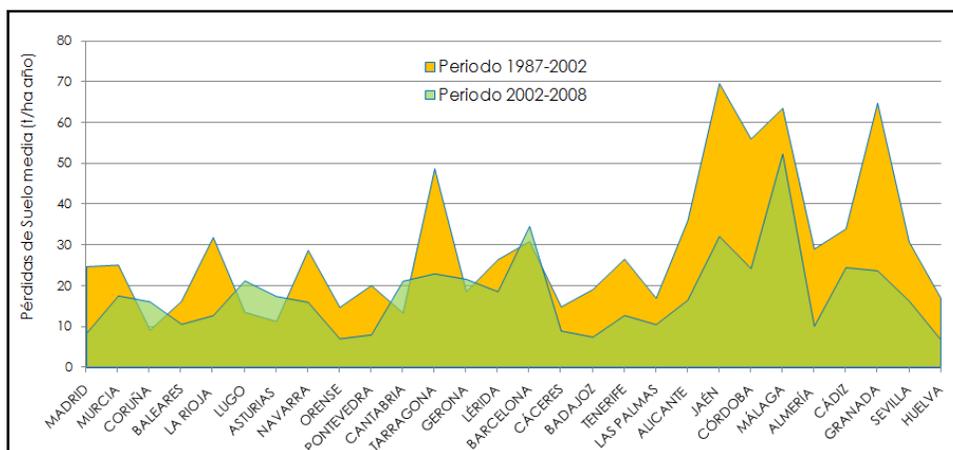
Tabla 15. Clasificación de las superficies geográficas según los grados de erosión para los dos periodos estudiados.

Nivel Erosivo (t/ha.año)	Grado de Erosión	Superficie Geográfica (%)	
		Periodo (1987-2002)	Periodo (2002-2012)
0-5	Muy bajo	87.92	91.96
5-12	Bajo		
12-25	Moderado		
25-50	Medio		
50-100	Alto	12.08	8.04
100-200	Muy alto		
>200	Extremo		

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Mapas de Estados Erosivos (1987) y del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002).

Finalmente, analizando estos datos a nivel provincial, en aquellas provincias en las que actualmente se ha publicado el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, se puede observar que ese progreso se mantiene en todas ellas a excepción de La Coruña, Lugo, Asturias, Cantabria, Gerona y Barcelona (Gráfico 225). Dicho incremento de las pérdidas de suelo puede estar asociado a los fenómenos de aumento de la construcción y de la deforestación, asociado a eventos intensos de lluvias.

Gráfico 225. Comparación provincial de la evolución de las pérdidas de suelo por unidad de superficie y año de aquellas provincias cuyos inventarios están publicados.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Mapas de Estados Erosivos (1987) y del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002).

Adjunto al Anejo 2.5.4 (“Pérdidas de suelo medias a nivel provincial y nacional”) se encuentra la Hoja Excel en la que se han analizado los cálculos necesarios para realizar esta comparativa, referida a las pérdidas de suelo para el periodo completo (“Comparación de pérdidas de suelo para el periodo completo”).

4.2.6.3 RESULTADOS

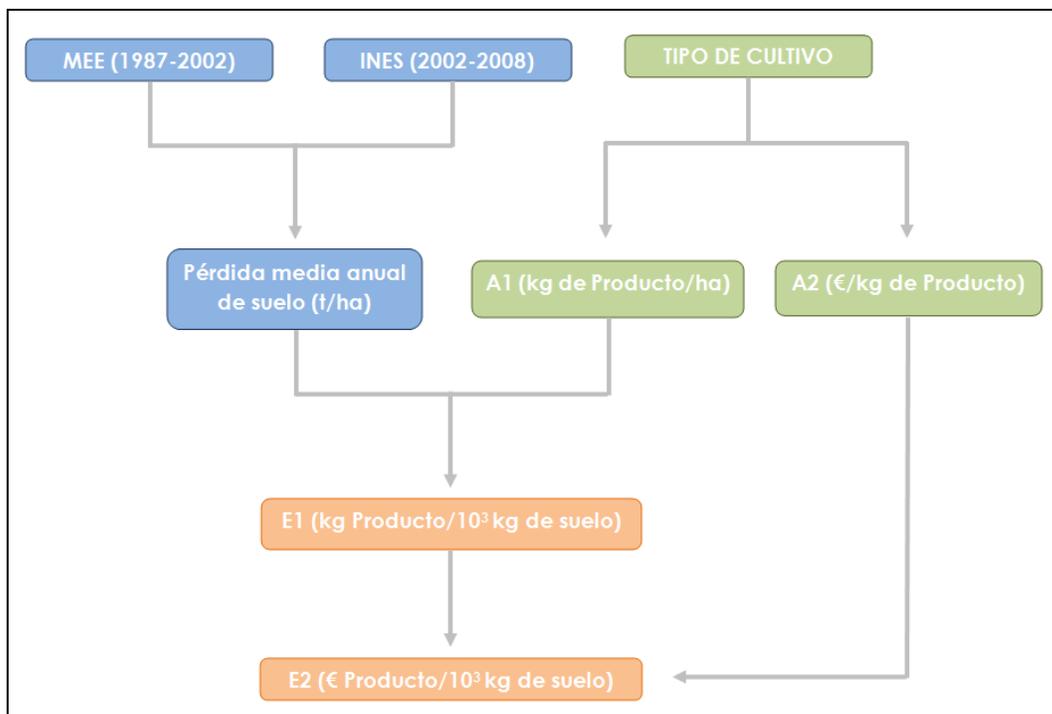
Una vez estimadas las pérdidas medias de suelo por unidad de superficie y año a nivel nacional y con los datos de los Indicadores de Sostenibilidad A1 y A2, se procede al cálculo de los Indicadores E1 y E2.

Los cálculos necesarios para este último apartado son los siguientes:

$$E1 \text{ (Kg producto/t suelo)} = A1 \text{ (kg producto/ha)} / PS \text{ (t suelo/ha)} \quad [41]$$

$$E2 \text{ (€/t suelo)} = E1 \text{ (Kg producto/t suelo)} * A2 \text{ (€/Kg producto)} \quad [42]$$

Figura 11. Esquema general de los cálculos a realizar para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 y E2.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los resultados de forma grafica de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios de Pérdidas de Suelo (E) para los dieciséis cultivos estudiados y para una sucesión temporal de 22 años. Los resultados se han recogido de forma detallada en el Anejo 2.5.5 (*“Resultados de los Indicadores de Sostenibilidad sobre pérdidas de suelo”*).

Gráfico 226. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el trigo.

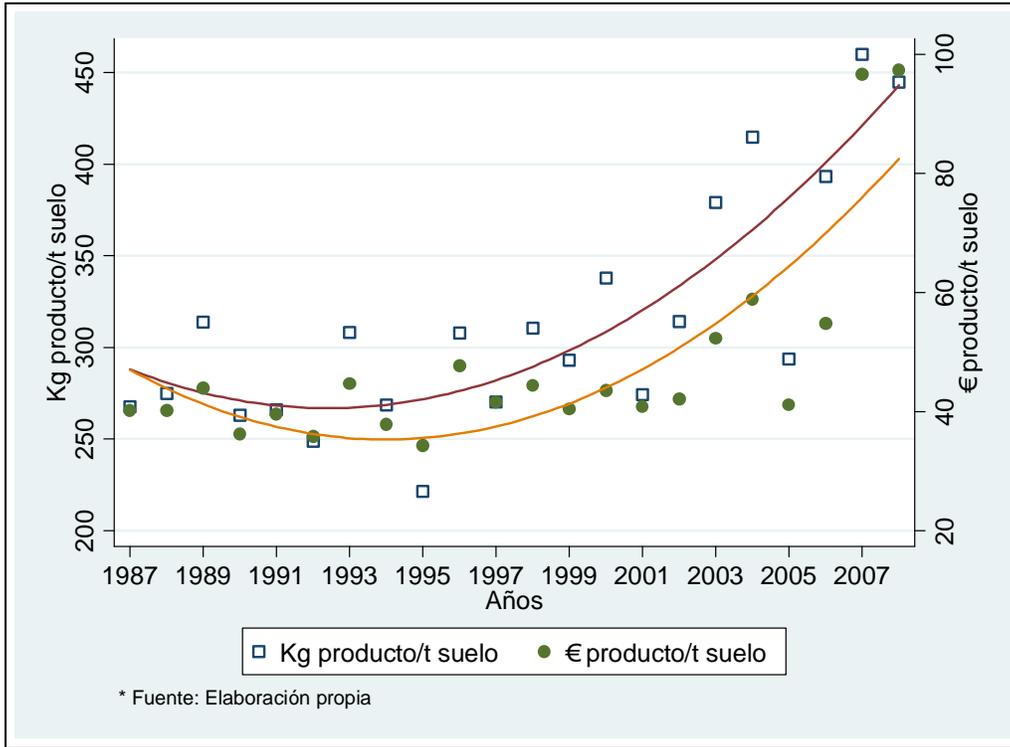


Gráfico 227. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el trigo.

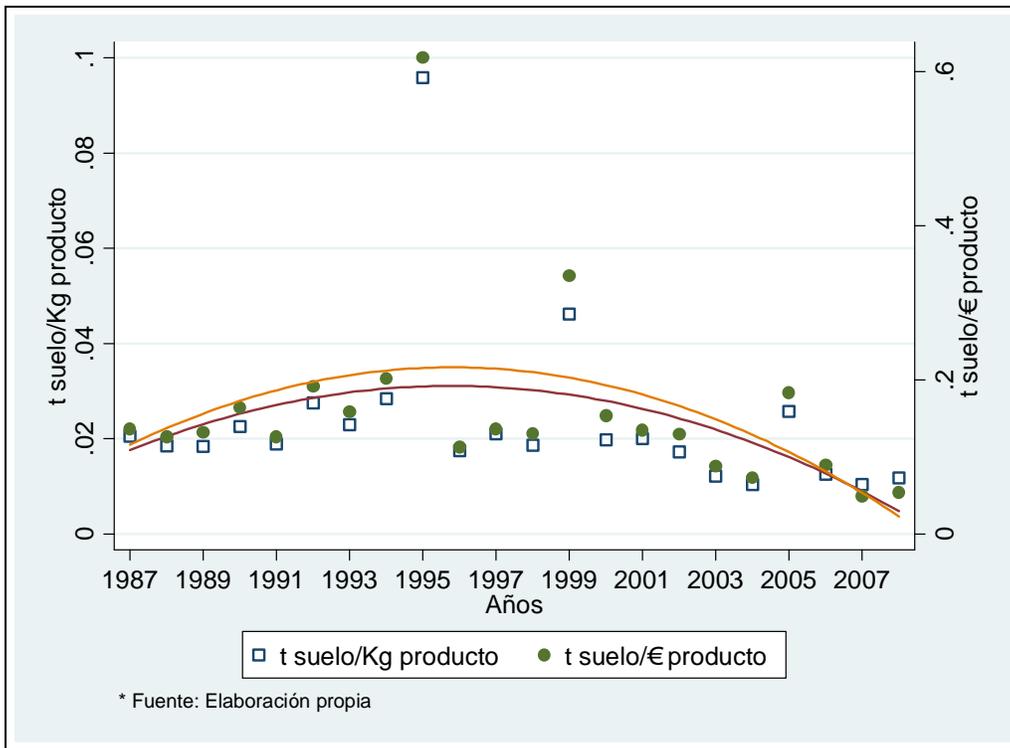


Gráfico 228. Indicadores directos de pérdidas de suelo en la cebada.

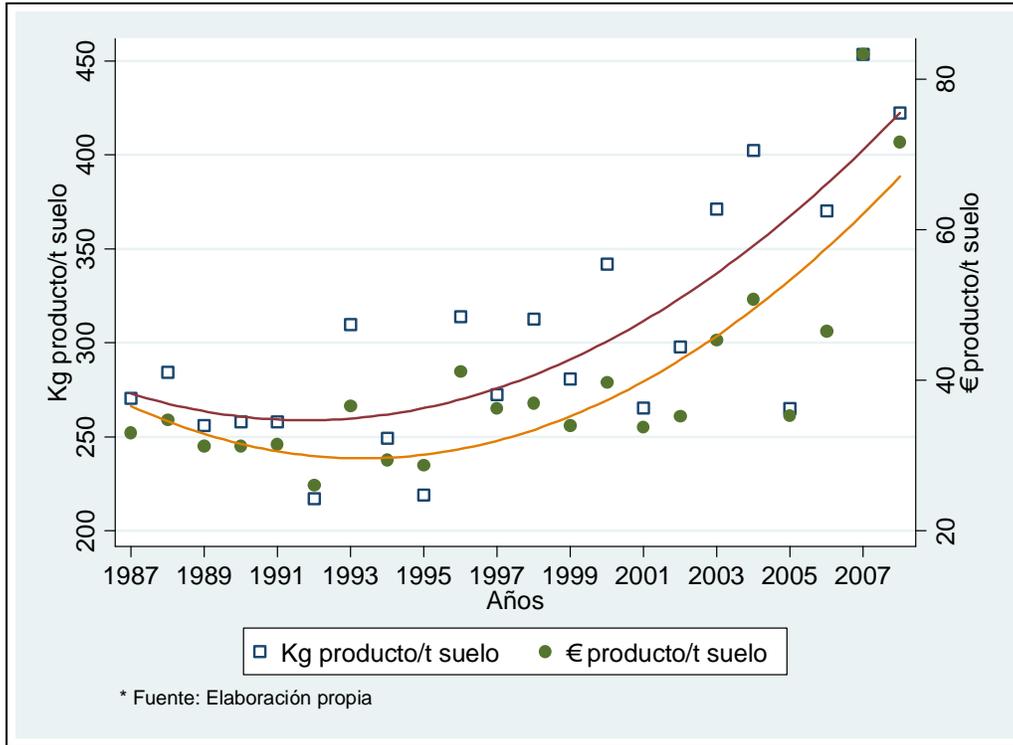


Gráfico 229. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en la cebada.

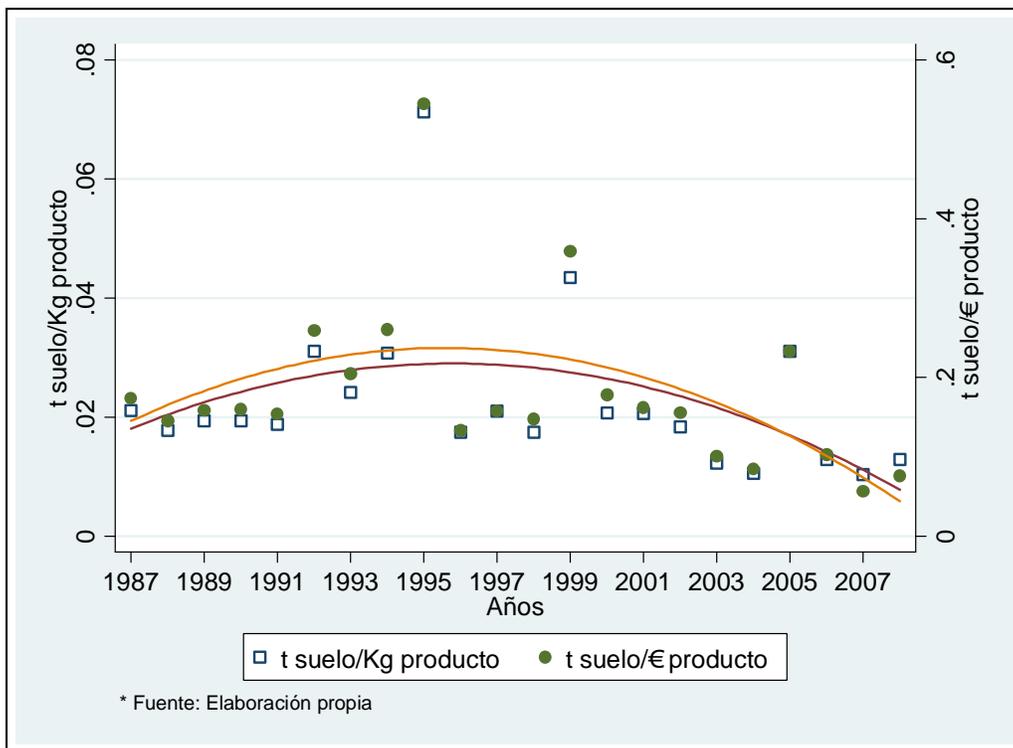


Gráfico 230. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el maíz.

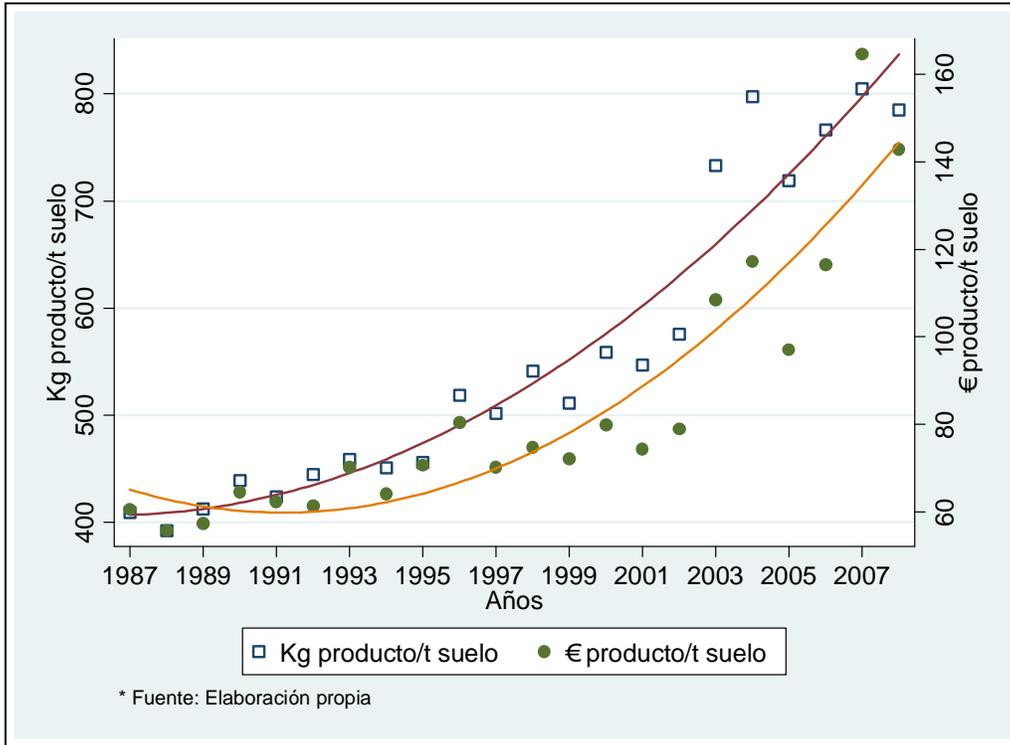


Gráfico 231. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el maíz.

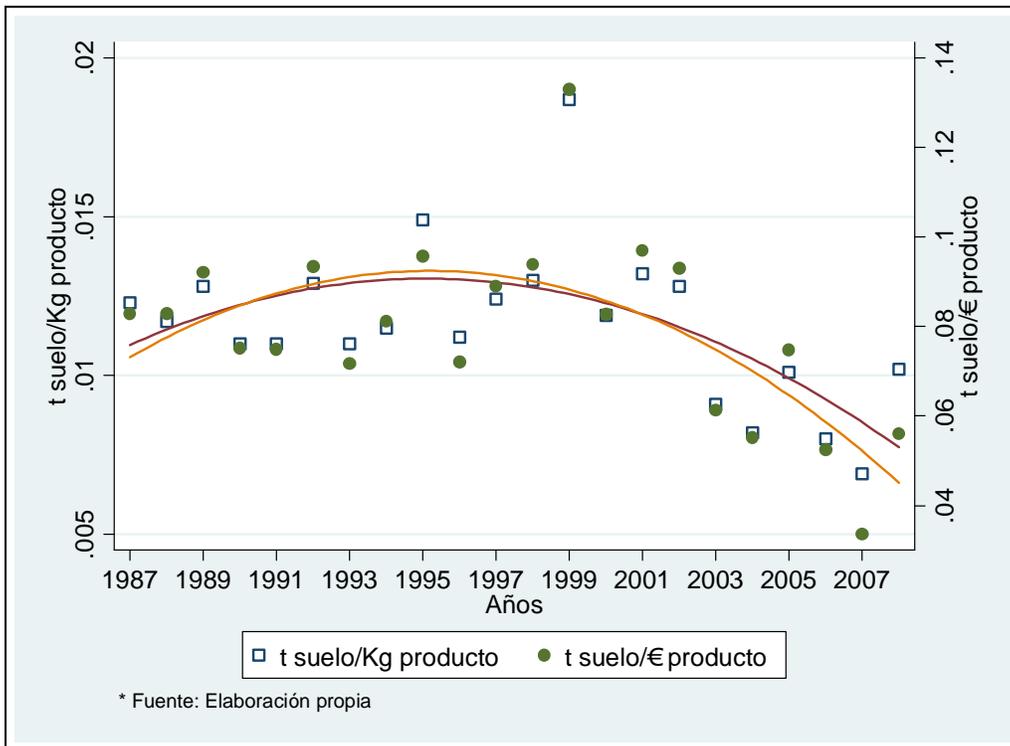


Gráfico 232. Indicadores directos de pérdidas de suelo en la remolacha.

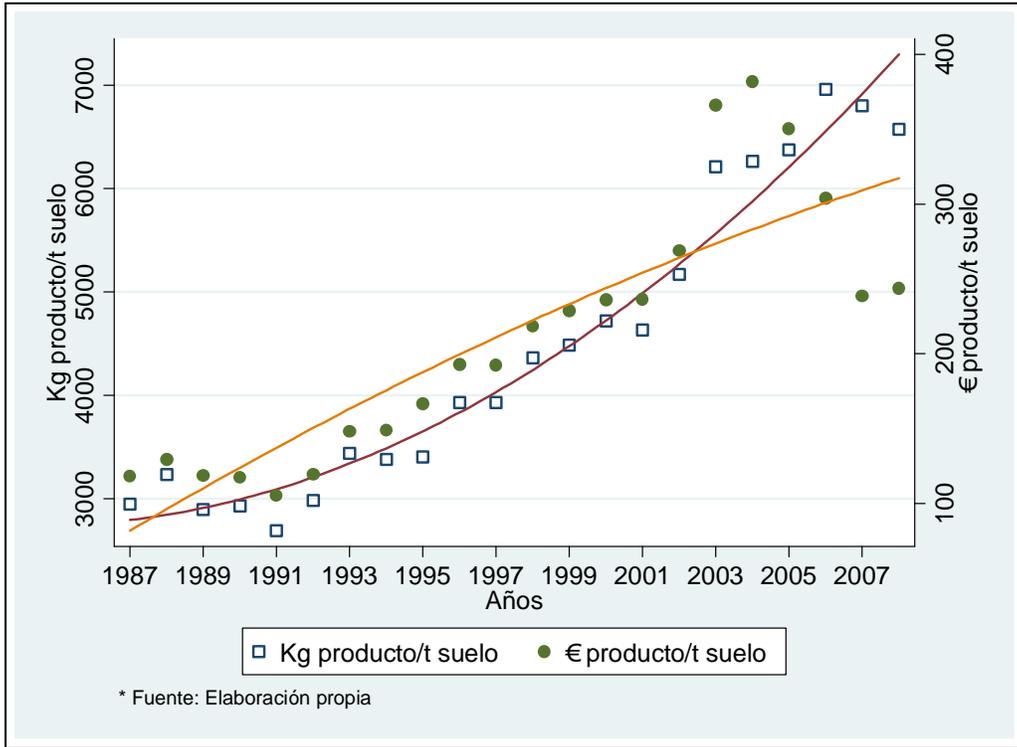


Gráfico 233. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en la remolacha.

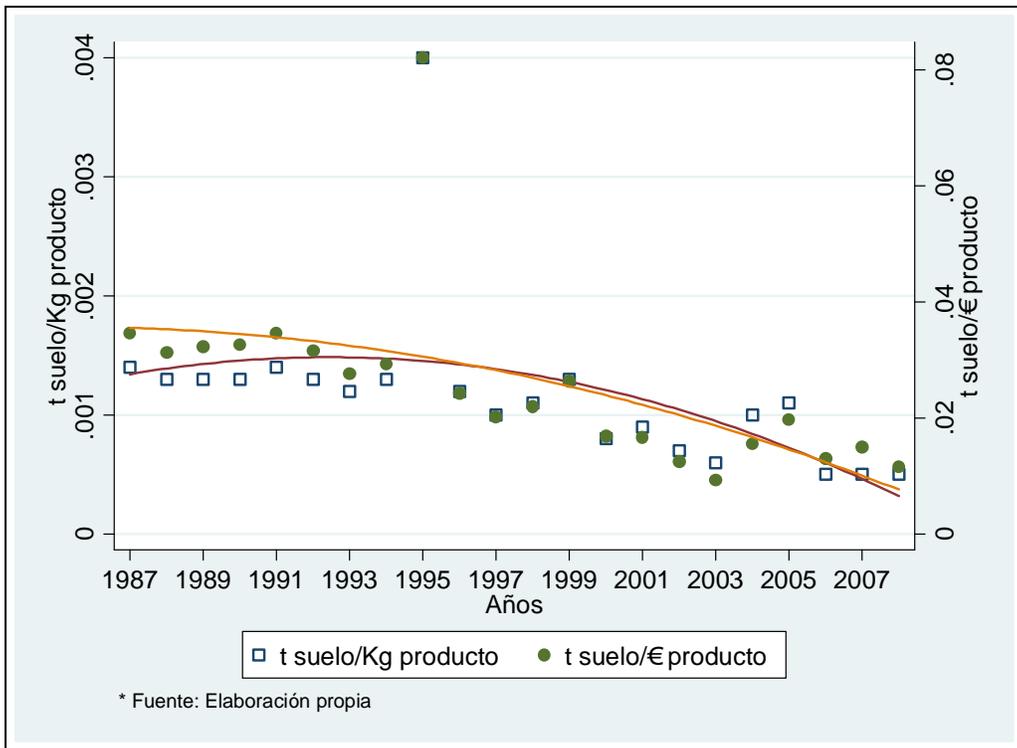


Gráfico 234. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el girasol.

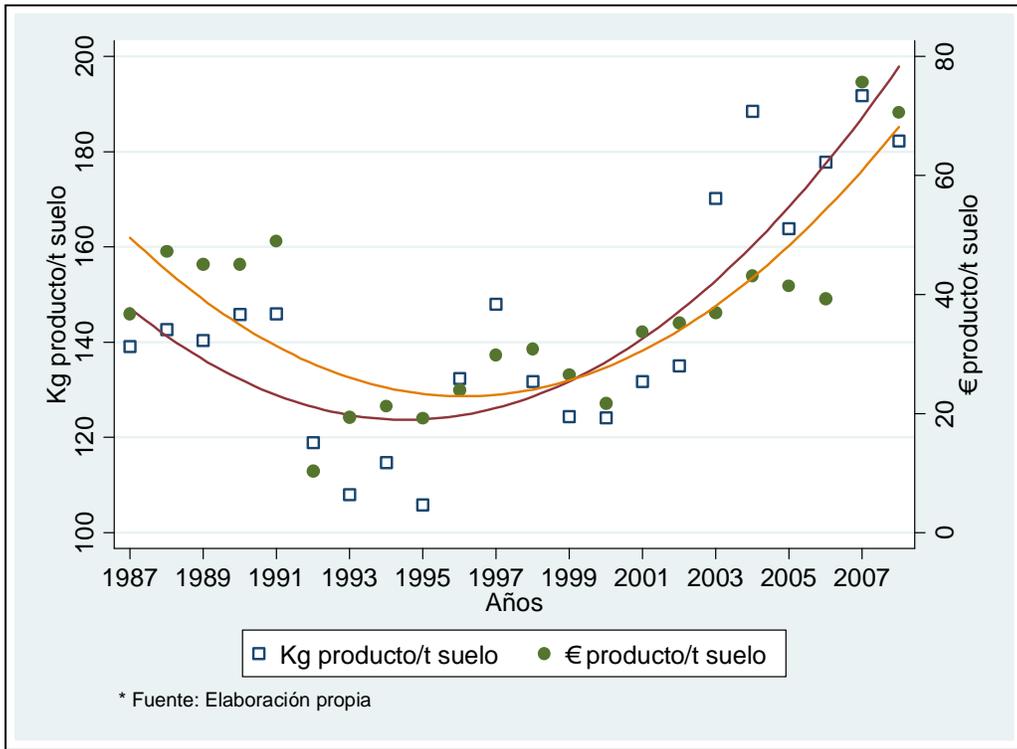


Gráfico 235. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el girasol.

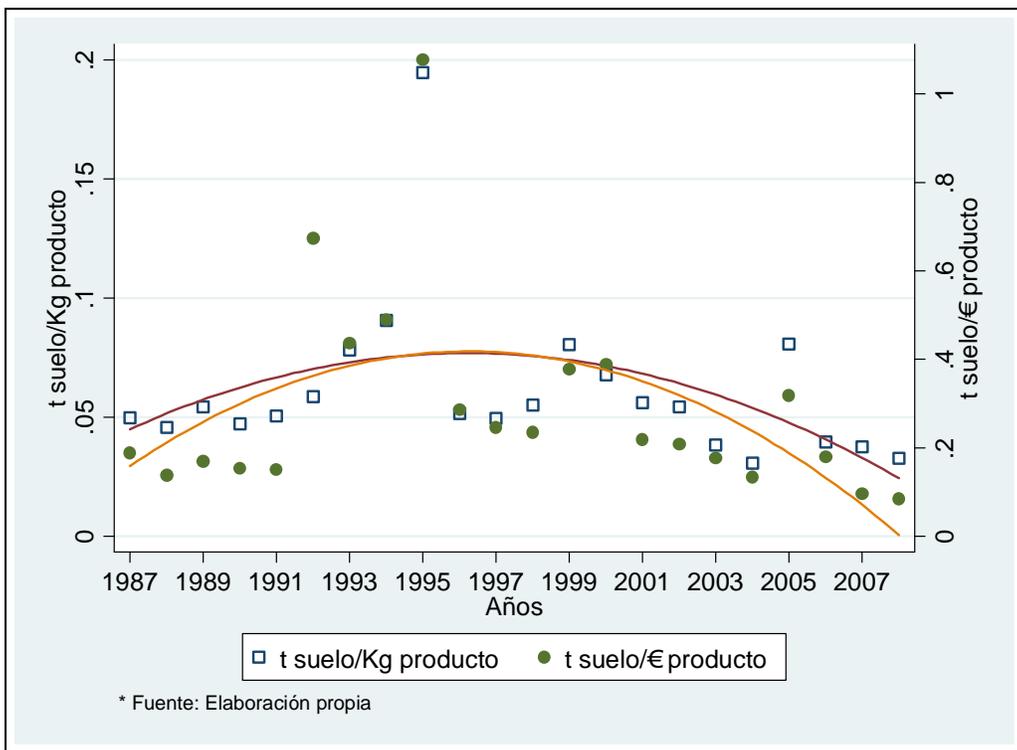


Gráfico 236. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el olivar de mesa.

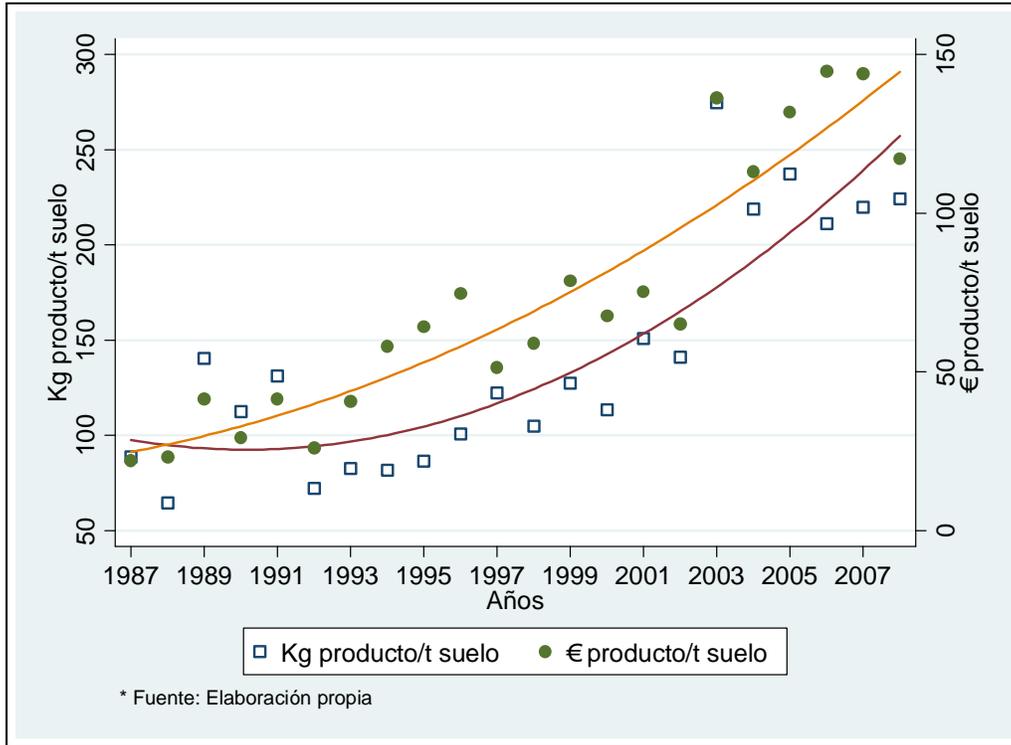


Gráfico 237. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el olivar de mesa.

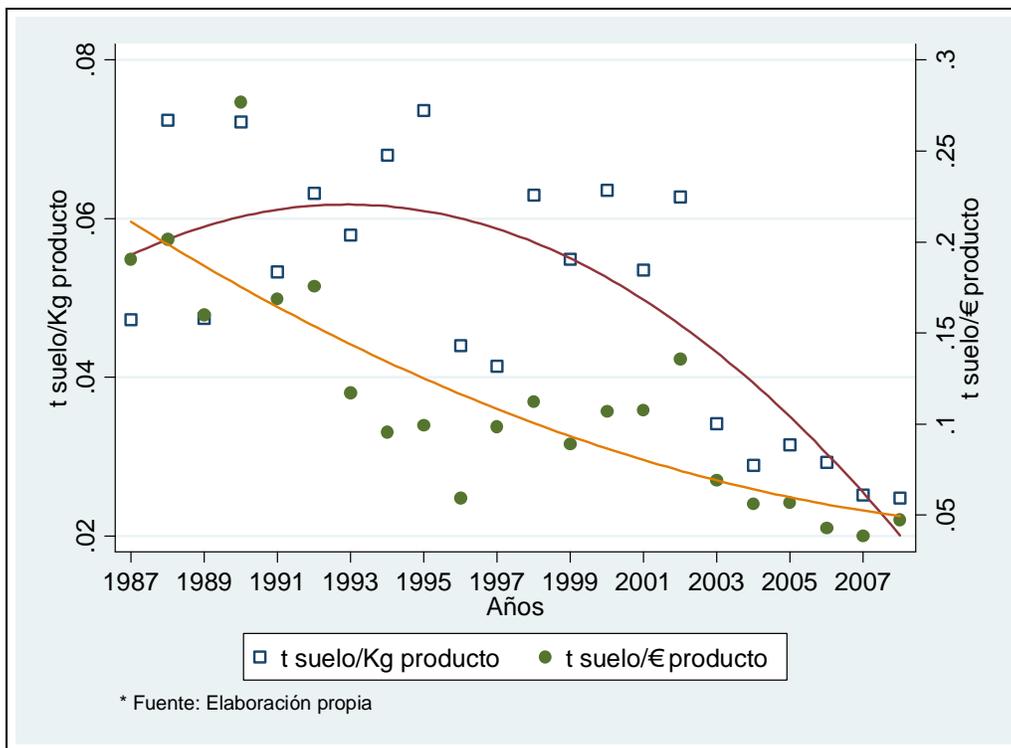


Gráfico 238. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el olivar de transformación.

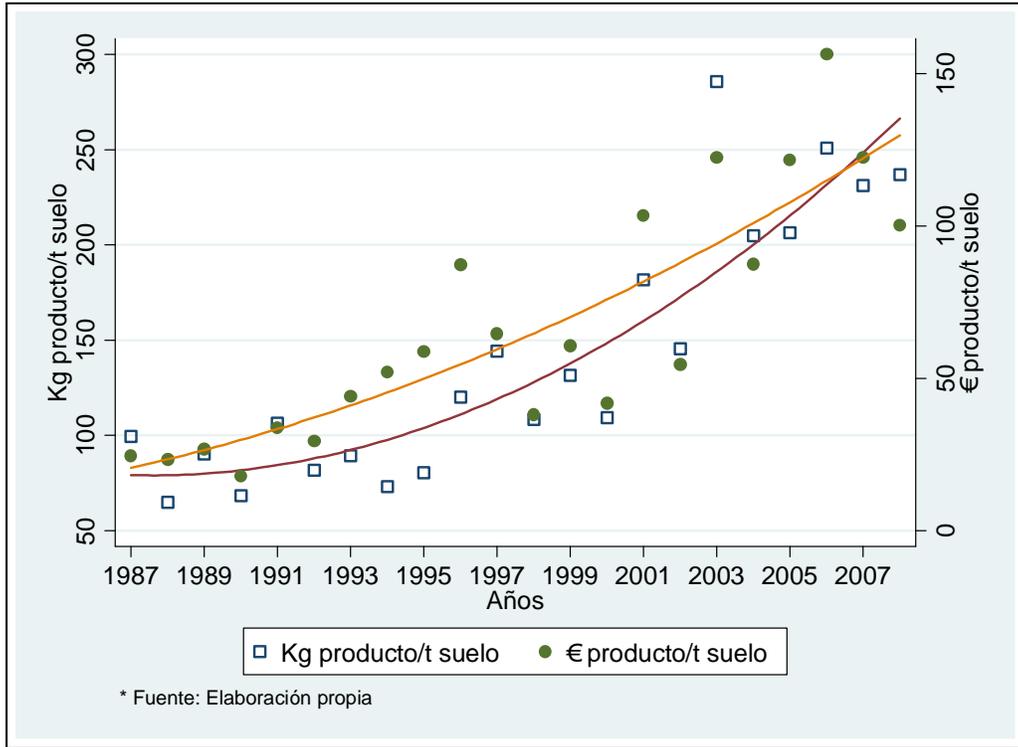


Gráfico 239. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el olivar de transformación.

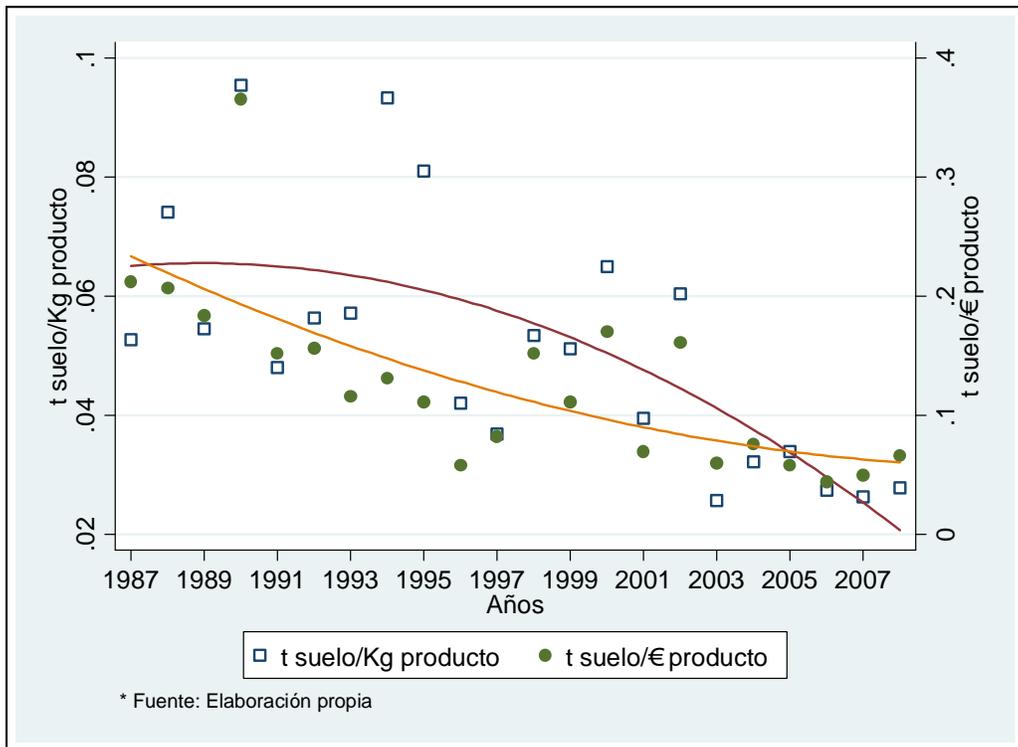


Gráfico 240. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el viñedo mesa.

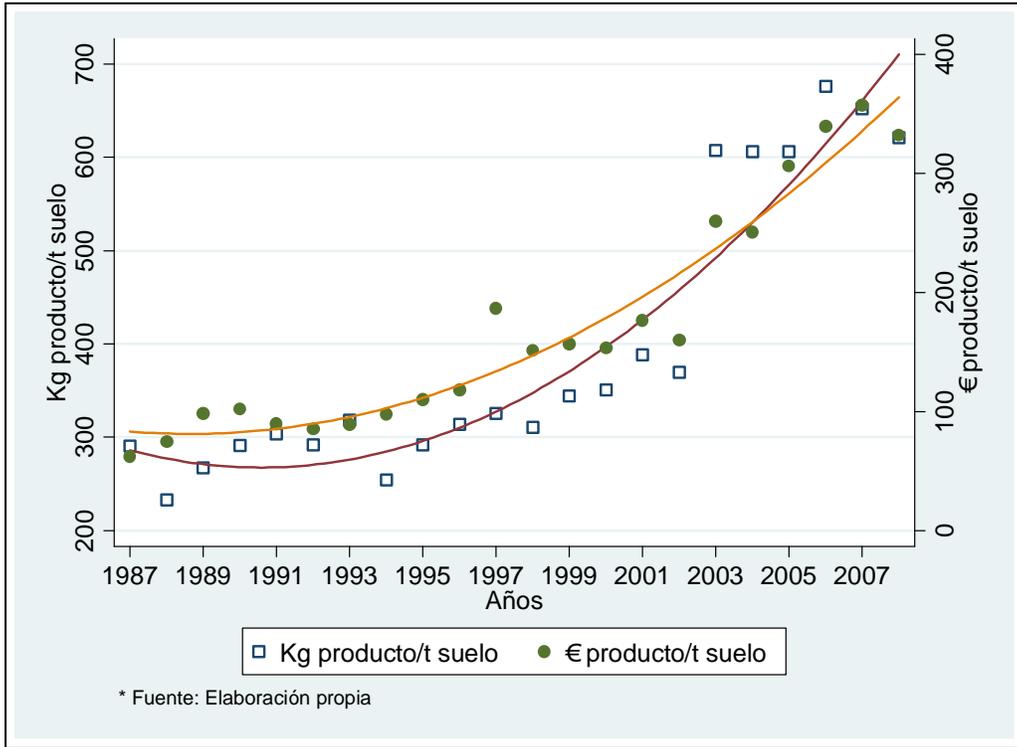


Gráfico 241. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el viñedo mesa.

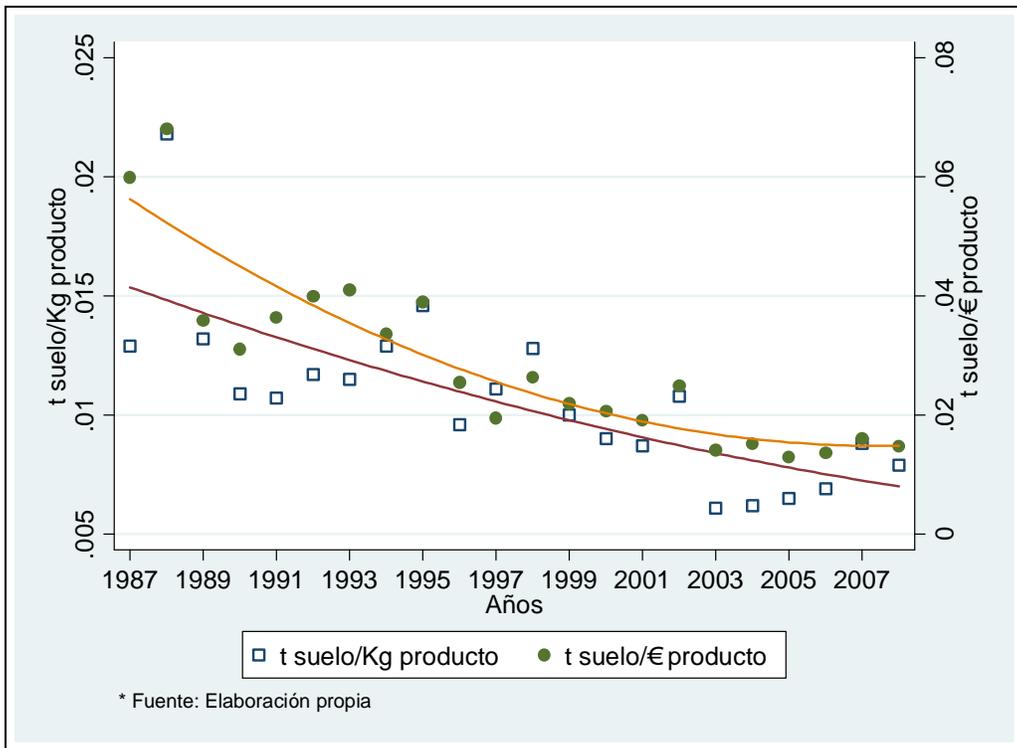


Gráfico 242. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el viñedo de transformación.

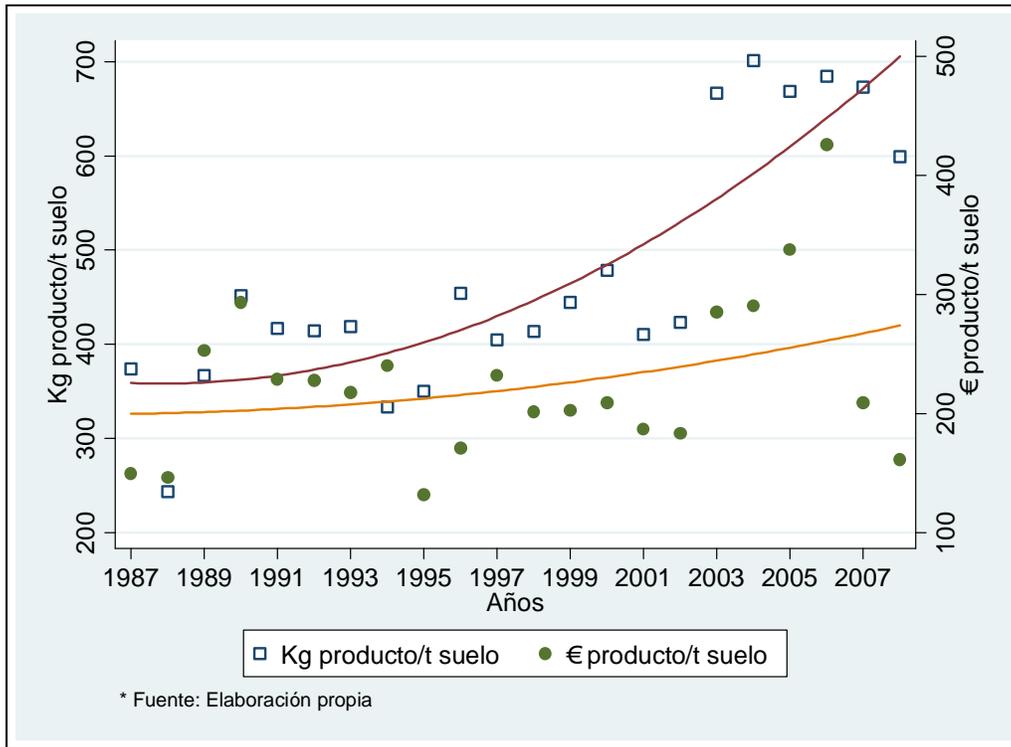


Gráfico 243. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el viñedo de transformación.

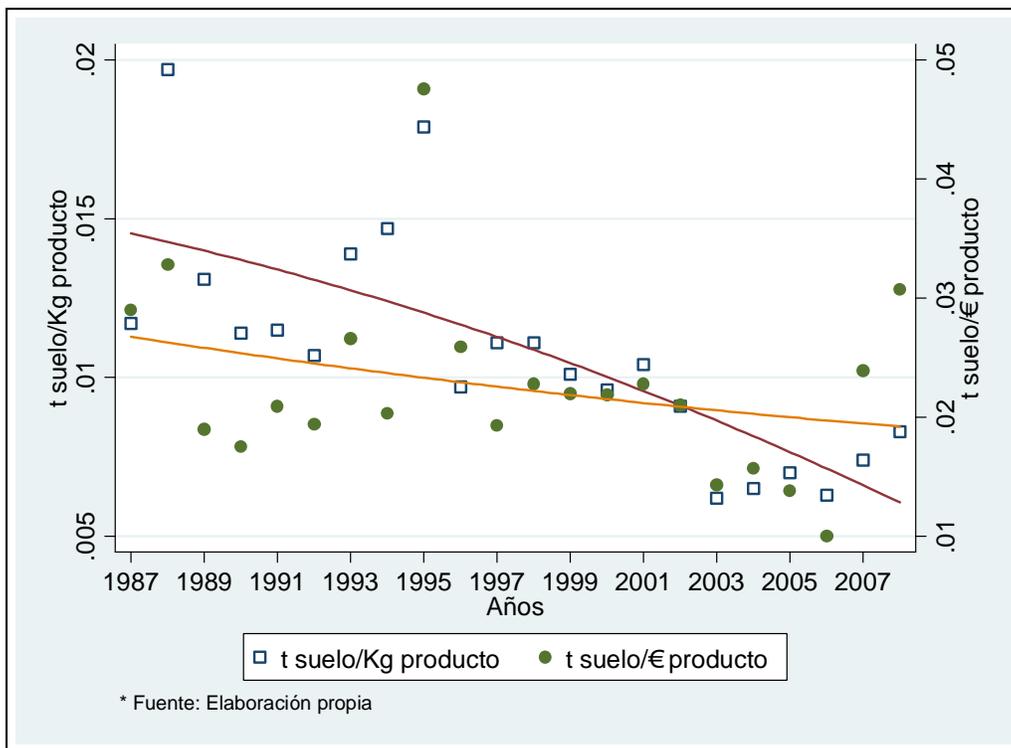


Gráfico 244. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el naranjo.

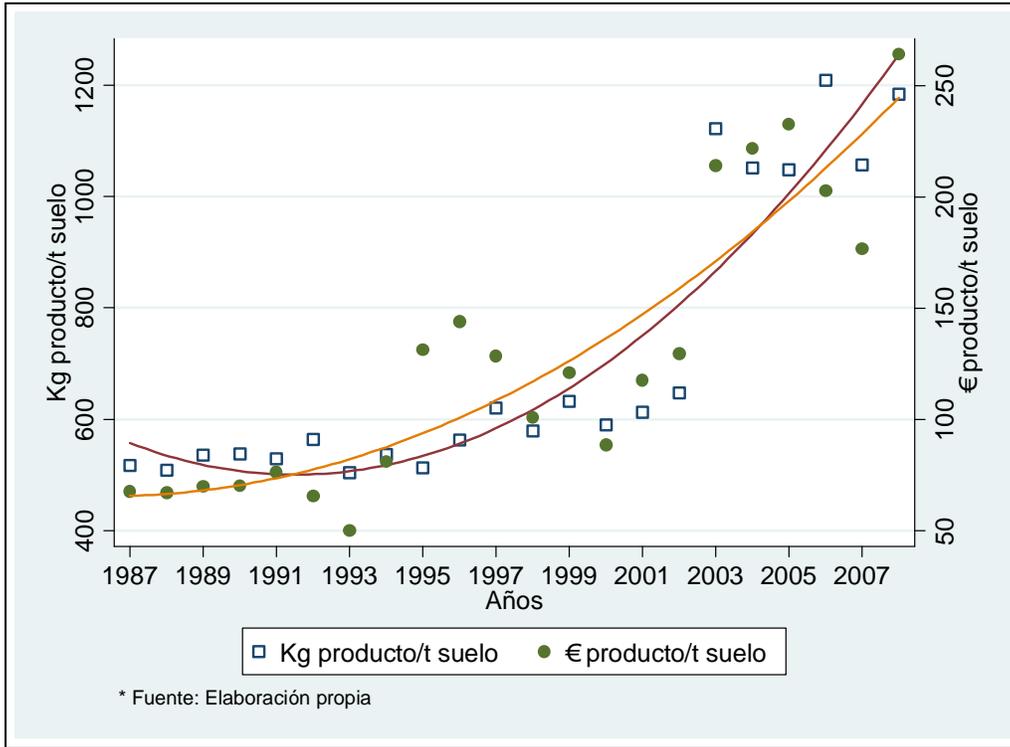


Gráfico 245. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el naranjo.

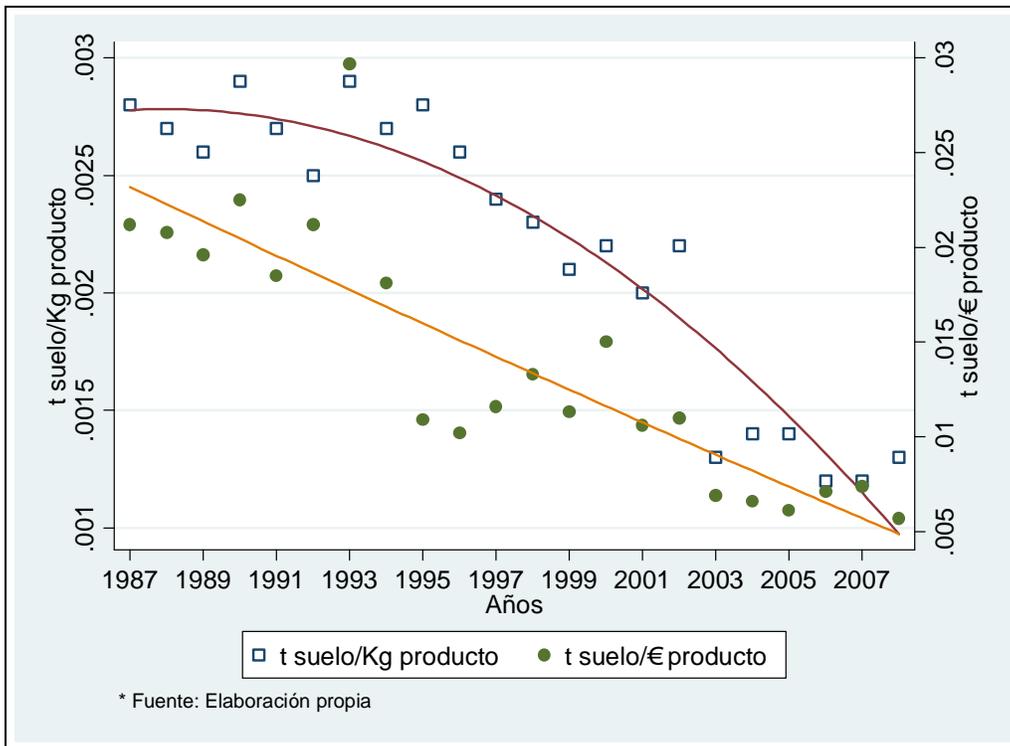


Gráfico 246. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el naranjo amargo.

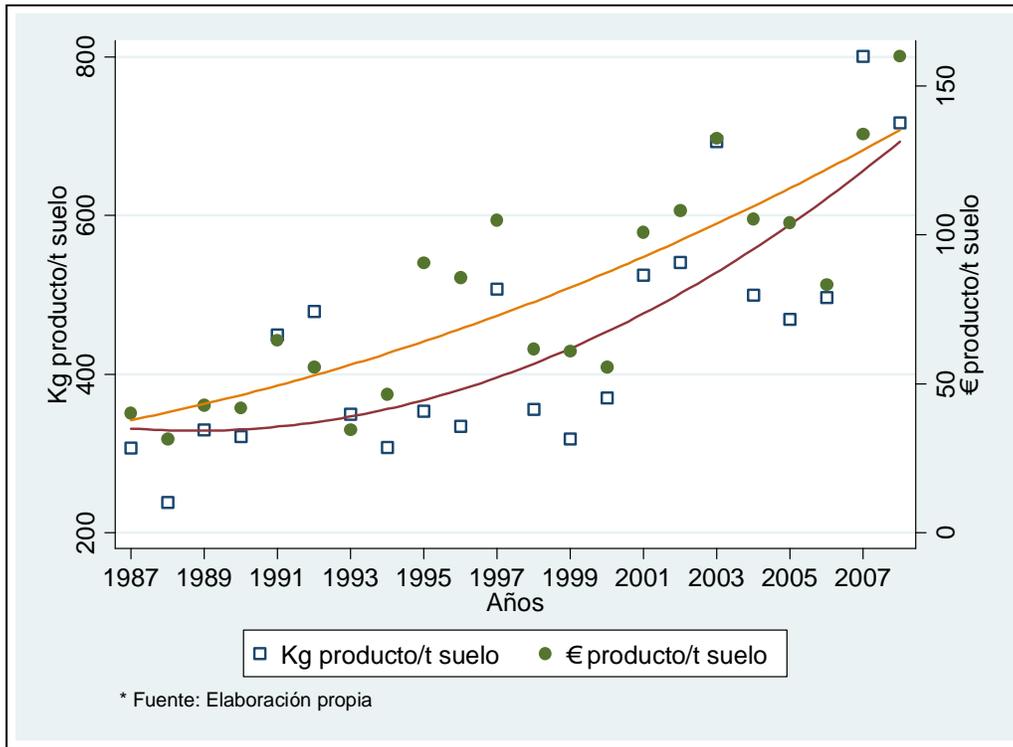


Gráfico 247. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el naranjo amargo.

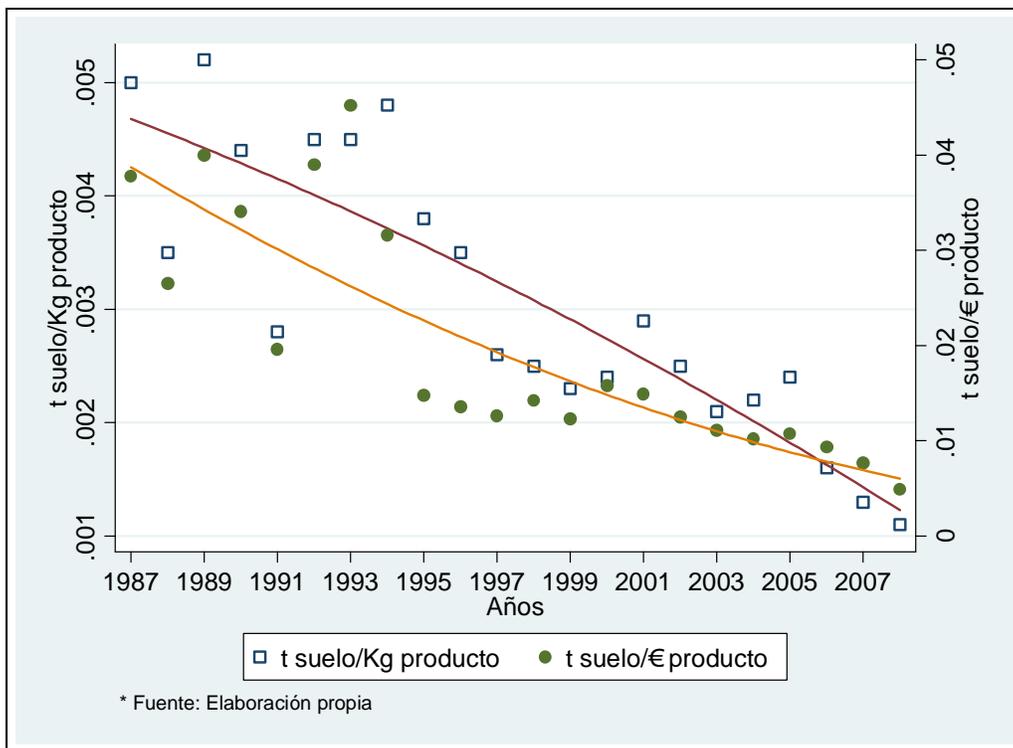


Gráfico 248. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el mandarinao.

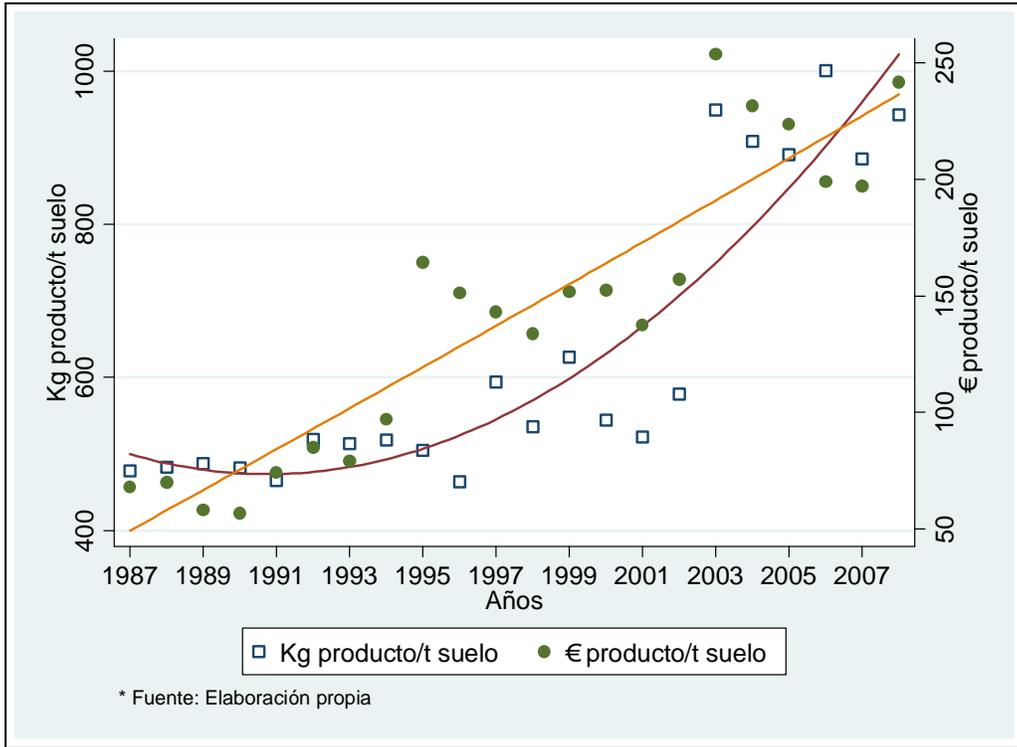


Gráfico 249. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el mandarinao.

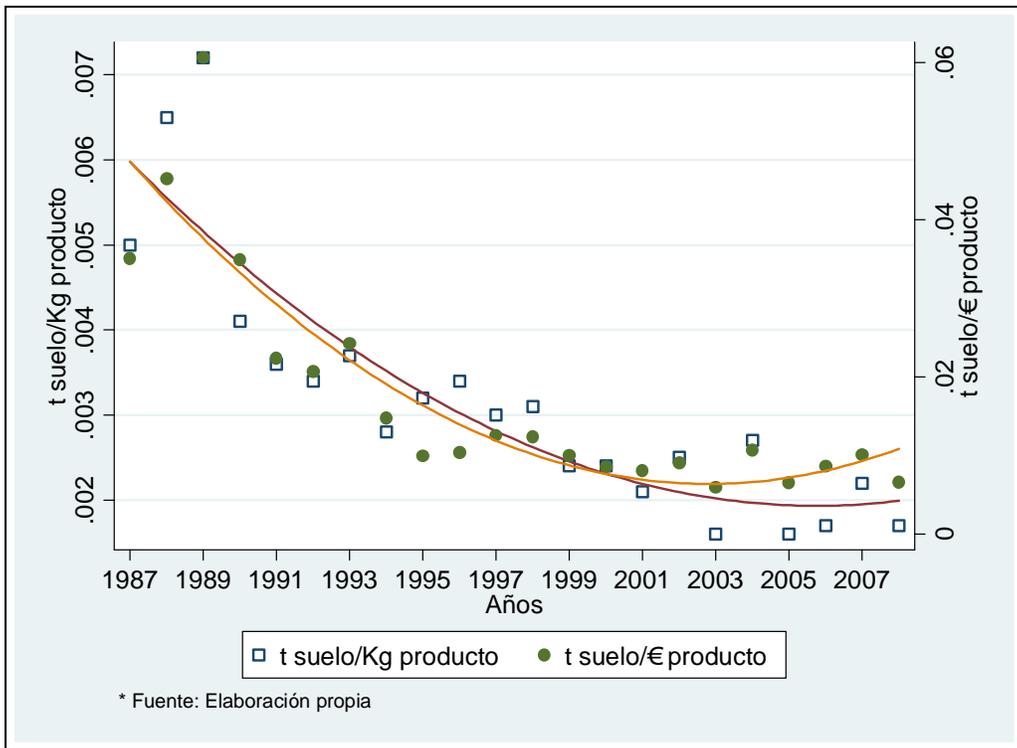


Gráfico 250. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el limonero.

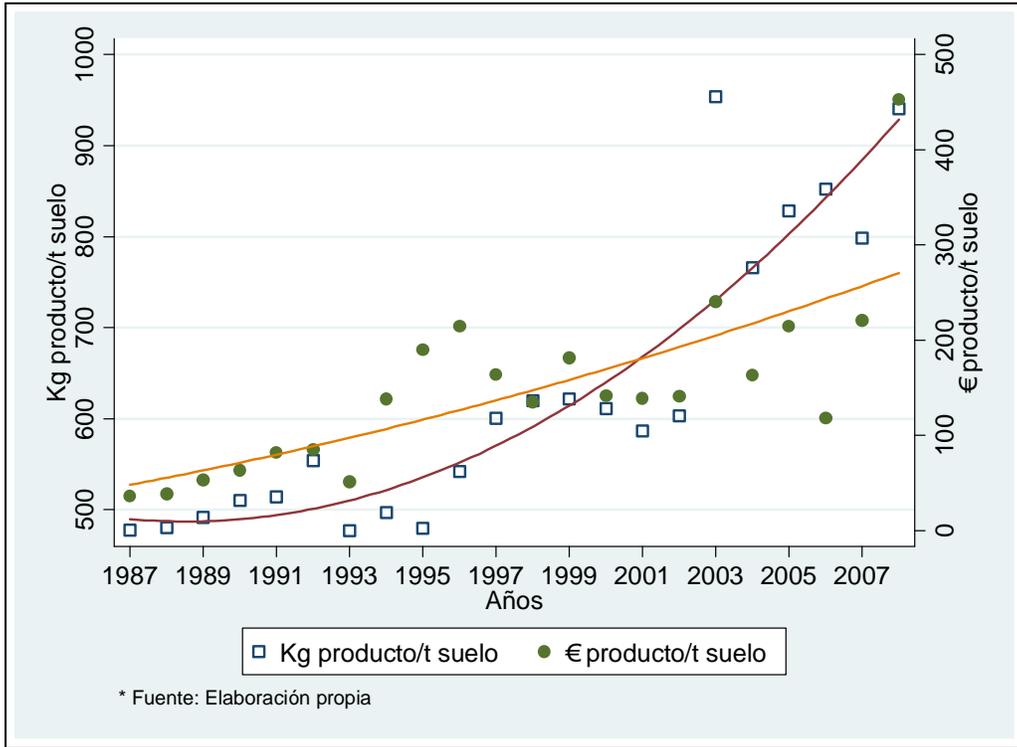


Gráfico 251. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el limonero.

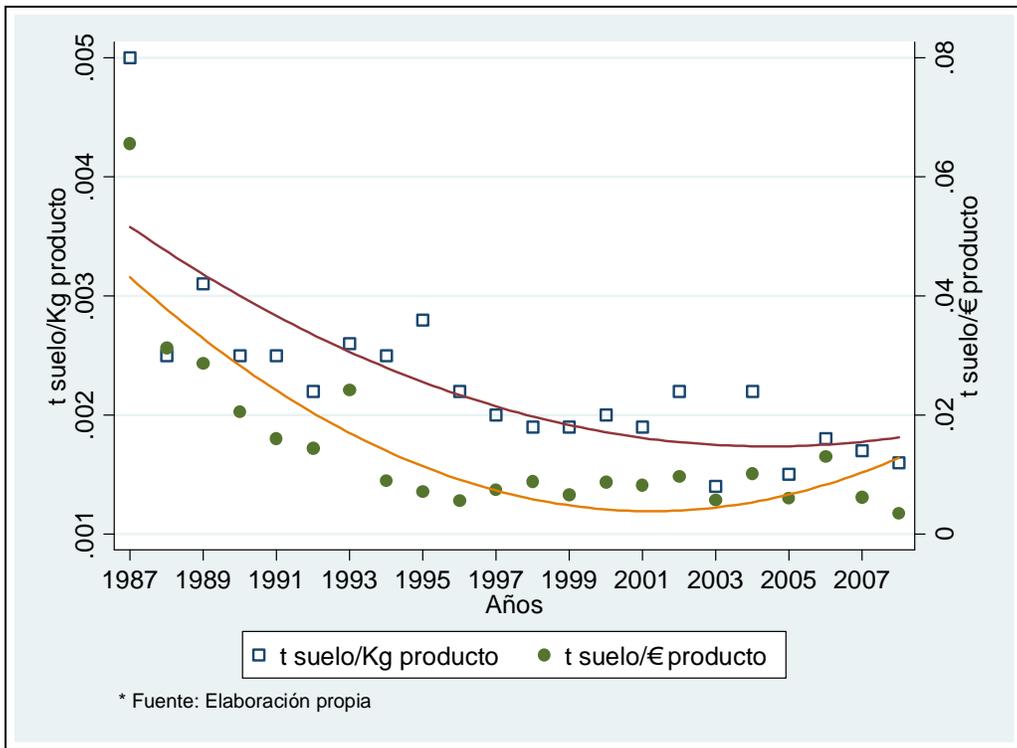


Gráfico 252. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el pomelo.

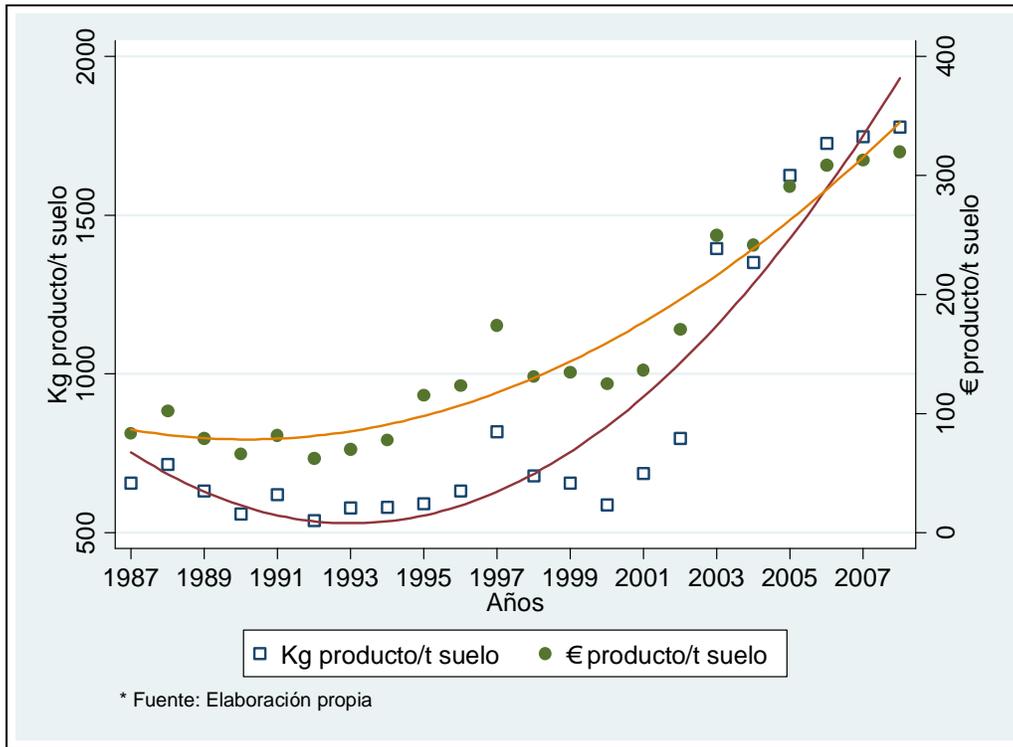


Gráfico 253. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el pomelo.

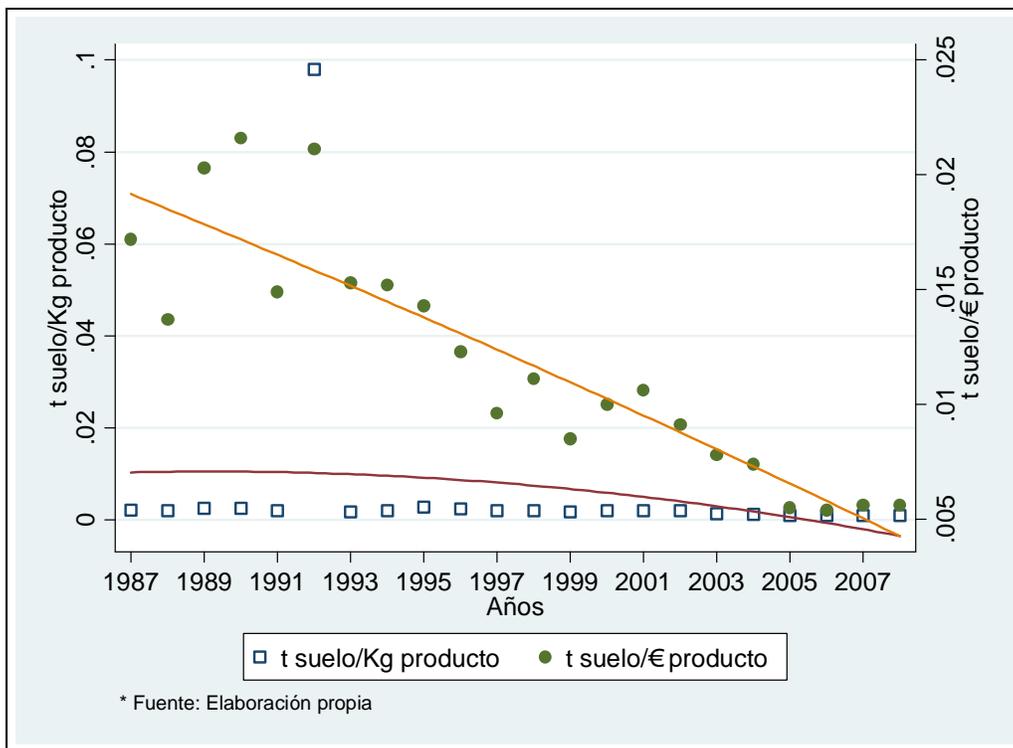


Gráfico 254. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el tomate.

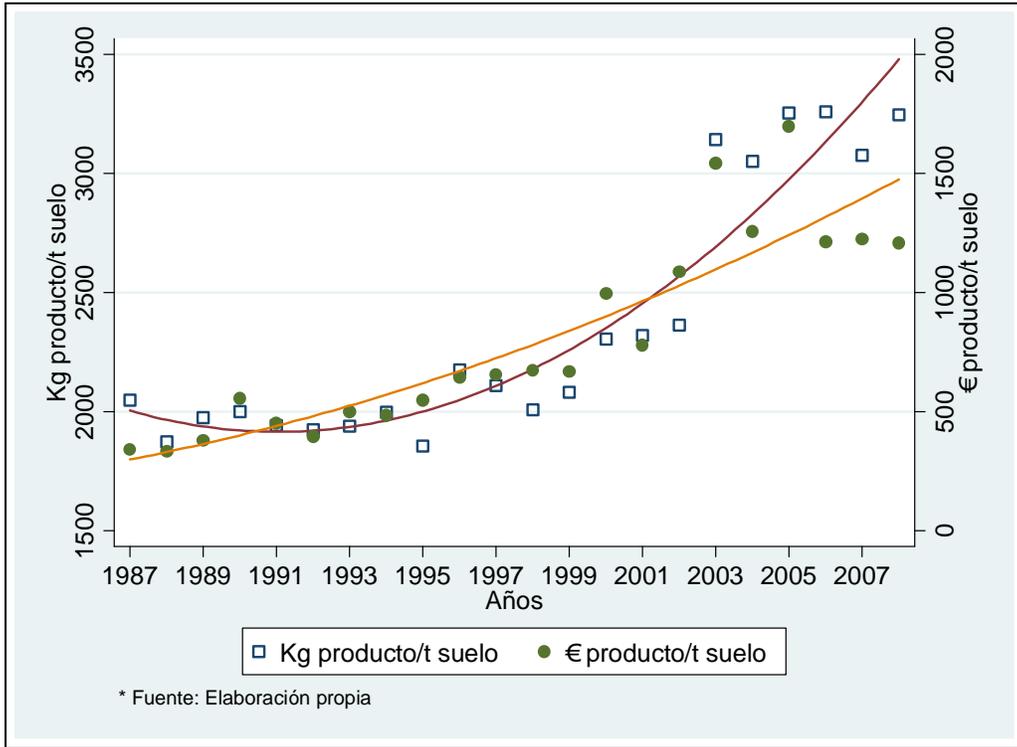


Gráfico 255. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el tomate.

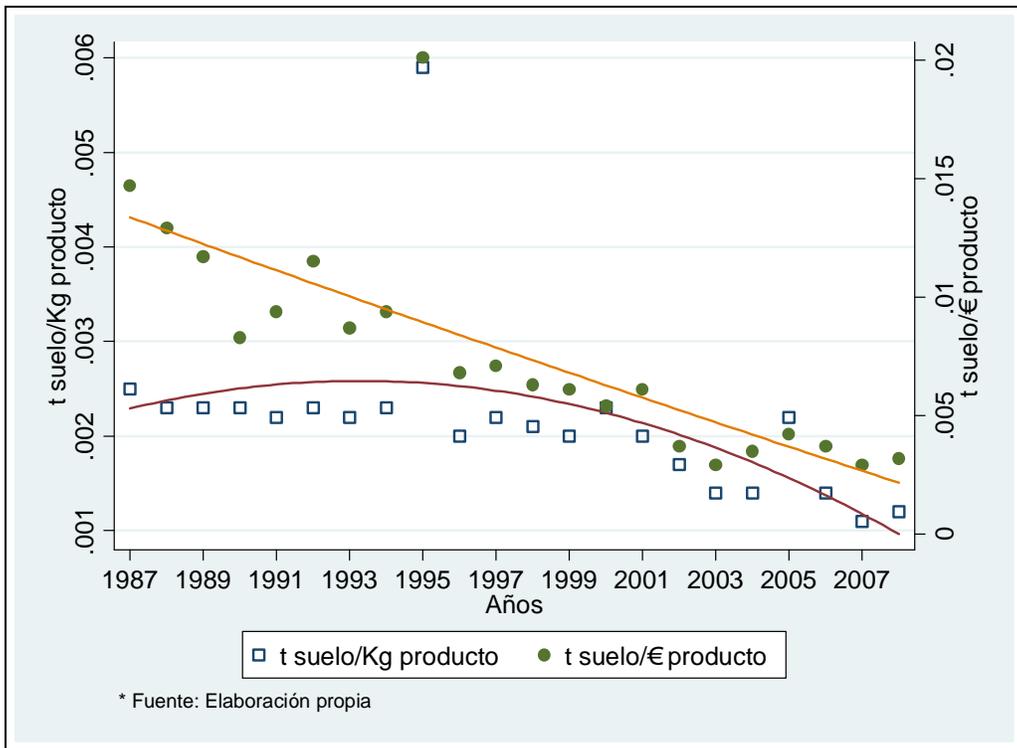


Gráfico 256. Indicadores directos de pérdidas de suelo en el melón.

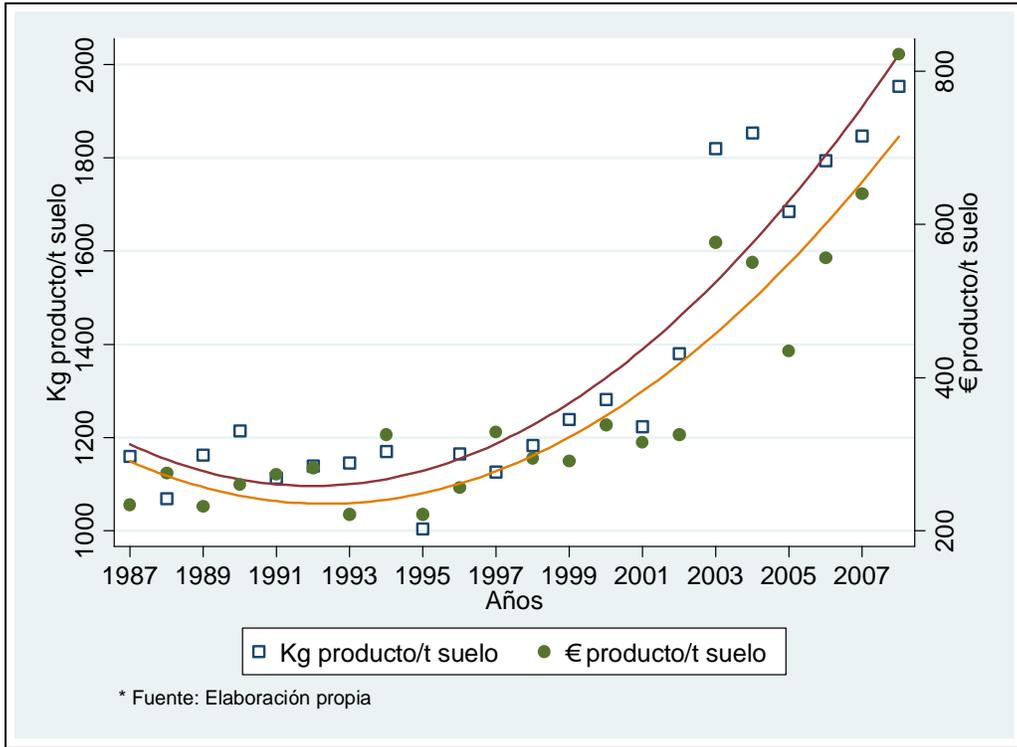
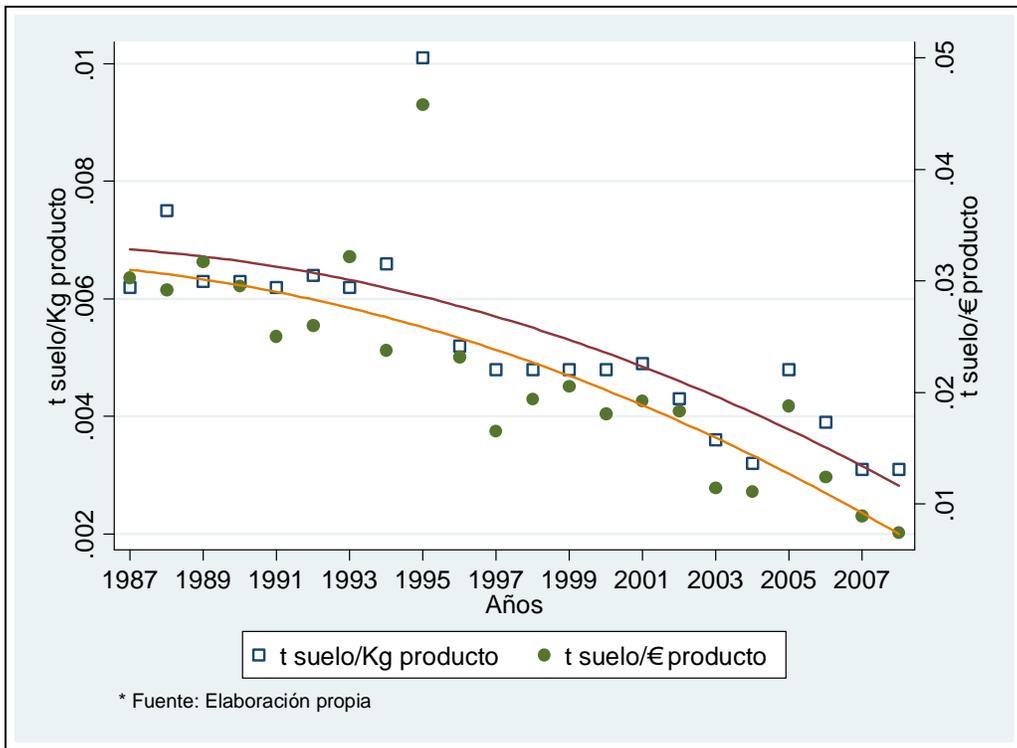


Gráfico 257. Indicadores indirectos de pérdidas de suelo en el melón.



Respecto a los resultados finales de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 (Kg de producto/t de suelo) y E2 (€/Kg de producto), cabe destacar que ambos aumentan a lo largo del periodo en estudio en todos los cultivos.

No obstante, se debe mencionar que existen ciertas alteraciones que se producen en los Indicadores, por ejemplo para el año 1995, que reflejan la fuerte sequía que se produjo en ese año, y que por tanto afectó tanto a la producción como al precio de los cultivos. Por lo tanto, el hecho de que están fuera de la tendencia es debido a situaciones excepcionales que afectaron a la producción y al precio del cultivo, y no a la erosión.

4.2.6.4 CONCLUSIONES

En conclusión, y observando los gráficos de pérdidas de suelo a nivel global, y a pesar que en parte existen ciertas limitaciones debido a la falta de fuente de datos, que los resultados muestran una tendencia a la disminución a lo largo del periodo completo del estudio. Dicha disminución se debe principalmente al aumento de la puesta en práctica de técnicas de conservación de suelos por parte de los productores. Sin embargo, dichos datos deben cotejarse cuando se tengan los datos del periodo 2002-2012 para las veinticuatro provincias restantes que no se han considerado en este estudio. Por esta razón, el estudio necesita completarse una vez que estén realizados todos los estudios de la segunda etapa con el fin de obtener una imagen realista de las pérdidas de suelo en todo el territorio.

Con respecto a los resultados finales de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios E1 (Kg de producto/t de suelo) y E2 (€/Kg de producto), cabe destacar que ambos aumentan a lo largo del periodo en estudio en todos los cultivos, y por la misma razón sus inversos disminuyen. Es decir, que cada vez se produce más cantidad de producto y el agricultor percibe más dinero por éste, con respecto a las pérdidas que se producen de suelo. Sin embargo, tal y como se contempla en la metodología, éstos dependen proporcionalmente de la productividad y de los precios de los cultivos ya que los valores de pérdidas de suelo son prácticamente constantes a lo largo del periodo en estudio.

Con los datos que se disponen actualmente, a nivel global, se puede decir que la tendencia observada es hacia un aumento de la producción y de los precios de los cultivos al mismo tiempo que gracias a las técnicas de conservación empleadas disminuyen la pérdida de suelos.

4.2.6.5 BIBLIOGRAFÍA

European Environment Agency, 1995. *Europe's Environment- The Dobris Assessment*.

European Environment Agency, 1998. *Europe's Environment- Second Assessment*.

I.C.O.N.A. *Mapas de Estados Erosivos*. Varios títulos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.

I.C.O.N.A., 1988. *Agresividad de la lluvia en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.

I.C.O.N.A., 1991. *Plan de lucha contra la erosión*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.

MARM, 2007. *Sostenibilidad y desarrollo: Desafíos para la sostenibilidad en España*. Ministerio Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

OCDE., 2001. *Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results*. Executive Summary.

Oficina Europea del Suelo.,2000. *Estimation of the erosion risk in Italy*. Centro Común de Investigación.

Oficina Europea del Suelo.,2001. *Soil Erosion Risk in Europe*. Centro Común de Investigación.

OSE., 2009. *Sostenibilidad en España. Observatorio de Sostenibilidad en España*. (Disponible en: <http://www.sostenibilidad-es.org/informes/informes-anuales/sostenibilidad-en-espana-2009>)

Secretaria General del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. *Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012*. Varios títulos. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

4.2.7 FLUJO DE CARBONO

4.2.7.1 OBJETIVOS

El objeto de esta parte del proyecto es realizar una cuantificación del Balance del Carbono Cultivo (BCC) y determinar su evolución en el tiempo. Una vez obtenido este dato se pretende calcular, para el periodo 1980 – 2008, los siguientes indicadores.

- **F1** (kg de CO₂/kg producto), es decir, los kilogramos de CO₂ equivalentes obtenidos del Balance Carbono Cultivo en base a los kilogramos de producto obtenidos de cada cultivo.
- **F2** (kg de CO₂/€ producto), es decir, los kilogramos de CO₂ equivalentes obtenidos del Balance Carbono Cultivo en base al precio percibido por los agricultores para cada cultivo.

Seguidamente se presentan los valores de los Indicadores inversos, 1/F1 y 1/F2, respectivamente.

Los Indicadores se calcularán a nivel nacional para todos los cultivos objeto de estudio.

A lo largo del documento se analiza la metodología empleada para la determinación de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios directos e inversos de F1 y F2 y los resultados obtenidos.

Por último se adjuntan los Anejos donde se pueden consultar los datos de las principales fuentes bibliográficas y las Hojas de Cálculo empleadas para alcanzar los resultados de Indicadores.

4.2.7.2 METODOLOGÍA

A lo largo de este apartado se pretende desarrollar las variables necesarias para el desarrollo del Balance de Carbono por Cultivo y seguidamente se realizaran los cálculos necesarios para las estimaciones de carbono captado y emitido de forma paralela.

El Balance de Carbono cultivo se calcula conforme a la ecuación:

$$\text{BCC (Kg CO}_2\text{/ha)} = \text{ABS (Kg CO}_2\text{/ha)} - \text{EMI (Kg CO}_2\text{/ha)} \quad [43]$$

Siendo:

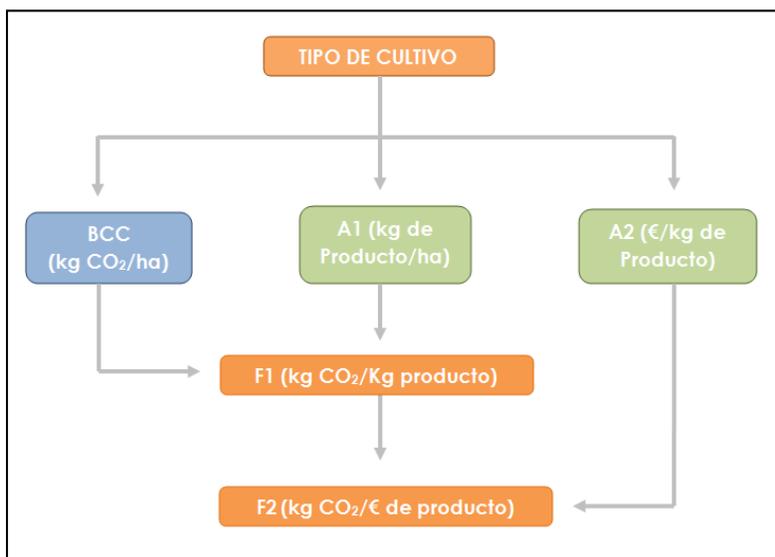
BCC: Balance de Carbono por Cultivo.

ABS: Carbono captado o absorbido.

EMI: Carbono emitido¹⁴.

Una vez estimado el flujo de carbono para cada cultivo en unidades de Kilogramos por hectárea, tan solo tendremos que relacionarnos con los Indicadores de Usos de la Tierra A1 y A2 (estudiados en el Capítulos 4.2.1) para obtener los Indicadores F1 y F2 (ver Figura 12).

Figura 12. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios F1 y F2.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7.2.1 Cálculo de la captación del Carbono

Para determinar la cantidad de carbono equivalente captado es necesario conocer la cantidad de dióxido de carbono absorbido por las plantas, el cual se establece a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{ABS (kg CO}_2\text{/ha)} = \text{BT} * \text{MS} * (\text{PM}_{\text{CO}_2} / \text{PM}_c) \quad [44]$$

¹⁴ Cabe destacar que en el cálculo del carbono emitido, para esta primera fase del proyecto, únicamente se ha tenido en cuenta las emisiones directas por parte del consumo de combustible.

Siendo:

$$\text{BT (Kg/ha)} = \eta / \text{IC} \quad [45]$$

$$\text{MS} = 0.4 (1 - \% \text{ Humedad}) \quad [46]$$

Donde:

BT: Biomasa total producida anualmente, que se obtiene con el rendimiento de cosecha (η) y el Índice de Cosecha (IC).

MS: Materia seca, que se obtiene con las cantidades de humedad que contiene un cultivo y la relación de carbono que hay en la biomasa vegetal (aproximadamente un 40% de biomasa).

$\text{PM}_{\text{CO}_2} / \text{PM}_\text{C}$: Relación de los pesos moleculares entre el dióxido de carbono (44 uma) y el peso molecular del carbono (12 uma).

Los datos de los rendimientos de cosecha (η) para los diferentes cultivos se han obtenido a través de los datos de los Anuarios de Estadística Agraria y son los mismos que aparecen en el Capítulo de Indicadores de Usos de la Tierra y que representamos como el Indicador A1.

Los datos sobre el Índice de Cosecha (IC) y de la cantidad de humedad que contienen los diferentes cultivos se han tomado a partir del trabajo *Posibilidades técnicas del uso de biomasa no alimentaria para la obtención de energía en España (Fuertes, 2009)*, el cual recoge los datos de diversos autores.

Como los Índices de Cosecha y humedad de los cultivos se han mantenido constantes, podemos concluir que la fijación de carbono que realiza cada cultivo es lineal a la cantidad de biomasa producida, y por tanto proporcional al rendimiento de cosecha.

El documento que recoge los datos sobre los Índices de Cosecha y la cantidad de humedad según el tipo de cultivo aparece en el Anejo 2.6.1.

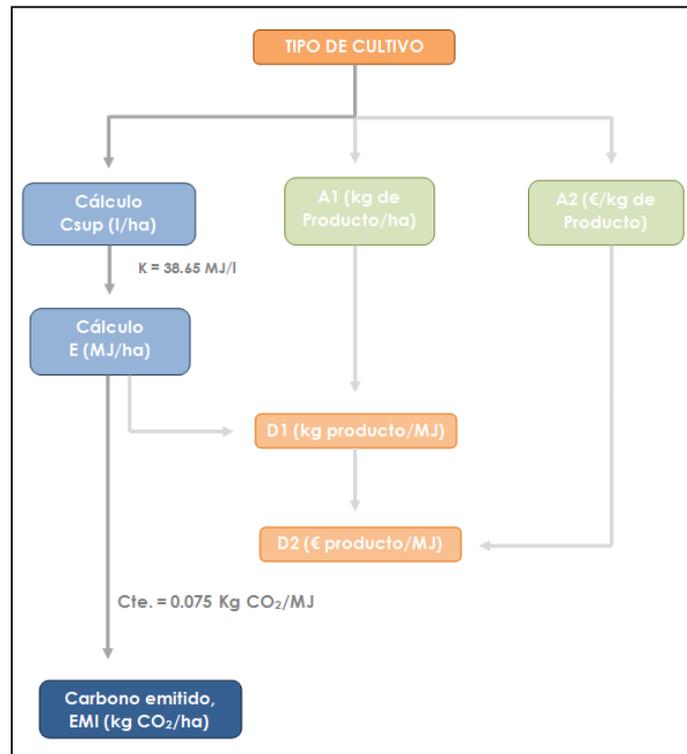
4.2.7.2.2 Cálculo de la emisión de Carbono

Para el cálculo general de las emisiones del dióxido de carbono equivalente que se producen en la agricultura, se han de tener en cuenta las emisiones directas e inversas. Las emisiones directas son aquellas que proceden del consumo de combustible, fertilización, post-recolección y transporte. Por su parte las emisiones indirectas son aquellas que se producen debido a la fabricación y mantenimiento de la maquinaria. Sin embargo, para esta primera fase del proyecto, únicamente se han tenido en cuenta las emisiones directas producidas por el

consumo de combustible empleado en las principales operaciones agrícolas, desde el laboreo hasta la recolección.

Para el cálculo de las emisiones de carbono equivalente, se han utilizado los cálculos de los consumos de combustible realizados para la determinación de los Indicadores de Sostenibilidad de Energía D1 y D2 (Figura 13).

Figura 13. Esquema general para el cálculo del carbono equivalente emitido.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la cantidad de CO₂ emitido se calcula según a la siguiente ecuación:

$$\text{EMI (Kg CO}_2\text{/ha)} = \text{E (MJ/ha)} * \text{Cte. (0.075 Kg CO}_2\text{/MJ)} \quad [47]$$

Donde:

E: Energía consumida en el gasto de combustible empleado en las principales operaciones agrícolas por unidad de superficie.

Cte.: Cantidad de carbono equivalente que se emite por Megajulio de combustible empleado. Ésta constante se calcula a partir de la cantidad de carbono equivalente por kilogramo de combustible (3.45 Kg CO₂/kg gasóleo) (referencia: Lal, 2004), la densidad del gasoil ($\delta = 0.84$

kg/L) y la constante, denominada con la letra K¹⁵, que expresa la cantidad de energía en Megajulios que contiene un litro de gasoil.

$$\text{Cte. (Kg CO}_2\text{/MJ)} = (3.45 \text{ Kg CO}_2\text{/kg gasóleo} * 0.84 \text{ kg/L}) / 38.65 \text{ MJ/L} = 0.075 \text{ Kg CO}_2\text{/MJ}$$

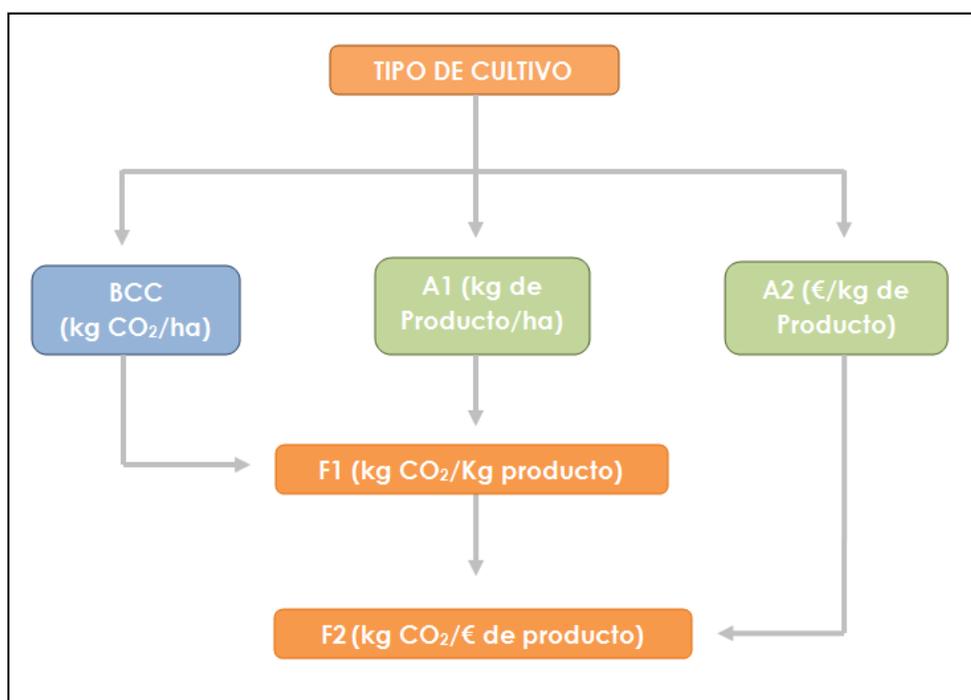
4.2.7.3 RESULTADOS

Conocida la cantidad de carbono absorbido y emitido en los diferentes cultivos, se calculan los Indicadores de Flujo de Carbono, relacionando los balances por cultivos con los Indicadores de Uso de la Tierra A1 y A2 de la siguiente manera:

$$\text{F1 (Kg CO}_2\text{/Kg producto)} = \text{BCC (Kg CO}_2\text{/ha)} / \text{A1 (Kg producto/ha)} \quad [48]$$

$$\text{F2 (Kg de CO}_2\text{/€ producto)} = \text{F1 (Kg CO}_2\text{/Kg producto)} / \text{A2 (€ /Kg producto)} \quad [49]$$

Figura 14. Esquema general de los cálculos realizados para obtener los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios F1 y F2.



Fuente: Elaboración propia.

¹⁵ La constante, K = 38.65 MJ/L, utilizada anteriormente para el cálculo de los Indicadores de Sostenibilidad de Energía (Ver Capítulo 4.2.4), se calcula a partir del poder calorífico inferior del combustible (PCI = 46.000 kJ/kg) y la densidad del gasoil ($\delta = 0.84$ kg/L).

A continuación, se muestran de forma grafica los resultados de los Indicadores de Sostenibilidad Agro-Alimentarios F1, F2 y sus valores inversos por cultivos (para más detalle, consultar el Anejo 2.6.2, *“Cálculos y Resultados”*).

Gráfico 258. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el trigo

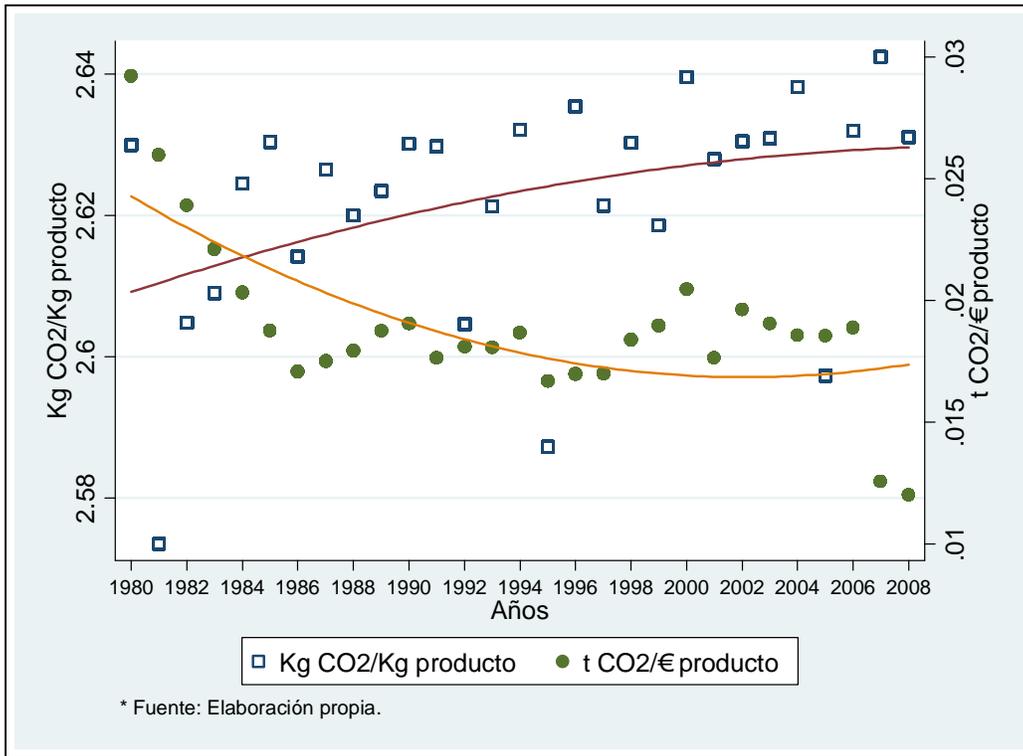


Gráfico 259. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el trigo

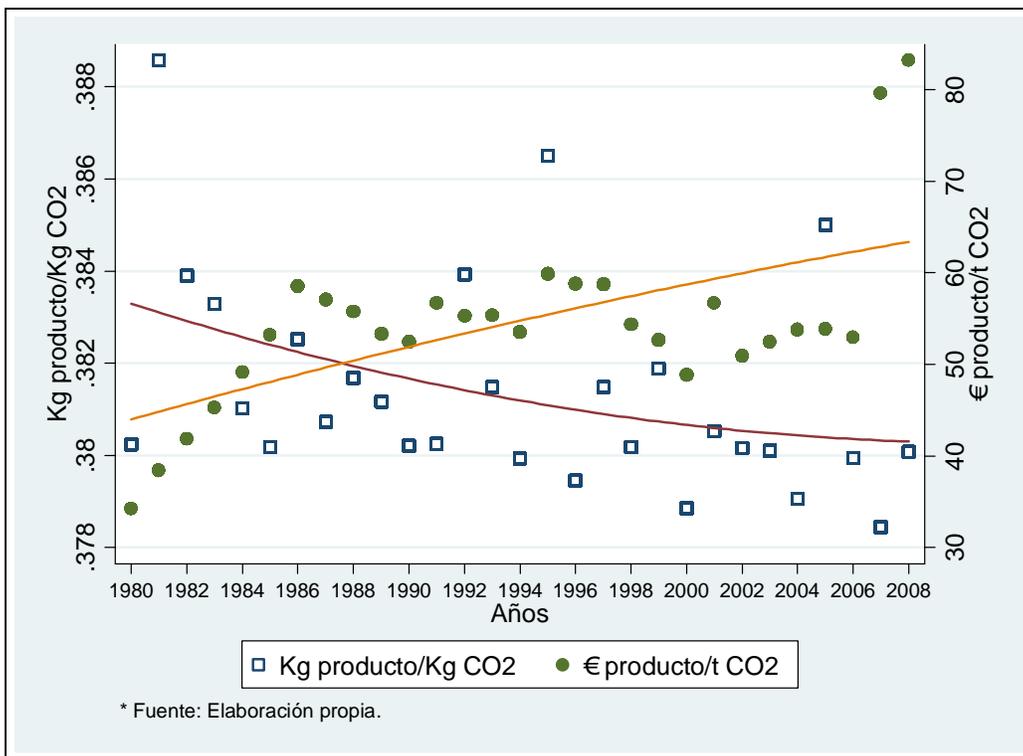


Gráfico 260. Indicadores directos de flujo de CO₂ en la cebada

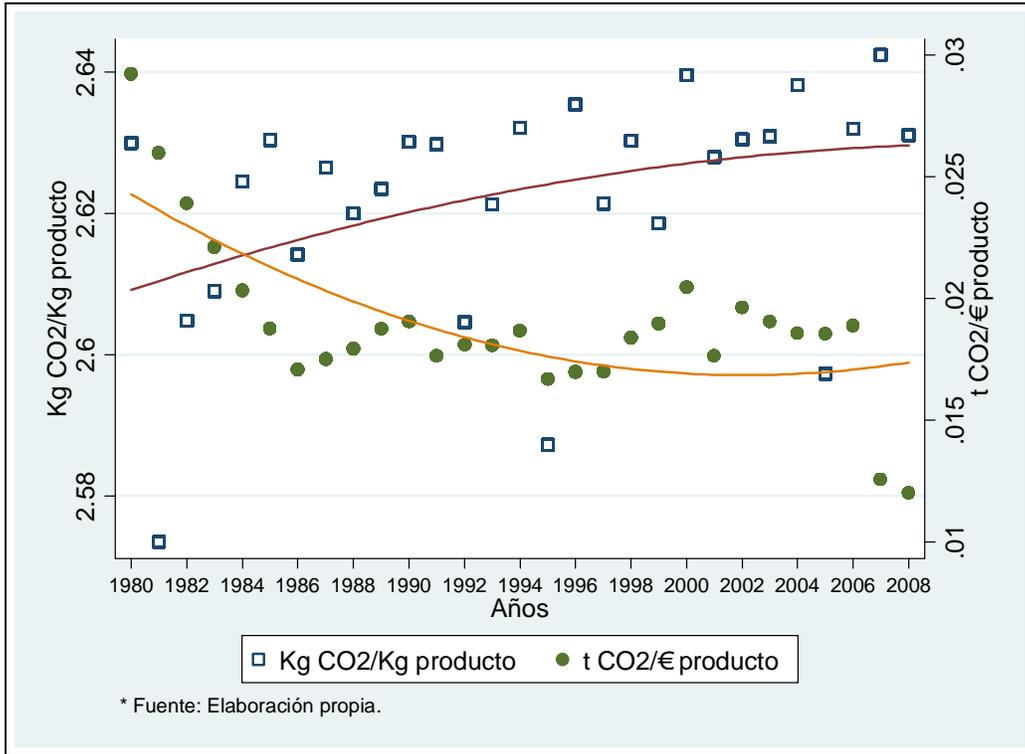


Gráfico 261. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en la cebada

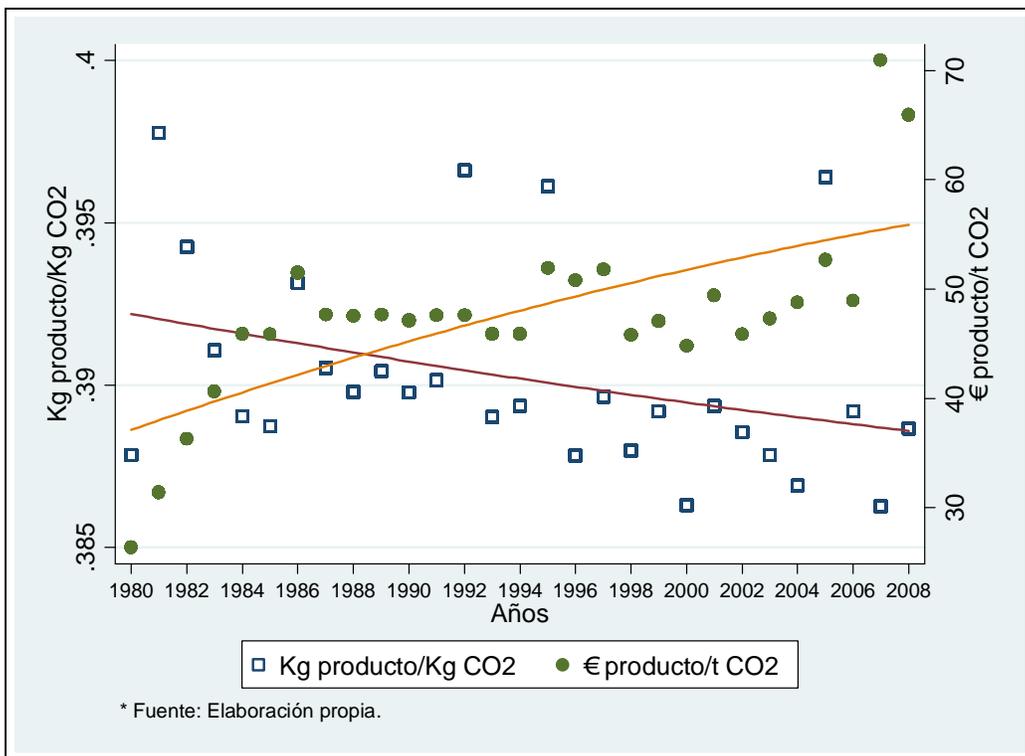


Gráfico 262. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el maíz

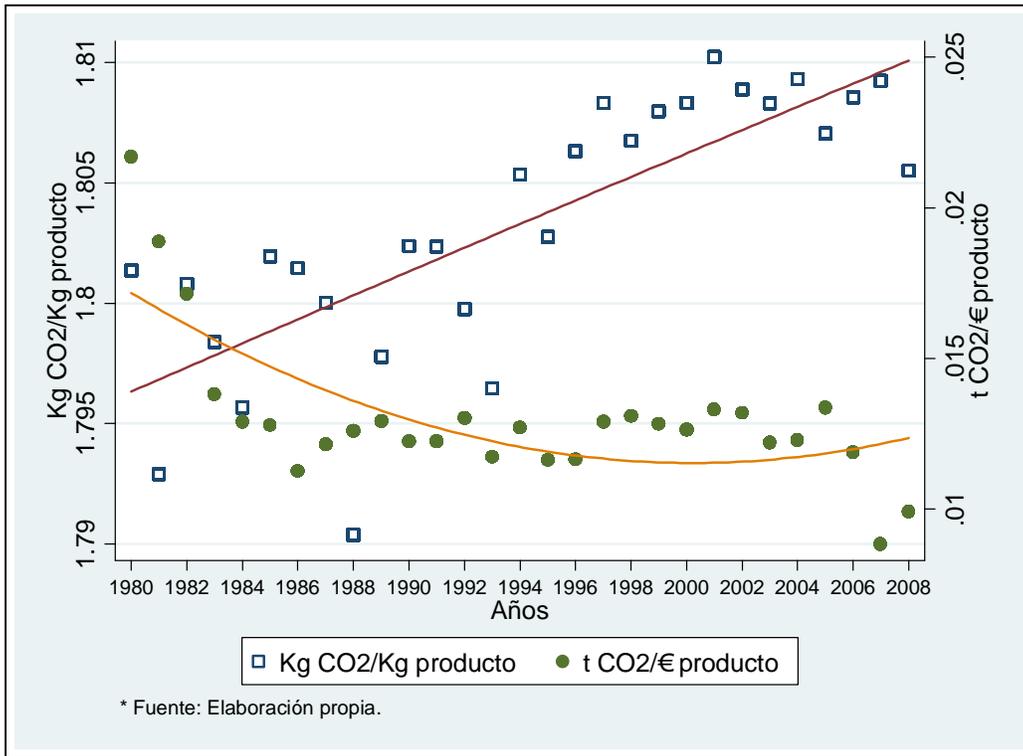


Gráfico 263. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el maíz

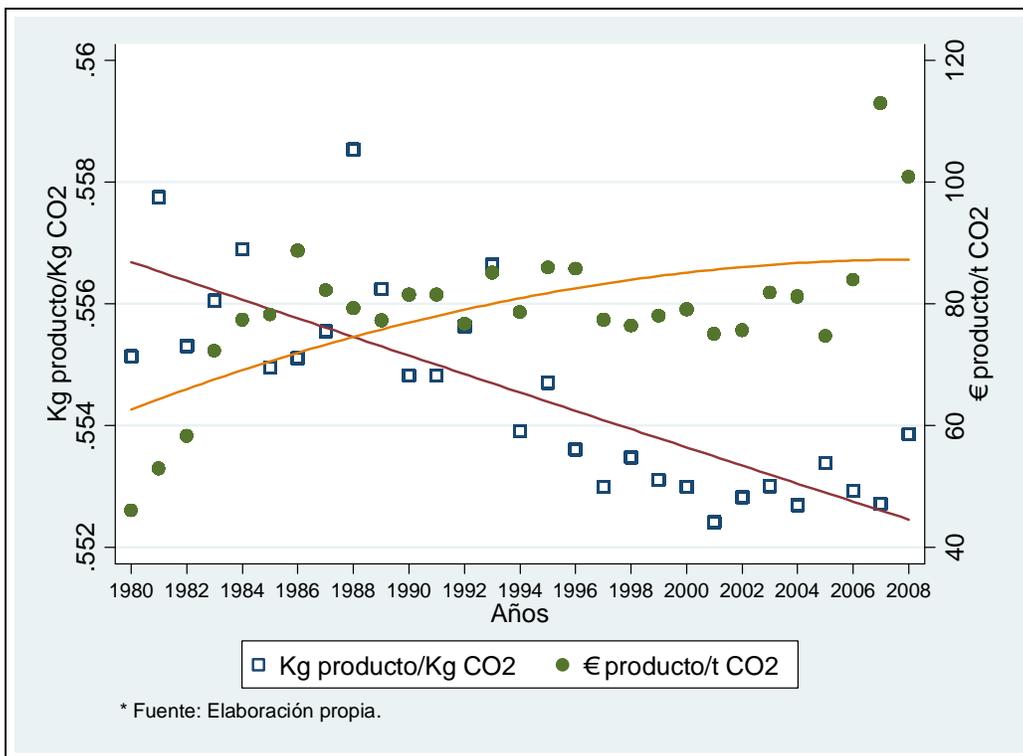


Gráfico 264. Indicadores directos de flujo de CO₂ en la remolacha

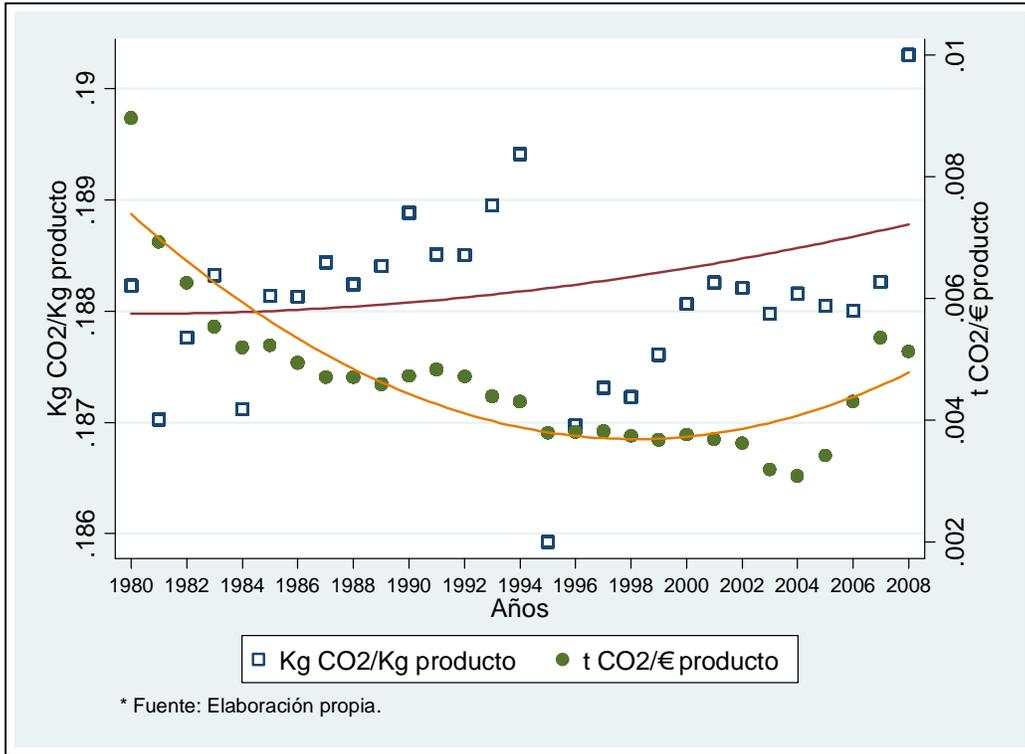


Gráfico 265. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en la remolacha

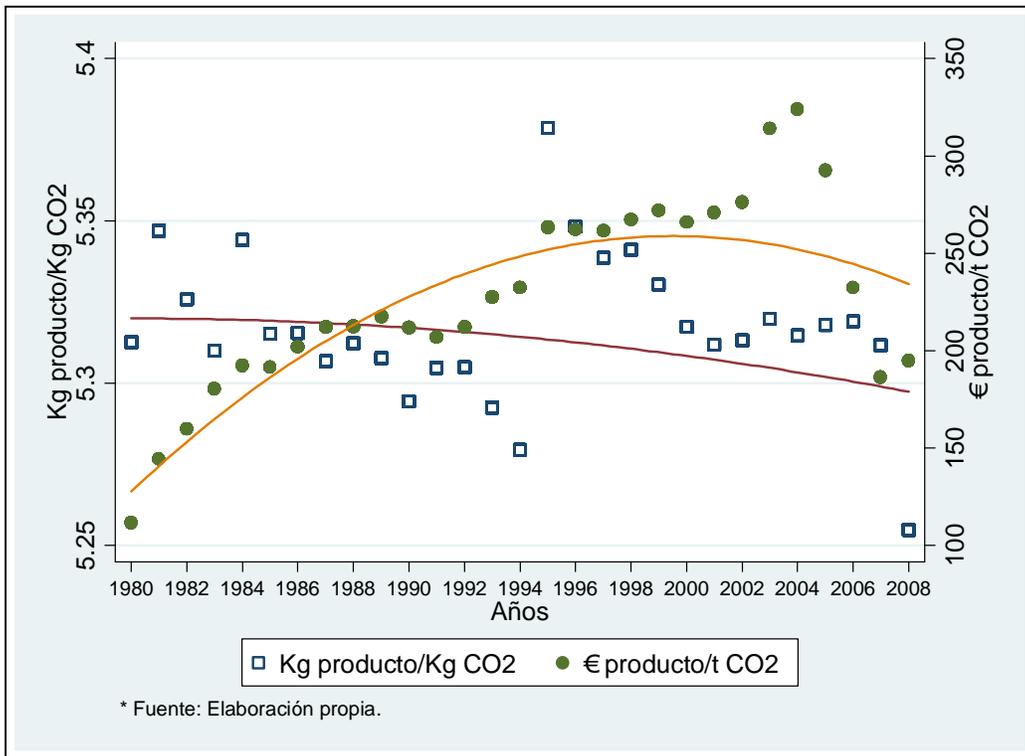


Gráfico 266. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el girasol

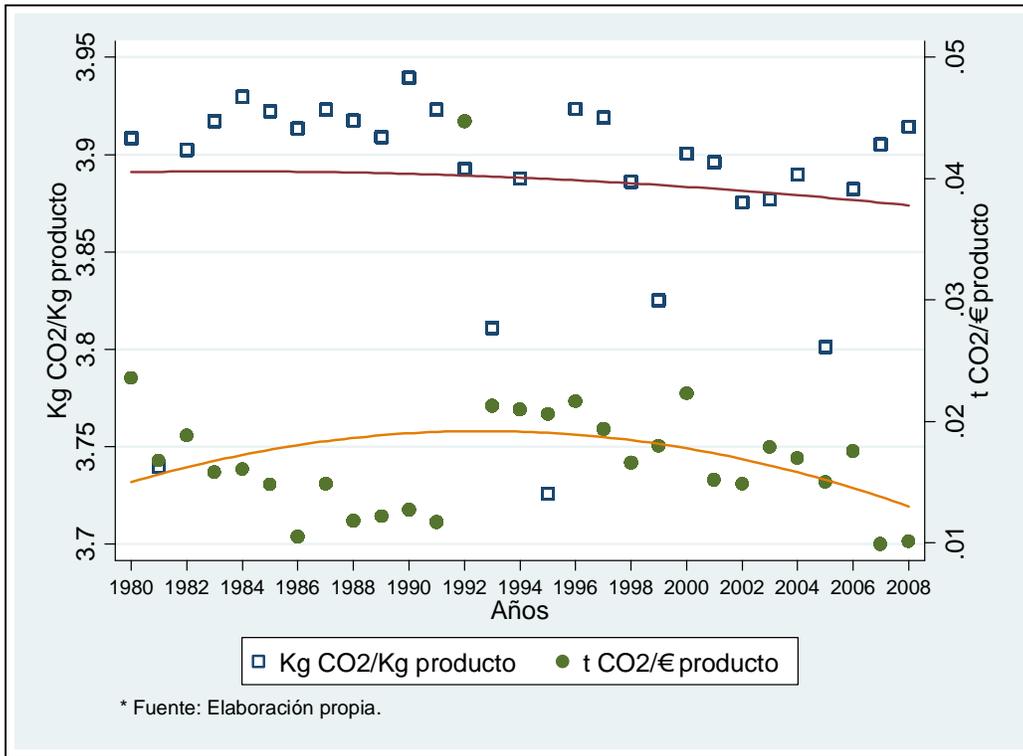


Gráfico 267. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el girasol

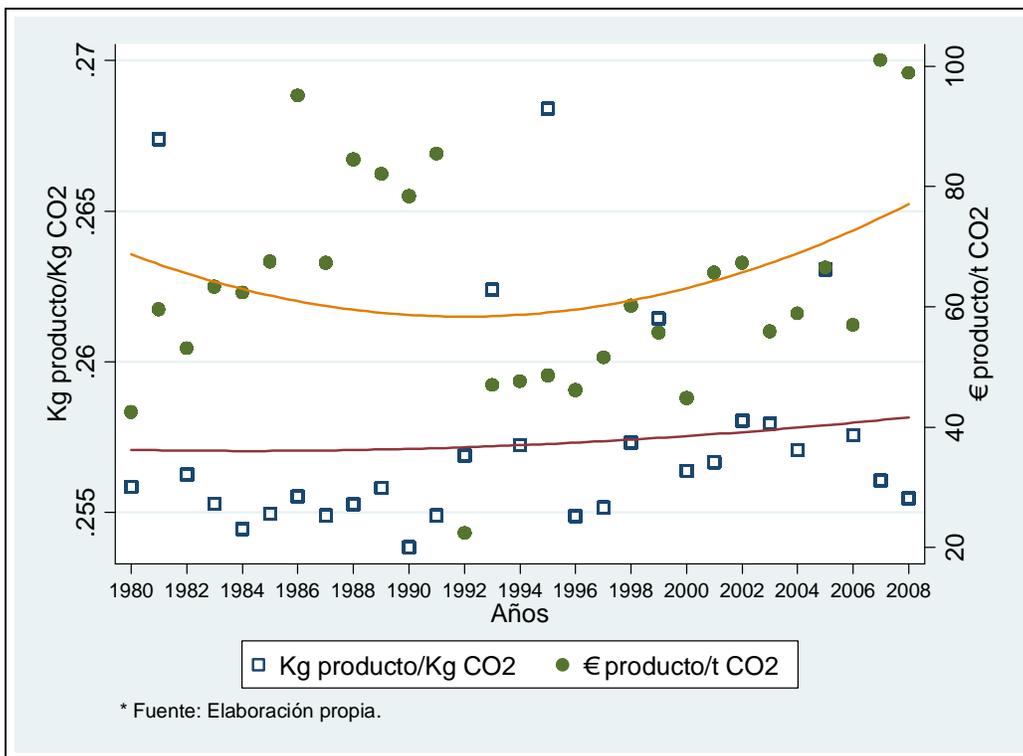


Gráfico 268. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el olivar de mesa

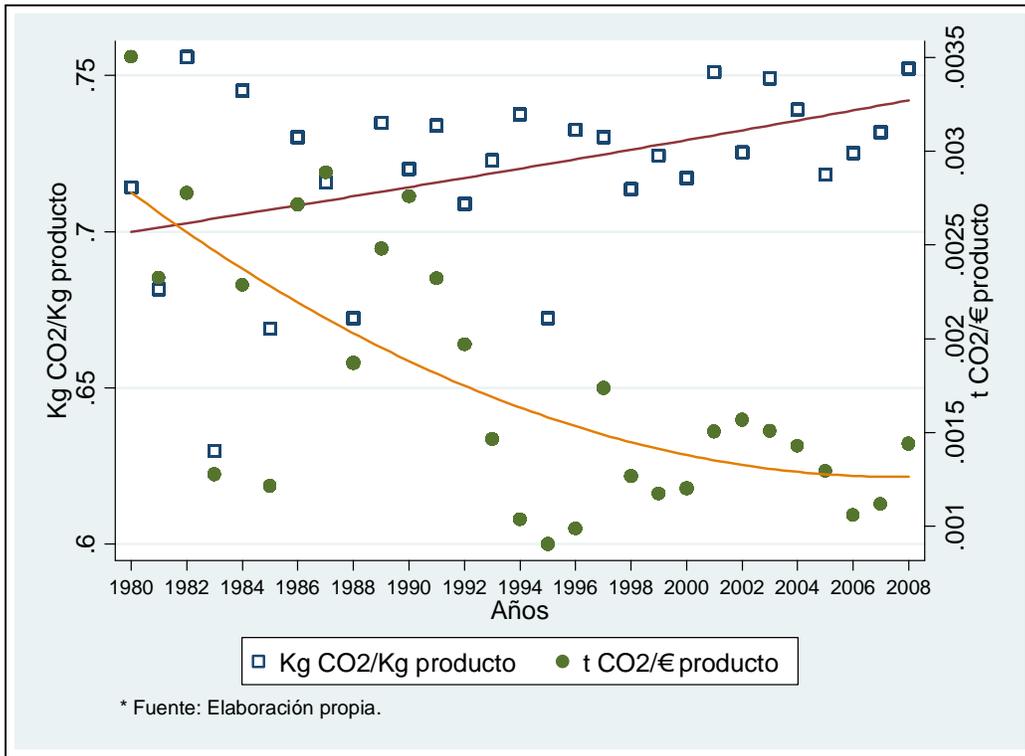


Gráfico 269. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el olivar de mesa

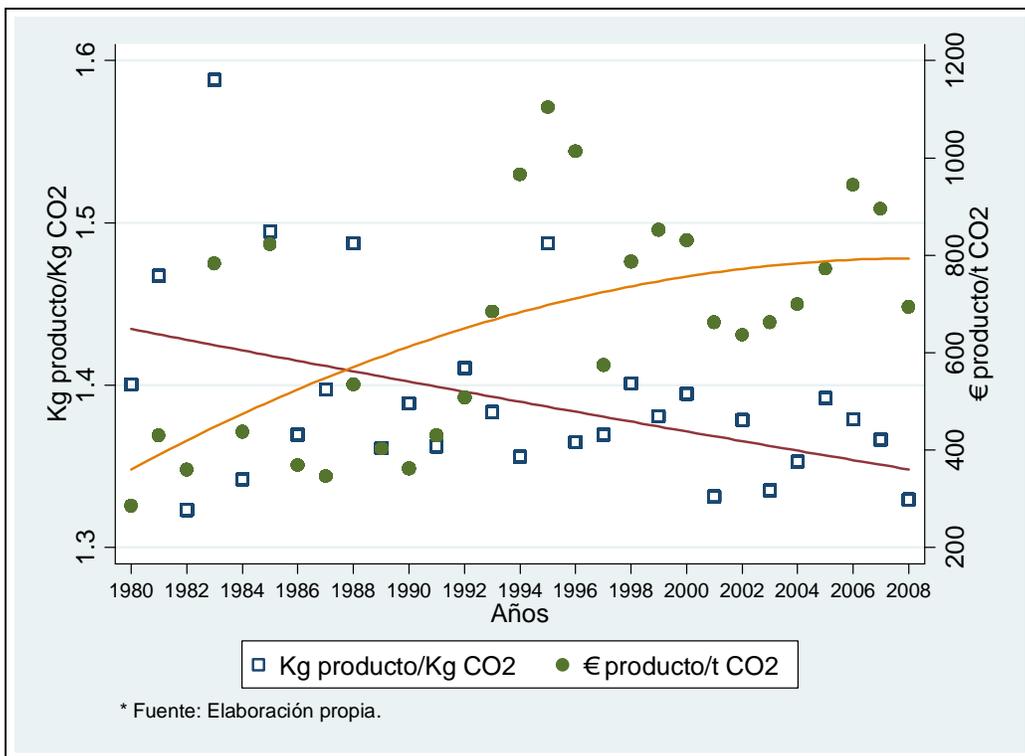


Gráfico 270. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el olivar de transformación

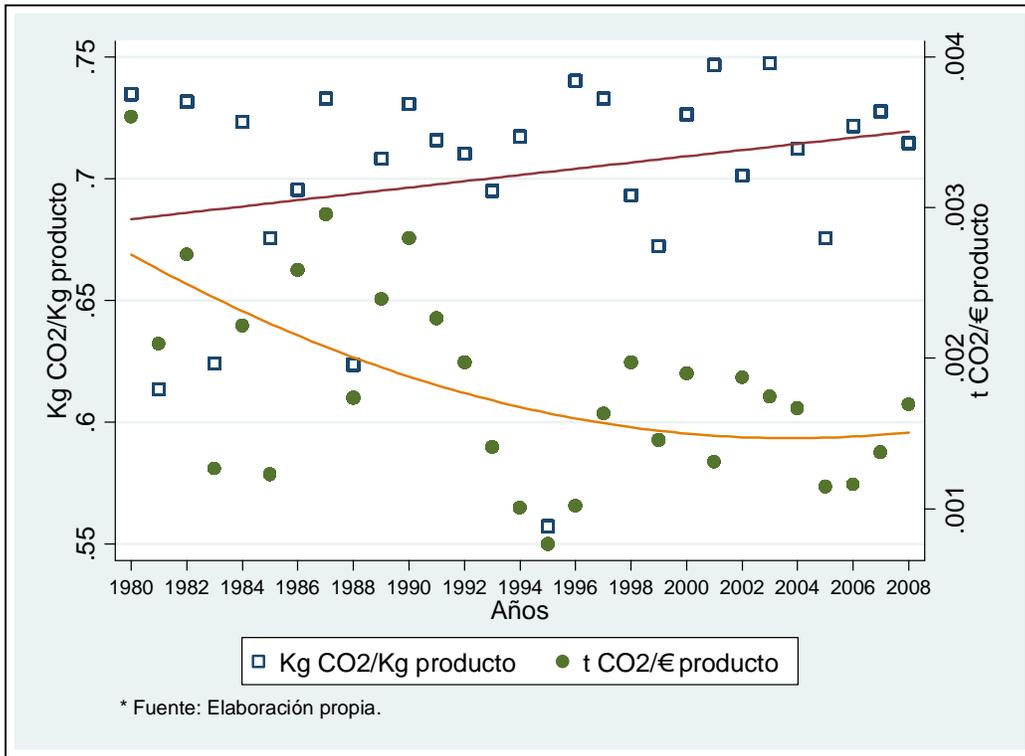


Gráfico 271. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el olivar de transformación

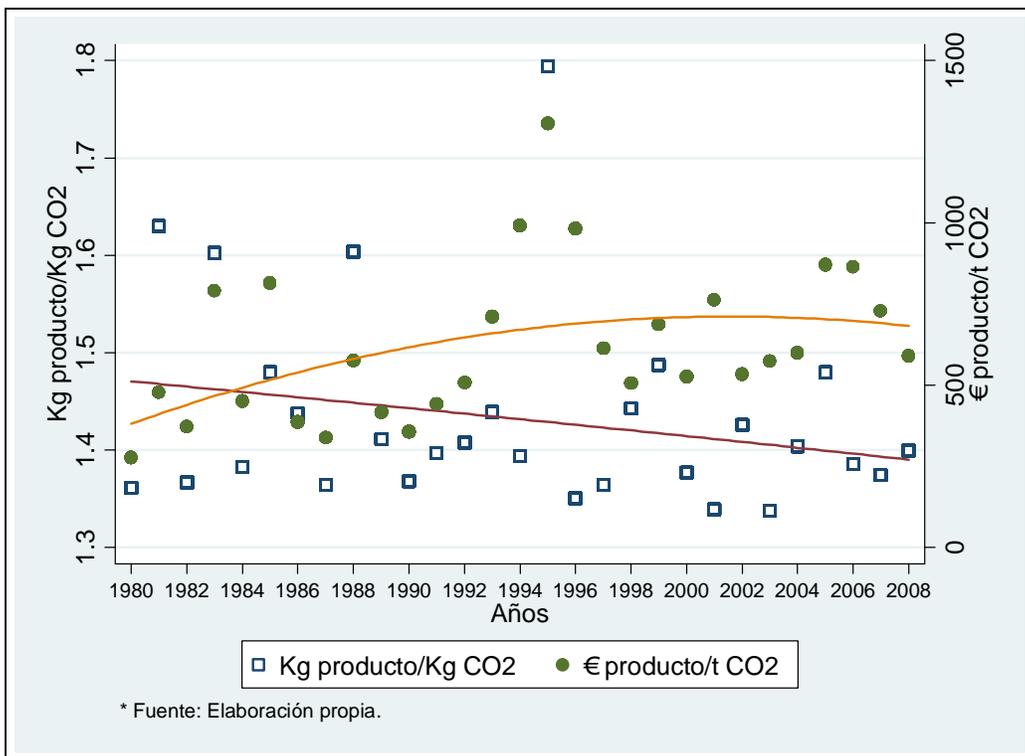


Gráfico 272. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el viñedo de transformación

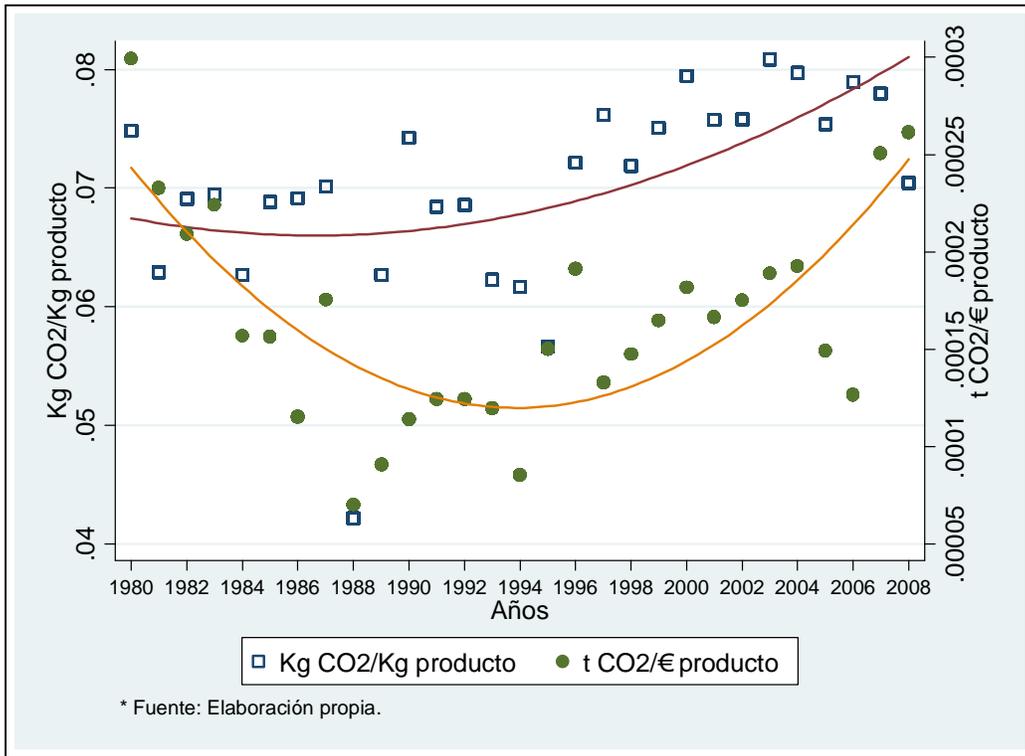


Gráfico 273. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el viñedo de transformación

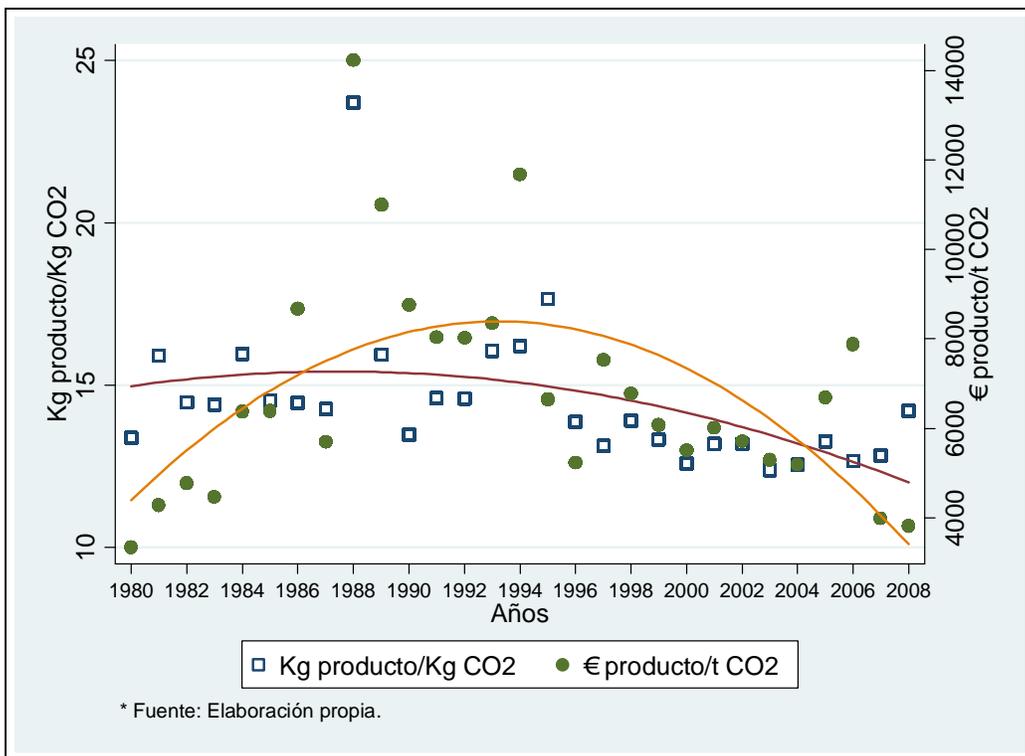


Gráfico 274. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el viñedo de mesa

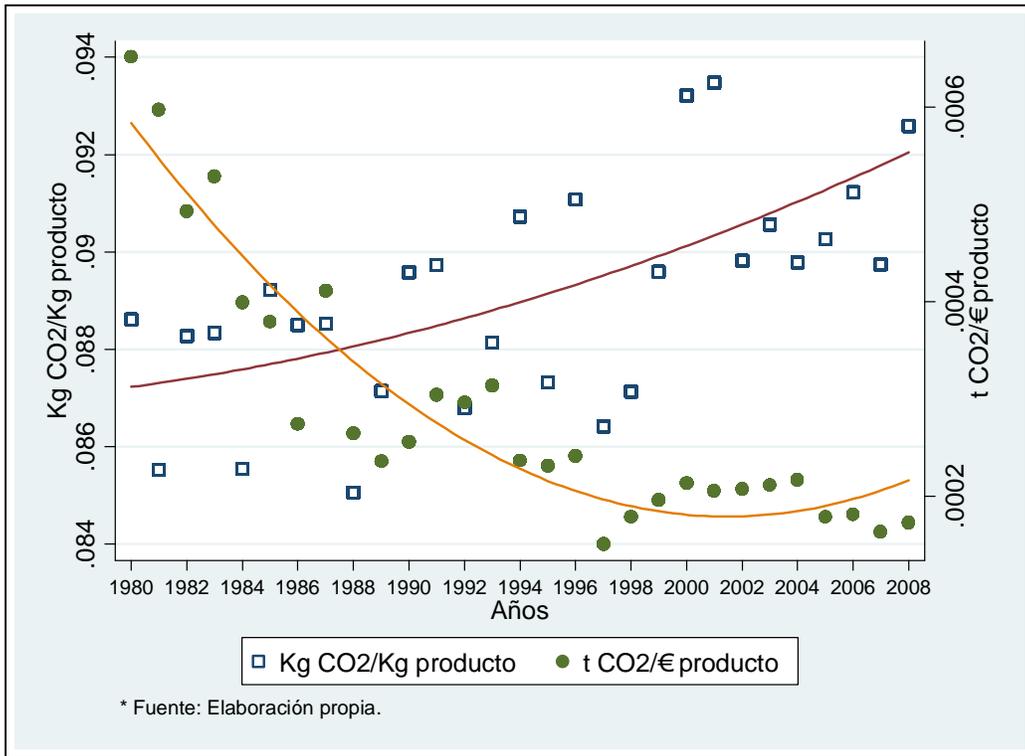


Gráfico 275. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el viñedo de mesa

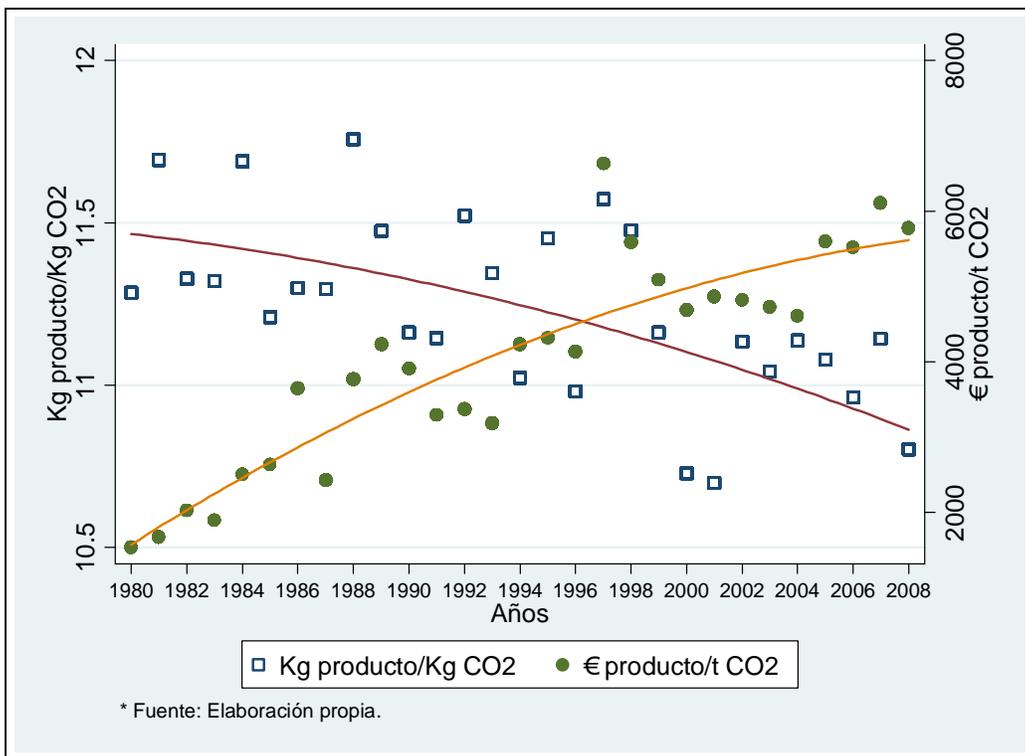


Gráfico 276. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el naranjo

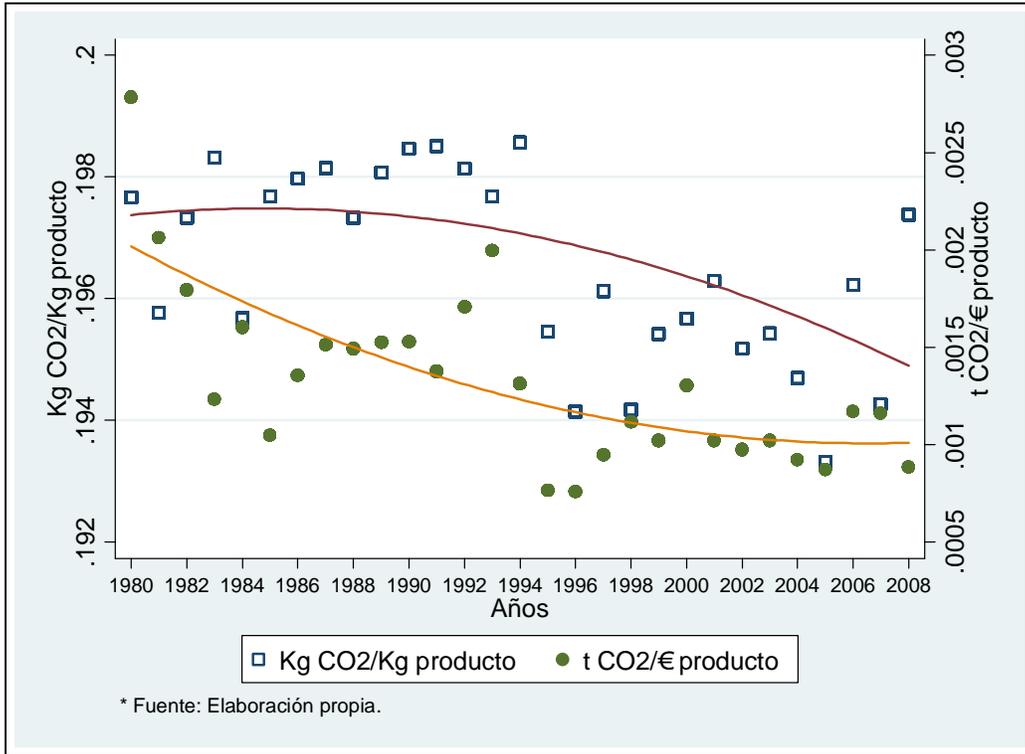


Gráfico 277. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el naranjo

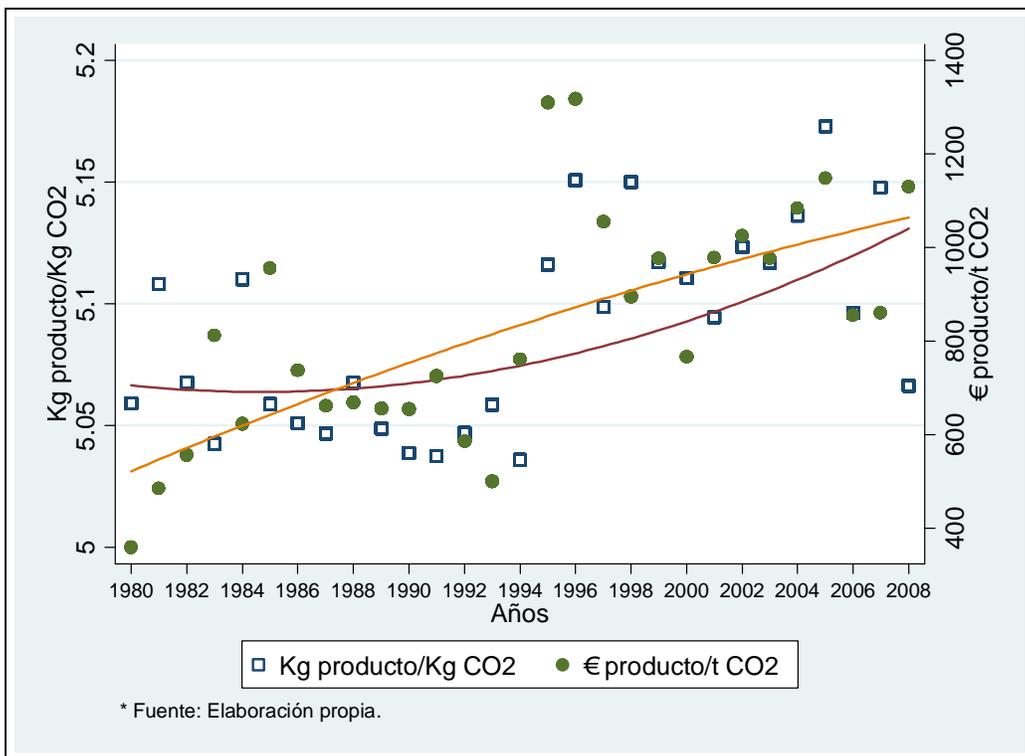


Gráfico 278. Indicadores directos de flujo de CO₂ en la naranja amarga

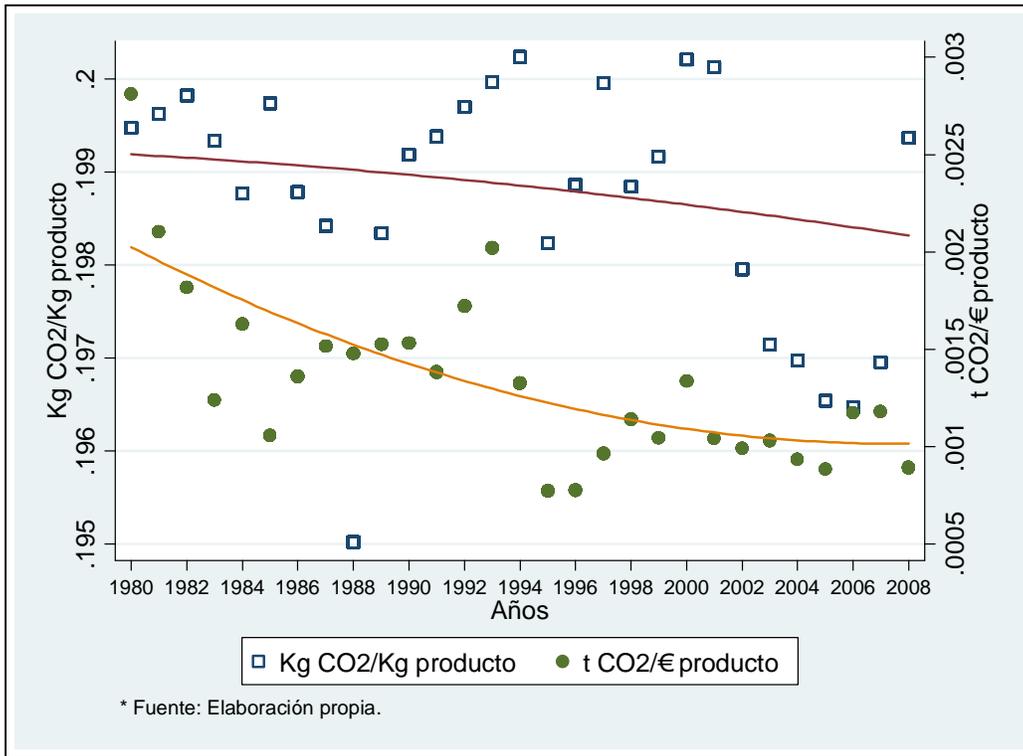


Gráfico 279. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en la naranja amarga

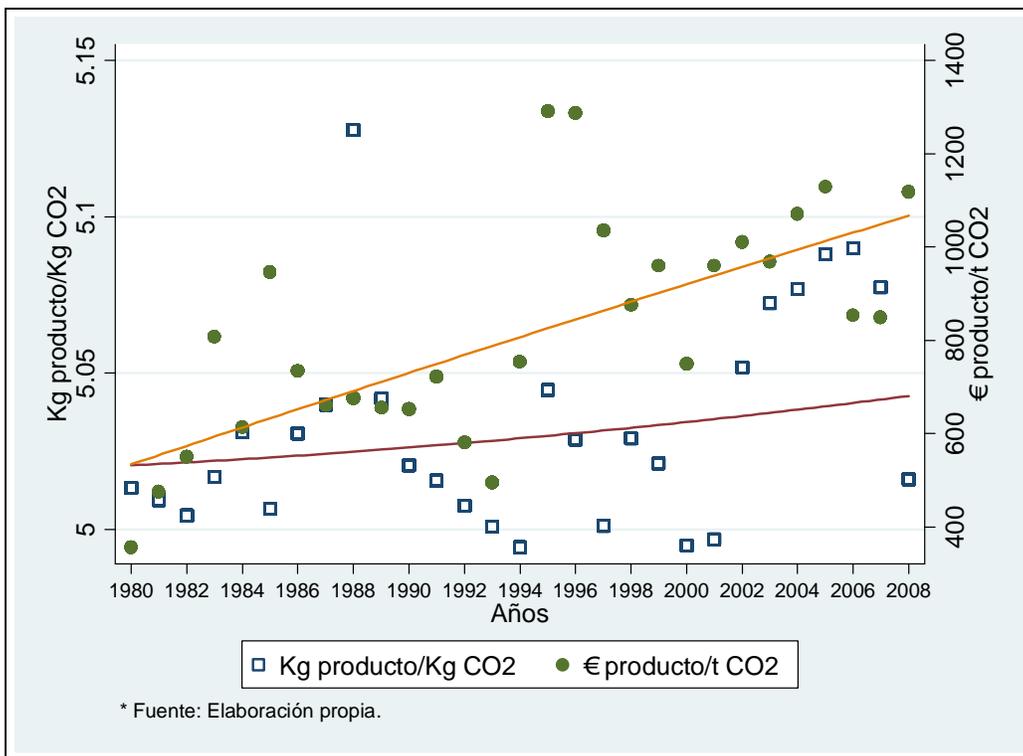


Gráfico 280. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el mandarino

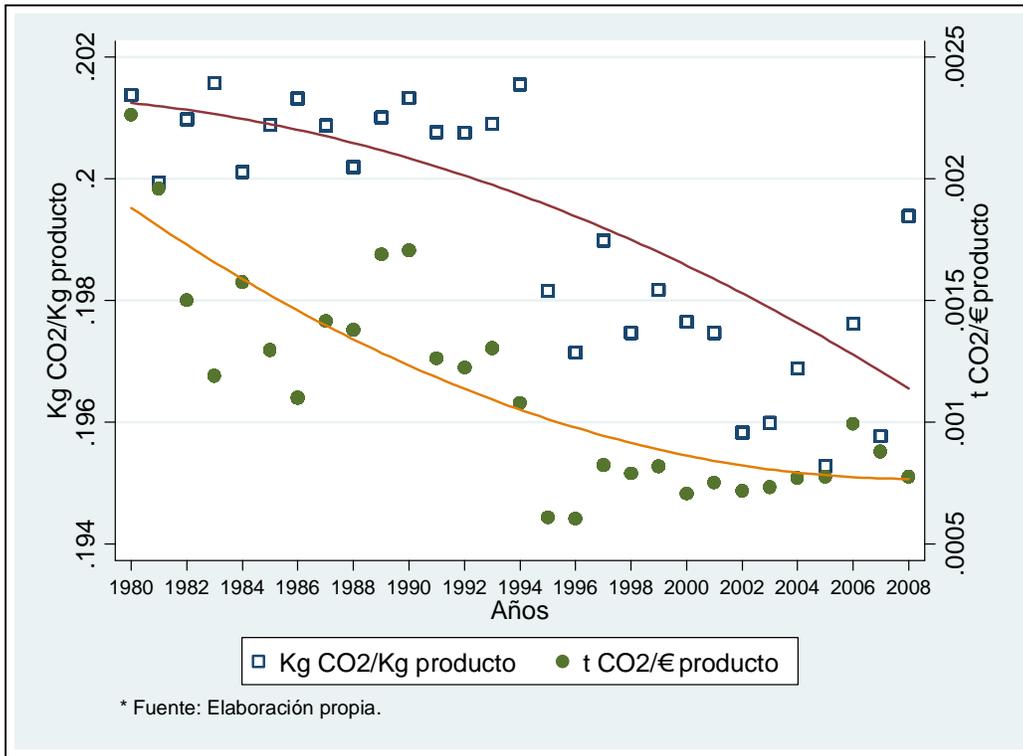


Gráfico 281. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el mandarino

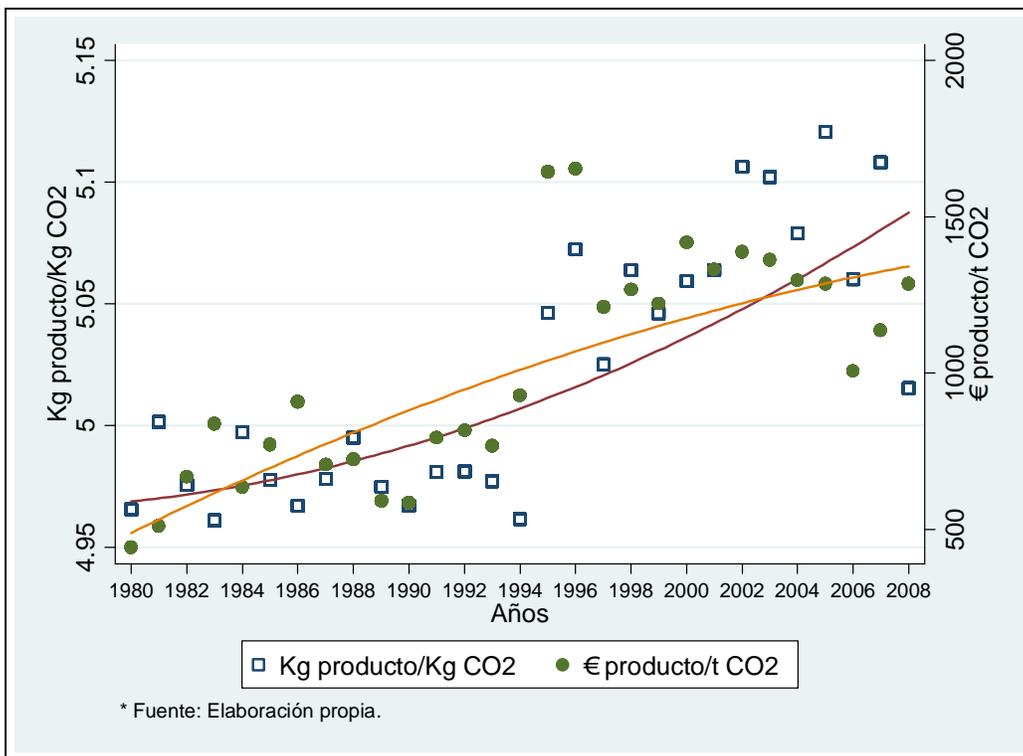


Gráfico 282. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el limonero

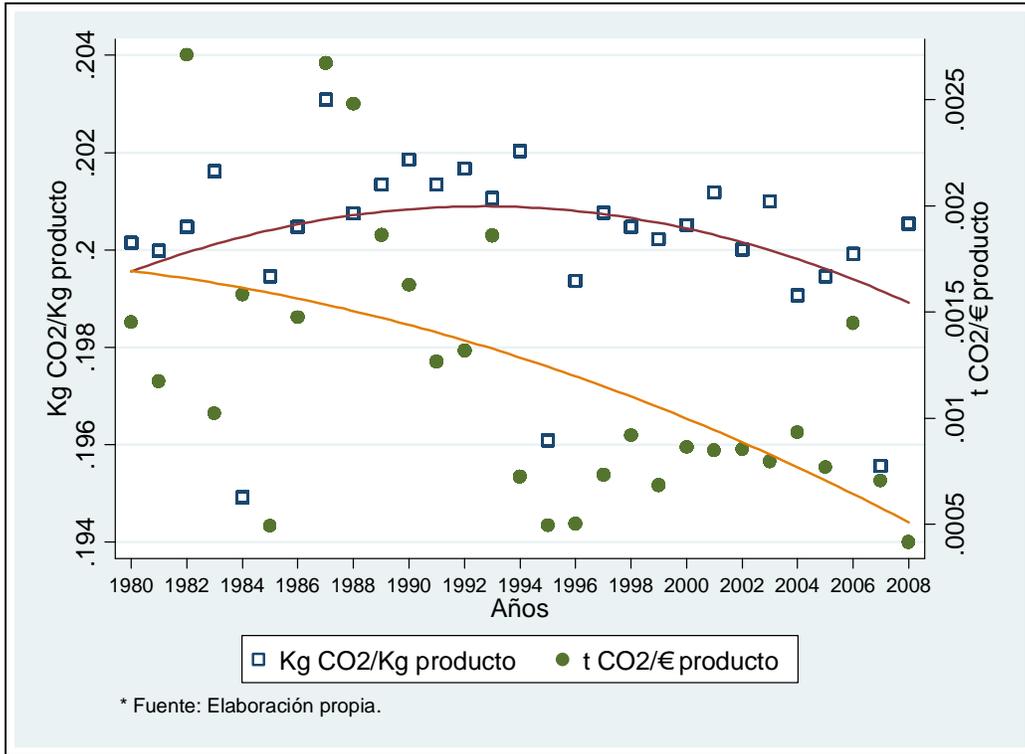


Gráfico 283. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el limonero

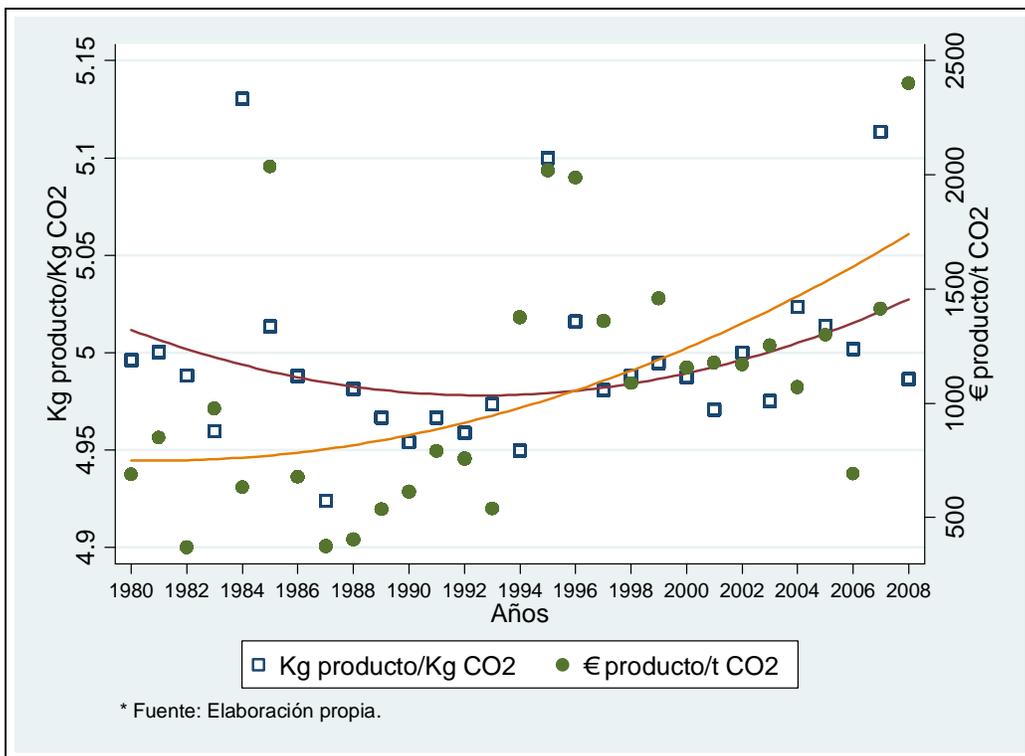


Gráfico 284. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el pomelo

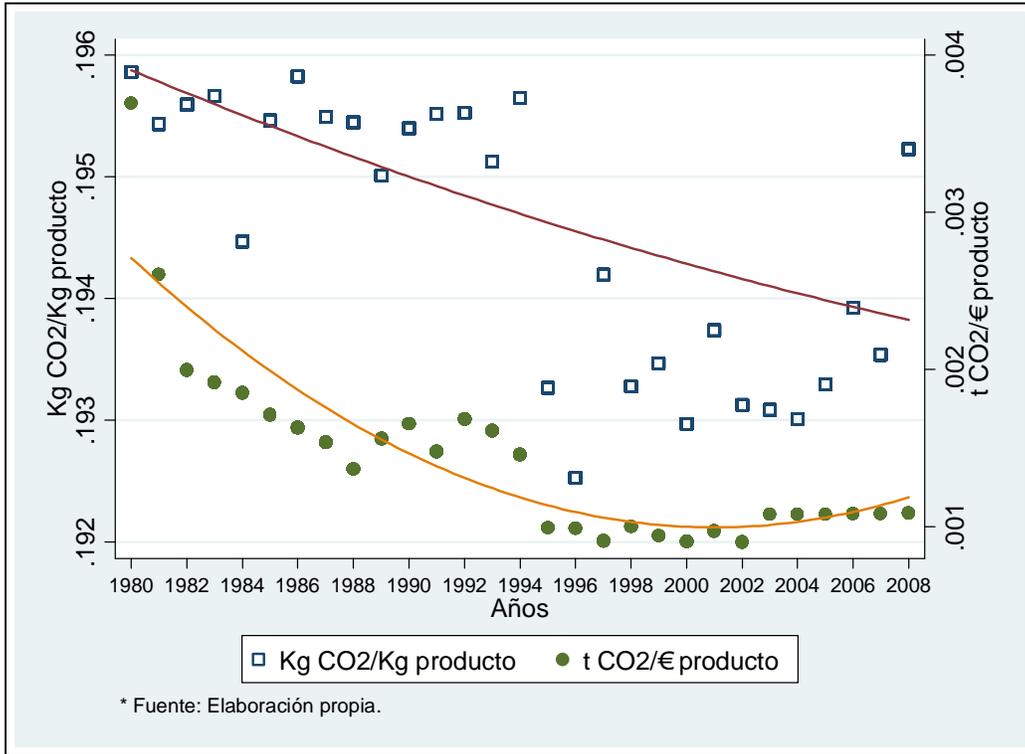


Gráfico 285. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el pomelo

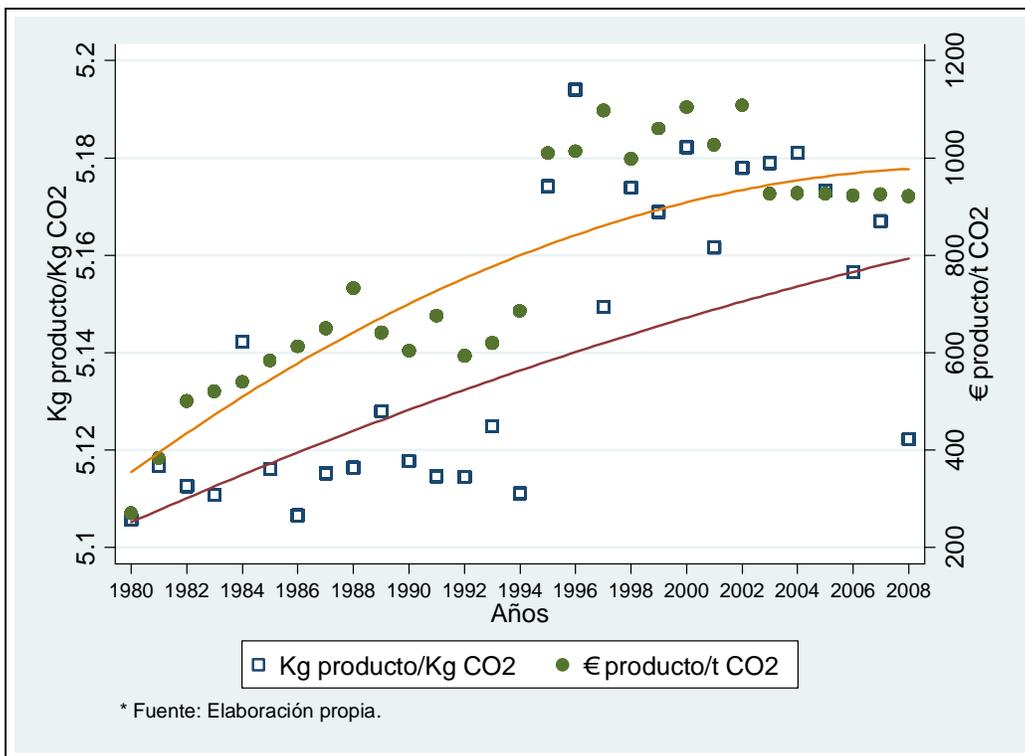


Gráfico 286. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el melón

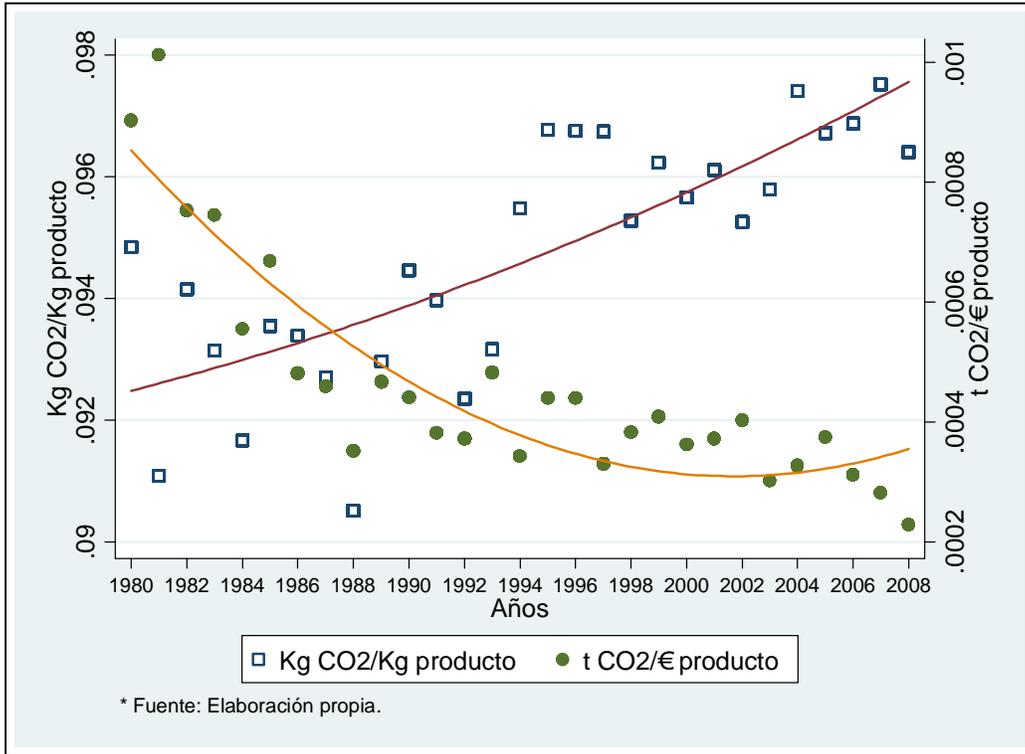


Gráfico 287. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el melón

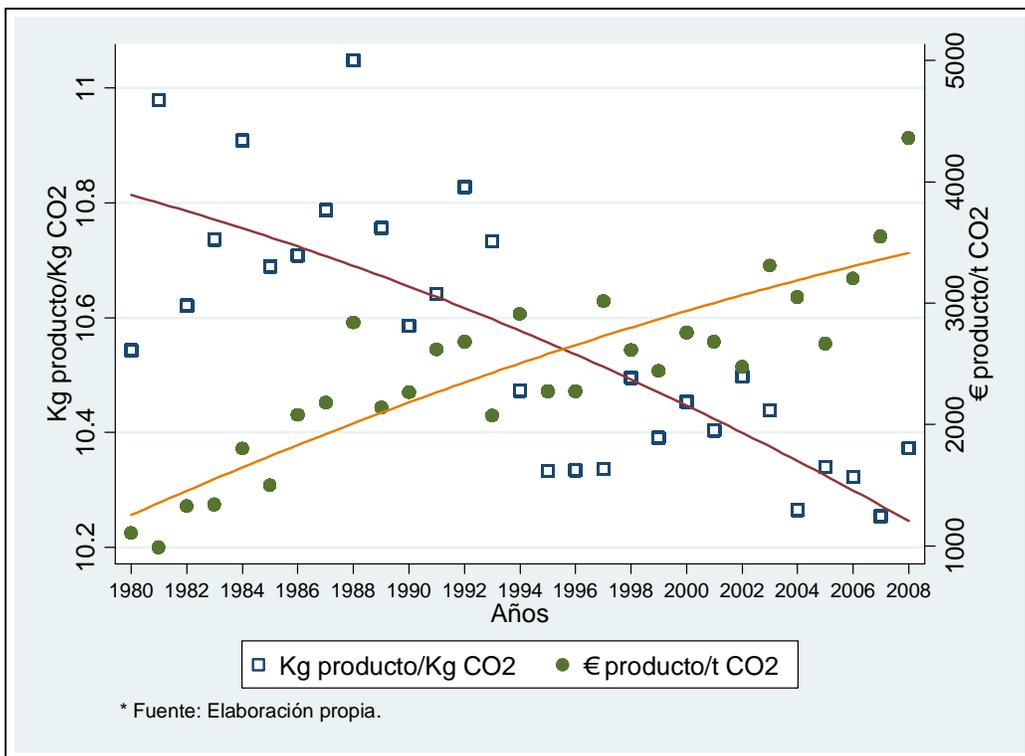


Gráfico 288. Indicadores directos de flujo de CO₂ en el tomate

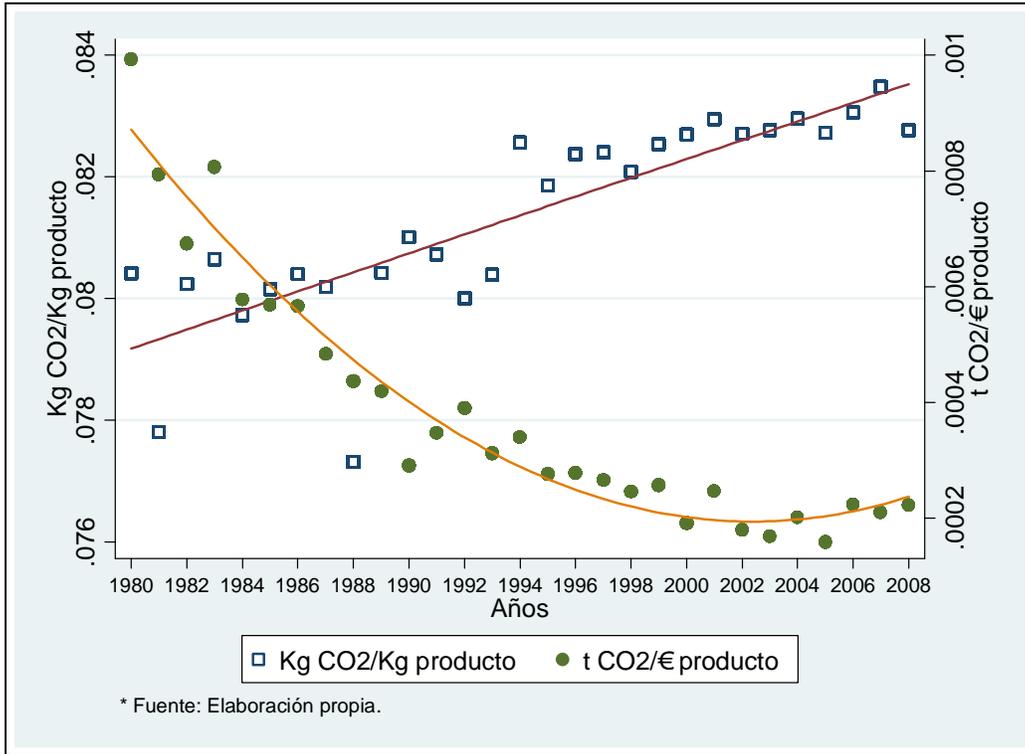
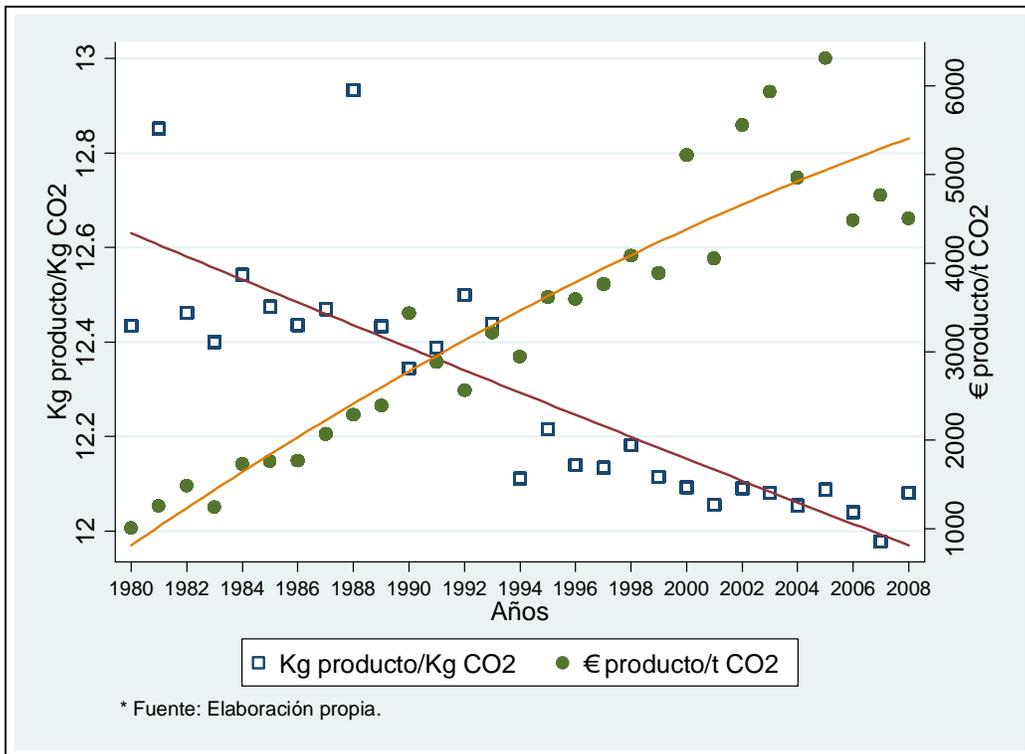


Gráfico 289. Indicadores indirectos de flujo de CO₂ en el tomate



4.2.7.4 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del estudio del Indicador de Sostenibilidad de Flujo de Carbono F1 (kg de CO₂/kg producto), se puede destacar una tendencia creciente en la relación carbono captado global por kilogramo de producto. Si bien, es cierto el girasol y los cítricos se escapan de esta tendencia. En todos estos cultivos la captura de carbono es superior a la emisión (aunque bien es cierto que solo se ha tenido en cuenta el consumo directo de combustible), y por tanto el flujo de carbono es positivo en todos los cultivos estudiados, con lo que se puede concluir que todos están contribuyendo a la fijación de carbono.

En los resultados de los Indicadores que recogen la relación entre flujo de carbono por euro de producto obtenido, se aprecia una tendencia general a la disminución en todos los cultivos a excepción del viñedo de transformación. Esta relación se explica por el aumento progresivo de los precios. En este Indicador los precios tienen mucho peso por tener una tendencia creciente con una pendiente muy alta comparado con la del flujo. Esto también explica los outlier que aparecen en trigo, cebada, girasol, limonero y maíz en 2007 y 2008, años en que estos productos vieron incrementado su precio con una cuantía muy superior a la de los años anteriores de la serie.

4.2.7.5 BIBLIOGRAFÍA

Carvajal, M. 2009. *Investigación sobre la absorción de co2 por los cultivos más representativos*. Departamento de Nutrición Vegetal. CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Espinardo, Murcia. (Disponible en: http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf)

Doménech, J., Martínez M., Fernández, M., 2010. *La agricultura y el CO2*. Cuaderno de Campo. Gobierno de la Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Fuertes Sánchez, A., 2009. *Posibilidades técnicas del uso de biomasa no alimentaria para la obtención de energía en España*. Proyecto Fin de Carrera. ETSIA. UPM.

González de Miguel, C.; Díaz-Ambrona, C.H.; Postigo, J.L. 2009. *Evaluación de la sostenibilidad agraria. El caso de La Concordia (Nicaragua)*. Ingeniería sin fronteras Asociación para el Desarrollo, Madrid. Disponible en: <http://oa.upm.es/1746/>

Lal,R, 2004. *Carbon emission from farm operations*. Disponible en: <http://koll1.chem.uszeged.hu/colloids/staff/marti/Kornyezetikemia/Plusz%20olvasmany/Levego/Carbon%20emission%20from%20farm%20operations.pdf>

Paustian, K.; Andrén, O.; Janzen, H. H.; Lal, R.; Smith, P.; Tian, G.; Tiessen, H.; Van Noordwijk, M.; Woomer, P. L. 1997. *Agricultural soils as a sink to mitigate CO2 emissions*. Soil Use and Management 13: 230-244. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00594.x>

4.3 INDICADORES GANADEROS

4.3.1 NECESIDADES DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN GANADERA (PORCINO Y AVES) Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DE BEBIDA Y SERVICIO

4.3.1.1 INTRODUCCIÓN

“El agua es el elemento más importante de la ración cotidiana. Es un elemento estructural importante, dando forma al cuerpo a través de la turgencia de la célula, y juega un rol crucial en la regulación de la temperatura. El elevado calor específico del agua la hace indispensable para la dispersión de calor excedente durante varios procesos metabólicos. Cerca de 580 calorías de calor son absorbidas cuando 1 g de agua cambia de estado líquido a vapor” (Thulin y Brumm, 1991). El agua es importante en el movimiento de nutrientes para las células de los tejidos del cuerpo y para la eliminación de productos residuales a partir de estas células. La elevada constante dieléctrica del agua tiene la habilidad de disolver una gran variedad de sustancias y transportarlas por todo el cuerpo por vía del sistema circulatorio. Además, el agua juega un rol virtualmente en cada reacción química que tiene lugar en el cuerpo.

“El uso de agua para el consumo y el mantenimiento de los animales representa la demanda de recursos hídricos más directa asociada a la producción pecuaria. El agua constituye entre el 60 y el 70 por ciento del peso corporal y es esencial para que los animales mantengan sus funciones fisiológicas. El ganado satisface sus necesidades de agua por medio del consumo directo de agua potable, del agua contenida en las sustancias alimenticias y del agua metabólica producida por la combustión de nutrientes. El cuerpo pierde agua a través de la respiración (pulmones), evaporación (piel), defecación (intestinos) y orina (riñones). Las pérdidas de agua aumentan con las temperaturas altas y la humedad baja” (Pallas, 1986; NRC, 1981, 1994). “Como consecuencia de la reducción del consumo de agua disminuye también la producción de carne, leche y huevos. La falta de agua causa una pérdida del apetito y del peso, y la muerte se presenta a los pocos días, cuando el animal ha perdido entre el 15 y el 30 por ciento de su peso. En los sistemas de pastoreo extensivos, el agua presente en los forrajes contribuye significativamente a satisfacer las necesidades de agua. En los climas secos, el contenido de agua de los forrajes decrece del 90 por ciento durante el período vegetativo a cerca del 10 - 15 por ciento durante la estación seca” (Pallas, 1986). “Los forrajes deshidratados, los granos y los concentrados que suelen utilizarse en los sistemas de producción industrial contienen cantidades de agua mucho menores: entre el 5 y el 12 por ciento del peso del alimento” (NRC, 1981, 2000).

“Según la fase de producción considerada, el agua en el animal desempeñará en mayor o menor medida una serie de funciones fisiológicas directamente relacionadas con la producción (crecimiento, gestación, lactación,...) y otras indirectamente relacionadas con ella (mantenimiento tejidos y órganos, termorregulación, mantenimiento de la homeostasis mineral, ...). Además, el agua sirve también de vehículo en la excreción de productos finales de la digestión, de factores anti nutricionales ingeridos con la dieta o de fármacos y sus metabolitos. En la práctica, cuando se habla de los requerimientos de agua de los animales, generalmente, se está hablando de la cantidad total de agua que el animal utiliza (agua que retira de la línea de suministro) y no se distingue entre el agua que ingiere o consume según sus necesidades, el agua utilizada para otros fines o la cantidad que es malgastada” (Babot, 2007).

El agua metabólica puede cubrir hasta el 15 por ciento de las necesidades de agua. El resto, junto con el agua necesaria para otras funciones (especialmente la limpieza) debe proporcionarse de forma directa, a través del alimento o del agua de bebida. **“Una amplia variedad de factores interrelacionados determinan las necesidades de agua, entre ellos la especie animal, la condición fisiológica del animal, el nivel de ingestión de materia seca; la forma física de la dieta, la disponibilidad y calidad del agua, la temperatura del agua, la temperatura ambiental y el sistema de producción”** (NRC, 1981; Luke, 1987). Las necesidades de agua por animal pueden ser altas, especialmente en animales con elevados niveles de producción en condiciones cálidas y secas (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Necesidades de agua potable para el ganado

Especies	Condición fisiológica	Peso medio	Temperatura del aire (°C)		
			15	25	35
			Necesidad de agua		
		(kg)	(.litros/animal/día.)		
Bovinos	Sistema pastoral africano – lactancia – 2 litros leche/día	200	21,8	25	28,7
	Razas grandes – Vacas secas – 279 días de gestación	680	44,1	73,2	102,3
	Razas grandes – Mitad lactancia – 35 litros leche/día	680	102,8	114,8	126,8
Cabras	Lactantes – 0,2 litros leche/día	27	7,6	9,6	11,9
Ovejas	Lactantes – 0,4 litros leche/día	36	8,7	12,9	20,1
Camellos	Mitad lactancia – 4,5 litros leche/día	350	31,5	41,8	52,2
Aves	Pollo adulto (100 animales)		17,7	33,1	62
	Ponedoras (100 animales)		13,2	25,8	50,5
Cerdos	Lactantes – ganancia de peso diaria del cerdo 200g	175	17,2	28,3	46,7

Fuentes: Luke (1987); NRC (1985; 1987; 1994; 1998; 2000); Pallas (1986); Ranjhan (1998).

“Usualmente los sistemas de producción presentan grandes diferencias tanto en el uso de agua por animal como en la manera de suplir la demanda. En los sistemas extensivos, los animales deben hacer un esfuerzo en la búsqueda de alimento y agua, lo que determina un aumento de sus necesidades de consumo, a diferencia de los animales en los sistemas industriales donde el

movimiento es muy restringido. En contraste, la producción intensiva requiere mayores cantidades de agua de servicios para el enfriamiento del aire y la limpieza de las instalaciones. También han de tenerse en cuenta las diferencias entre los sistemas intensivos y extensivos por lo que se refiere a las fuentes de abastecimiento. En los sistemas extensivos, el 25 por ciento de las necesidades de agua (incluida el agua de servicios) proviene de la alimentación, frente al 10 por ciento de los sistemas intensivos” (NRC, 1981).

“Aunque los datos son escasos, la Tabla 17 presenta algunas indicaciones de esas necesidades de agua y de sus variaciones según el sistema de producción, si es extensivo o intensivo, en distintos tipos de animales. En las estimaciones no se consideran las necesidades de agua para el enfriamiento de la nave, que pueden ser, sin embargo, significativas” (FAO, 2009).

Tabla 17. Necesidad de agua de servicios para diferentes tipos de ganado

Animal	Grupo de edad	Agua de servicios (litros/animal/día)	
		Industrial	Pastoreo
Ganado vacuno de carne	Terneros jóvenes	2	0
	Adultos	11	5
Ganado vacuno de leche	Terneras	0	0
	Vaquillas	11	4
	Vacas de leche	22	5
Cerdos	Lechones	5	0
	Adultos	50	25
	En lactación	125	25
Ovejas	Corderos	2	0
	Adultos	5	5
Cabras	Cabritos	0	0
	Adultos	5	5
Pollos	Pollitos x 100	1	1
	Adultos x 100	9	9
Gallinas ponedoras	Pollitas x 100	1	1
	Gallinas en postura x 100	15	15
Caballos	Potros	0	5
	Caballos adultos	5	5

Fuente: Chapagain y Hoekstra (2003).

“En términos generales, el sector pecuario tiene un impacto altamente significativo en el uso y calidad del agua, la hidrología y los ecosistemas acuáticos. Este impacto se origina en todos los segmentos de la cadena de producción. El agua usada por el sector excede en un 8 por ciento el volumen de agua utilizada para las necesidades humanas. **La mayor proporción de agua se**

destina a la producción de piensos y equivale al 7 por ciento del consumo mundial de agua. Si bien puede tener importancia relativa a nivel local en países como Botswana y la India, la proporción de agua utilizada para la elaboración de productos, agua potable y agua de servicios es insignificante a nivel global (por debajo del 0,1 por ciento del consumo mundial y menos del 12,5 por ciento del agua utilizada por el sector pecuario)” (FAO, 2009).

Según un estudio realizado por National Geographic (Abril de 2010), sobre el consumo de agua virtual incluyendo el consumo de agua directa e indirecta (agua de bebida, servicio y la usada en los forrajes para alimentación animal) en ganado porcino y avicultura asciende en porcino en 4.815 L de agua/Kg de carne de cerdo, en aves de carne alrededor de unos 3.912 L de agua/Kg de carne de pollo y en aves de puesta en 3.344 L de agua/Kg de huevo.

4.3.1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es estimar el consumo medio de agua de bebida y servicio en ganadería intensiva en España, examinando su evolución en el tiempo (desde 1990 al 2008). Los valores obtenidos del estudio, se van a usar para poder determinar los siguientes indicadores de sostenibilidad expresados en:

- **L agua/Kg producto (1/G1)**
- **Kg producto/L agua (G1)**
- **L agua/€ producto (1/G2)**
- **€ producto/L agua (G2)**

4.3.1.3 METODOLOGÍA

Se ha realizado un análisis de la bibliografía estudiada sobre el **consumo medio de agua de bebida y servicio** expresados en L/animal y día o L/1000 aves y día (según la especie estudiada), se ha elaborado una propuesta de valores para ambos consumos por categorías o fase productiva según la especie animal tratada.

Para calcular la evolución del consumo medio de los litros totales de agua, se han necesitado conocer los **censos de las especies** a estudiar desde 1990 al 2008. Los datos se han recogido a partir del desglose de los censos por fase productiva aportados por un estudio realizado por Tragega. Así pues, para obtener finalmente los litros totales consumidos por año, se han multiplicado los siguientes parámetros:

Ecuación 50. Cálculo para la obtención del consumo medio de los litros totales en ganadería intensiva

censo de la especie x [L/animal y día ó L/1000 aves] y día x 365 días

Una vez estimado el consumo de agua expresado en litros totales por año, se han recogido datos referentes a **la producción de carne y huevos así como los precios en vivo percibidos por los ganaderos** desde 1990 al 2008 para poder realizar el cálculo de los indicadores de sostenibilidad objeto del estudio.

En los Anuarios de Estadística Agraria publicados por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación se han recogido los siguientes datos:

- 1) Nº de cabezas sacrificadas (porcino) y su peso medio de la canal en Kg;
- 2) Animales sacrificados (avicultura) y su peso medio de la canal en Kg;
- 3) Producción huevos (en Kg de huevos);
- 4) Precios percibidos por el ganadero en el sector porcino (€/Kg PV);
- 5) Precios percibidos por el ganadero en el sector aves de carne (€/Kg PV);
- 6) Precios percibidos por el ganadero en el sector aves de puesta (€/docena);

A partir de esta información, se han realizado anualmente los siguientes cálculos desde 1990 al 2008, para obtener finalmente los Kg de carne y huevos así como los € de producto según cada caso:

Ecuación 51. Cálculo para la obtención de los Kg de carne de cerdo

Nº cabezas sacrificadas (según su fase productiva) x Peso medio canal (según su fase productiva en Kg) = Kg carne de cerdo

Ecuación 52. Cálculo para la obtención de los Kg de carne de pollo

Animales sacrificados (avicultura) x Peso medio canal (Kg) = Kg carne de pollo

Ecuación 53. Cálculo para la obtención de los Kg de huevos

Producción huevos (miles de docenas) x 12.000 x 0,050 Kg (huevo) =Kg huevos

Ecuación 54. Cálculo para la obtención de € de producto (carne de cerdo)

$$\text{€/Kg PV} \times \text{Kg carne de cerdo} = \text{€ producto (carne de cerdo)}$$

Ecuación 55. Cálculo para la obtención de € de producto (carne de pollo)

$$\text{€/Kg PV} \times \text{Kg carne de pollo} = \text{€ producto (carne de pollo)}$$

Ecuación 56. Cálculo para la obtención de € de producto (docena de huevos)

$$\text{€/docena} \times \text{docena de huevos} = \text{€ producto (docena de huevos)}$$

4.3.1.4 RESULTADOS (EN PORCINO Y AVICULTURA)

4.3.1.4.1 GANADO PORCINO

4.3.1.4.1.1 Estimaciones del consumo de agua en porcino según diferentes autores. Propuesta de recomendaciones.

En la Tabla 18, se muestra un resumen de los datos medios y rangos de variación referentes al consumo de agua registrada en distintos estudios según la fase de producción del animal en sistema intensivo. De forma general, se puede decir que, en lo referente a utilización de agua por parte de los cerdos, el denominador común es la variabilidad “entre” e “intra” estudios. Esto es reflejo, por una parte, de la variabilidad que existe en las condiciones de realización de cada estudio y, por otra, de las diferencias entre cerdos a escala individual. Así, en lechones destetados, el rango se encuentra entre 1 y 3,7 L/lechón y día.

En el caso de la fase productiva: lechón precebo y cerdo de engorde, el rango general se encuentra alrededor de 6 L/animal y día. A pesar de la variabilidad, puede observarse que hay cierta concordancia en los distintos valores medios obtenidos.

Entrando en la fase productiva de las cerdas, en el caso de las vacías el consumo de agua se encuentra cerca de 11 L/animal y día. En gestantes, se puede observar que hay dos valores que salen de los rangos generales de los demás estudios, son el caso de INRA con un consumo medio de agua de 10 L/animal y día y de NRC con 20 L/animal y día. El valor 10 se considera muy bajo y el 20 demasiado alto en relación a los demás valores propuestos por los demás

autores, por lo tanto, no se van a considerar a la hora de realizar las recomendaciones propuestas, de forma que, el rango general queda situado entre 15 – 17 L/gestante y día.

En las normas del INRA, ARC y NRC las necesidades se definen en relación al consumo de pienso. En estos casos, las necesidades diarias de agua se han calculado a partir de la estimación del consumo de pienso que se muestra en la Tabla 1 y en la Tabla 2 del Anejo 3 apartado 3.1.

Con la recopilación de los datos mostrados en la Tabla 18, se ha procedido a proponer unas recomendaciones generales para el sector porcino sobre el consumo de agua de bebida por día y animal en litros. Así, se puede asignar una utilización media diaria de agua de 1,57 L para un lechón destetado, para un cerdo de engorde 6,02 L, para una cerda vacía 10,8 L, una gestante 16 L, una lactante 19 L y en verracos, 15,7 L.

“La producción pecuaria, especialmente en las granjas industrializadas, también requiere agua para los servicios: limpieza de las unidades de producción, lavado de los animales, instalaciones de enfriamiento de los animales y sus productos (leche) y eliminación de los desechos” (Hutson et al., 2004; Chapagain y Hoekstra, 2003). “El agua de limpieza es otro de los factores que contribuyen al consumo del recurso agua y, finalmente, también contribuye al volumen de purines generado. El agua para servicios incluye el agua utilizada para remojar instalaciones, así como la utilizada para limpiar corrales, suelos, jaulas y comederos. Para esta tarea es habitual el uso de agua con detergentes, con la posibilidad de que existan variaciones importantes en la presión y temperatura de la misma” (Babot, 2007).

En la Tabla 19 los datos ponen de manifiesto un elevado uso de agua para la limpieza de las jaulas de partos por su mayor superficie y por las mayores exigencias en limpieza e higiene. En todo caso también resalta la gran variabilidad existente entre estudios, indicando que las características específicas de los alojamientos e instalaciones así como el sistema de limpieza utilizado, serán determinantes para un adecuado uso del agua. Los sistemas de limpieza de alta presión y las mangueras con salida libre de agua, son los sistemas más comúnmente utilizados para limpieza y desinfección. Utilizando un sistema de limpieza de alta presión, pueden usarse entre 15,2 y 30,4 L/min. lo que puede suponer un 20 % menos de agua gastada frente al uso de las mangueras con salida libre.

Así pues, las dos nuevas columnas de la Tabla 18 y de la Tabla 19, referentes a la propuesta realizada por el Grupo de Trabajo sobre los L agua/animal y día consumidos en bebida y servicio, se han sumado obteniendo así, un valor medio global del total de agua consumida por categorías en el sector porcino (Ver Tabla 20).

Tabla 18. Estimaciones de consumo de agua de bebida (en L/animal y día) en función de la categoría animal en la especie porcina

Animal y fase productiva (L/animal y día)	Rango peso (Kg) *(1) (período por ciclo)	Ensminger y Olentine (1978)	ARC (1981)*	INRA (1984)*	Ministry Environment (1996)	NRC (1998)*	Massabie (2001)*	Trama (2003)*	Omafra (2007)*	MARM (2006)	Recomendaciones Grupo de Trabajo
		Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (B) (Rango (A))	Valor medio (Rango)	Valor medio
Lechones destetados	7 a 20 (45 días)	2,45 (1,1 - 3,8)	1,75 (1,5 - 2)	1,75 (1,5 - 2)		0,94 (A) (0,49 - 1,46)	2,30 (0,9 - 3,7)(A)		2 (1,0 - 3,2)	3 (2,7 - 3,3)	1,57
Lechón precebo	20 a 50 (47 días)	4,67 (3,25 - 6,10)	3 (A) (1,82 - 4,18)	5,50 (4 - 7)	5,10 (2 - 8)	3,63 (B) (1,67 - 5,58)	6,34 (3,82 - 8,86) (A)	3	4,50 (3,2 - 7,3)	8,30 (7,5 - 9,1)	6,02
Cerdo crecimiento	50 a 80 (43 días)							6			
Cerdo engorde	80 a 100 (30 días)							12			
Cerdo > 110 Kg	110 a 125 (19 días)										10
Cerda recría	125 (188 días)						10,44 (A)				10,44
Cerda vacía	(10 días)	9,50 (5,7 - 13,3)				11,50		11,60			10,80
Cerda gestante	150 a 250 (114 días)	17,10 (15,2 - 19)		10 (A)	17 (11 - 25)	20		15,60	15 (13,6 - 17,2)		16
Cerda lactante	(28 días)	22 (19- 25)	18 (B) (13 - 20)	21,40 (A)		18 (12 - 20)		19,40	20 (C) (18,1 - 22,7)		19
Verraco	160 a 270 (265 días)					15 (C)				16,40 (14,8 - 18,0)	15,70

*(1) Categoría rango de peso estimado según MARM (2010). *ARC: (A) Se ha calculado mediante la ecuación Aumaitre (1990) ($I = 248,7/W + 78,7$). (B). Similar en verano e invierno. *INRA: (A) Con un consumo de 4 a 4,5 l/kg de MS ingerida (el primer valor se refiere a las gestantes y el segundo a las lactantes, con un consumo de pienso (Kg/día) de 2,5 y 4,75 respectivamente *NRC: (A) Valores desde la primera semana después del destete hasta la tercera semana (con un mínimo de 7kg). (B) Valores calculados a partir de la ecuación: $Consumo\ de\ agua\ (L/día) = 0,149 + (3,053 \times consumo\ de\ alimento\ seco\ en\ Kg/día)$. (C) A una $T^{\circ} 25^{\circ} C$ (exactamente de 70 a 110 Kg). En caso de una T° de $15^{\circ} C$ se consumen 10 L/animal y día. *Massabie: Rangos obtenidos a partir de la ecuación Patrick ($y = 0,063 \times x + 2,564$). *Omafra: (A) Resultados a partir de la gestión y del medio en el que se encuentran los animales. (B) Consumo típico en un año según bases diarias bajo las condiciones agronómicas medias en Ontario. (c) Incluye lechones destetados (Ver Tablas 1 y 2 del Anejo 3 apartado 3.1.).

Tabla 19. Comparación de los resultados obtenidos en distintos estudios relativos a la cantidad media de agua de servicio utilizada según la fase de producción

Animal y fase productiva (L/animal y día)	Rango peso Kg *(1) (periodo por ciclo)	TRAMA (2003)*	MARM (2006)	Recomendaciones Grupo de Trabajo
		Valor medio (A) (Rango)(A)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)
Lechones destetados	7 a 20 (45 días)		0,35 (0,12 – 0,59)	0,35 (0,12 – 0,59)
Lechón precebo	20 a 50 (47 días)	1,10 (B) (0,16 – 2,05)	0,98 (0,14 – 1,82)	1,04 (0,15 – 1,93)
Cerdo crecimiento	50 a 80 (43 días)			
Cerdo engorde	80 a 100 (30 días)			
Cerdo >110 Kg	110 a 125 (19 días)			
Cerda recria	125 (188 días)			0,67 (0,47 – 0,88)
Cerda vacía	110 días			
Cerda gestante	(114 días)	0,67 (B) (0,47 – 0,88)		
Cerda lactante	150 a 250 (28 días)	7,19 (B) (3,03 – 11,35)		7,19 (3,03 – 11,35)
Verraco	160 a 270 (265 días)		1,7 (1,18 – 2,21)	1,7 (1,18 – 2,21)

*(1) Categoría rango de peso según MARM (2010). *TRAMA 2003: (A) Se han considerado 2,45 partos/cerda y año y un periodo de engorde de 120 días (Babot, 2007). (Ver Tabla 3 del Anejo 3 apartado 3.1.).

Tabla 20. Recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre el consumo de agua de bebida, servicio y el valor global del consumo medio total de agua en L/animal y día en producción porcina para cada categoría o fase productiva

CONSUMO AGUA		AGUA BEBIDA	AGUA SERVICIO	TOTAL AGUA
Animal y fase productiva L/animal y día	Rango peso Kg	Recomendaciones Grupo de Trabajo	Recomendaciones Grupo de Trabajo	Recomendaciones Grupo de Trabajo
		Valor medio	Valor medio	Valor medio global
Lechones destetados	7 a 20	1,57	0,35	1,92
Lechón precebo	20 a 50	6,02	1,04	7,06
Cerdo crecimiento	50 a 80			
Cerdo engorde	80 a 100			
Cerdo > 110 Kg	110 a 125	10		11,04
Cerda recria	125	10,44	0,67	11,11
Cerda vacía	150 a 250	10,8		11,47
Cerda gestante		16		16,67
Cerda lactante		19		26,19
Verraco	160 a 270	15,7	1,7	17,40

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 21, se muestran los censos desde 1990 al 2008 por categorías y fase productiva en porcino que se han usado para estimar el consumo medio global de agua por año en producción porcina.

En la Tabla 22, se puede observar la estimación de los litros de agua consumidos por año y categoría y su total. Los datos se han obtenido haciendo uso de la Ecuación 50 comentada en el apartado 4.3.1.3.

Tabla 21. Evolución de los censos en producción porcina intensiva desde 1990 al 2008

Categoría	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999
Lechones destetados	4.687.188	4.689.908	4.853.412	4.762.963	5.421.950	5.326.817	5.185.519	5.624.764	6.201.113	5.980.191
Lechones precebo	4.117.283	4.135.979	4.189.960	4.467.007	4.643.996	4.166.790	4.253.586	4.324.013	4.768.965	5.180.939
Cerdo crecimiento	3.510.630	3.451.796	3.864.869	3.449.143	3.685.180	3.981.058	3.818.038	3.913.390	4.282.021	4.396.970
Cerdo engorde	1.902.003	2.058.633	2.405.931	2.358.300	2.570.089	2.786.062	2.736.172	2.852.805	2.920.812	3.054.085
Cerdo>110 Kg	139.250	139.358	196.609	211.785	192.688	131.699	238.500	241.652	379.550	367.430
Cerda recría	159.652	150.810	164.194	174.986	176.438	171.107	179.009	203.750	228.548	197.691
Cerda vacía	94.981	97.717	101.254	95.084	98.754	98.236	88.414	91.535	107.492	106.889
Cerda gestante	1.219.473	1.216.117	1.301.743	1.341.572	1.418.216	1.409.423	1.389.664	1.498.009	1.628.906	1.606.164
Cerda lactante	443.244	456.012	472.521	443.726	460.851	458.436	412.600	427.163	501.628	498.817
Verraco	97.265	98.099	98.662	92.962	90.762	84.288	69.579	83.127	80.360	73.164
Total censo	16.370.967	16.494.429	17.649.156	18.262.475	18.758.925	18.613.916	18.371.080	19.260.207	21.099.394	21.462.340

Categoría	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008
Lechones destetados	6.028.532	6.326.639	6.508.955	6.464.723	7.394.309	7.164.886	6.783.369	6.905.548	6.844.873
Lechones precebo	5.207.282	5.091.792	5.218.016	5.387.245	5.597.792	5.743.142	6.220.881	6.440.848	5.998.048
Cerdo crecimiento	5.250.700	4.845.902	4.674.295	4.919.312	5.173.332	5.104.066	5.125.992	5.206.109	4.926.105
Cerdo engorde	3.336.903	3.698.879	3.516.651	3.648.314	3.810.208	3.940.041	4.278.604	4.536.469	4.415.255
Cerdo>110 Kg	429.856	509.457	612.947	572.725	583.235	620.910	794.180	739.630	664.056
Cerda recría	194.698	211.662	245.243	237.666	241.369	234.751	233.412	247.108	227.667
Cerda vacía	109.267	105.012	112.998	106.460	104.673	100.711	100.870	100.320	98.118
Cerda gestante	1.617.101	1.713.456	1.717.494	1.734.168	1.770.296	1.787.459	1.834.159	1.858.246	1.689.858
Cerda lactante	509.913	490.058	527.325	496.814	488.476	469.984	470.725	468.158	457.885
Verraco	68.241	67.504	73.330	61.708	62.806	59.967	55.647	51.073	40.236
Total censo	22.752.492	23.060.363	23.207.255	23.629.136	25.226.495	25.225.916	25.897.837	26.553.508	25.362.100

Fuente: Tragsesa y BDPORC (2002).

Tabla 22. Estimación y evolución de litros totales de agua consumidos en producción porcina intensiva desde 1990 al 2008

Categoría	Días año	Litros animal y día	1990 (L)	1991 (L)	1992 (L)	1993 (L)	1994 (L)	1995 (L)	1996 (L)	1997 (L)	1998 (L)	1999 (L)
Lechones destetados	365	1,92	3,28E+09	3,29E+09	3,40E+09	3,34E+09	3,80E+09	3,73E+09	3,63E+09	3,94E+09	4,35E+09	4,19E+09
Lechones precebo		7,06	1,06E+10	1,07E+10	1,08E+10	1,15E+10	1,20E+10	1,07E+10	1,10E+10	1,11E+10	1,23E+10	1,34E+10
Cerdo crecimiento		7,06	9,05E+09	8,89E+09	9,96E+09	8,89E+09	9,50E+09	1,03E+10	9,84E+09	1,01E+10	1,10E+10	1,13E+10
Cerdo engorde		7,06	4,90E+09	5,30E+09	6,20E+09	6,08E+09	6,62E+09	7,18E+09	7,05E+09	7,35E+09	7,53E+09	7,87E+09
Cerdo>110 Kg		11,04	5,61E+08	5,62E+08	7,92E+08	8,53E+08	7,76E+08	5,31E+08	9,61E+08	9,74E+08	1,53E+09	1,48E+09
Cerda recria		11,11	6,47E+08	6,12E+08	6,66E+08	7,10E+08	7,15E+08	6,94E+08	7,26E+08	8,26E+08	9,27E+08	8,02E+08
Cerda vacía		11,47	3,98E+08	4,09E+08	4,24E+08	3,98E+08	4,13E+08	4,11E+08	3,70E+08	3,83E+08	4,50E+08	4,47E+08
Cerda gestante		16,67	7,42E+09	7,40E+09	7,92E+09	8,16E+09	8,63E+09	8,58E+09	8,46E+09	9,11E+09	9,91E+09	9,77E+09
Cerda lactante		26,19	4,24E+09	4,36E+09	4,52E+09	4,24E+09	4,41E+09	4,38E+09	3,94E+09	4,08E+09	4,80E+09	4,77E+09
Verraco		17,40	6,18E+08	6,23E+08	6,27E+08	5,90E+08	5,76E+08	5,35E+08	4,42E+08	5,28E+08	5,10E+08	4,65E+08
TOTAL (L)				4,17E+10	4,21E+10	4,53E+10	4,48E+10	4,74E+10	4,70E+10	4,64E+10	4,84E+10	5,33E+10

Categoría	Días año	Litros animal y día	2000 (L)	2001 (L)	2002 (L)	2003 (L)	2004 (L)	2005 (L)	2006 (L)	2007 (L)	2008 (L)
Lechones destetados	365	1,92	4,22E+09	4,43E+09	4,56E+09	4,53E+09	5,18E+09	5,02E+09	4,75E+09	4,84E+09	4,80E+09
Lechones precebo		7,06	1,34E+10	1,31E+10	1,34E+10	1,39E+10	1,44E+10	1,48E+10	1,60E+10	1,66E+10	1,55E+10
Cerdo crecimiento		7,06	1,35E+10	1,25E+10	1,20E+10	1,27E+10	1,33E+10	1,32E+10	1,32E+10	1,34E+10	1,27E+10
Cerdo engorde		7,06	8,60E+09	9,53E+09	9,06E+09	9,40E+09	9,82E+09	1,02E+10	1,10E+10	1,17E+10	1,14E+10
Cerdo>110 Kg		11,04	1,73E+09	2,05E+09	2,47E+09	2,31E+09	2,35E+09	2,50E+09	3,20E+09	2,98E+09	2,68E+09
Cerda recria		11,11	7,90E+08	8,58E+08	9,94E+08	9,64E+08	9,79E+08	9,52E+08	9,47E+08	1,00E+09	9,23E+08
Cerda vacía		11,47	4,57E+08	4,40E+08	4,73E+08	4,46E+08	4,38E+08	4,22E+08	4,22E+08	4,20E+08	4,11E+08
Cerda gestante		16,67	9,84E+09	1,04E+10	1,05E+10	1,06E+10	1,08E+10	1,09E+10	1,12E+10	1,13E+10	1,03E+10
Cerda lactante		26,19	4,87E+09	4,68E+09	5,04E+09	4,75E+09	4,67E+09	4,49E+09	4,50E+09	4,48E+09	4,38E+09
Verraco		17,40	4,33E+08	4,29E+08	4,66E+08	3,92E+08	3,99E+08	3,81E+08	3,53E+08	3,24E+08	2,56E+08
TOTAL (L)				5,79E+10	5,85E+10	5,90E+10	5,99E+10	6,24E+10	6,28E+10	6,56E+10	6,71E+10

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23, se muestran los datos referentes al número de cabezas sacrificadas por año en porcino y el correspondiente peso medio de la canal expresada en Kg.

A partir de estos datos, se ha utilizado la Ecuación 51 del apartado 4.3.1.3 para obtener finalmente la última columna de la Tabla 23 referente a los Kg de carne de cerdo totales por año.

Tabla 23. Datos referentes al N° de cabezas sacrificadas en producción porcina, su peso medio de la canal expresada en Kg y los Kg de producto final producidos anualmente desde 1990 al 2008

Año	N° cabezas sacrificadas				Peso canal medio (kg)			Kg carne de cerdo totales
	Lechones	Otros porcinos	Reprod.	Total porcino	Lechones	Otros porcinos	Reprod.	
1990	839.997	22.131.117	686.713	23.657.827	6,2	76,6	125,9	1.786.908.710
1991	591.096	24.353.553		24.944.649	5,7	77,3		1.885.898.894
1992	620.410	24.667.402		25.287.812	5,7	77,5		1.915.259.992
1993	666.102	26.451.051		27.117.153	6,1	78,1		2.069.890.305
1994	802.586	28.238.341		29.040.927	6,3	77,5		2.193.527.719
1995	785.217	28.826.520		29.611.737	6,2	78,2		2.259.102.209
1996	792.545	29.873.608		30.666.153	6,2	78,7		2.355.966.729
1997	1.486.626	28.296.513		29.783.139	6,5	84,5		2.400.718.418
1998	1.423.695	32.973.371		34.397.066	6,2	83		2.745.616.702
1999	1.392.241	34.277.473		35.669.714	6,1	84,1		2.891.228.149
2000	1.245.944	34.254.951		35.500.895	6,2	84,8		2.912.544.698
2001	1.355.620	34.975.225		36.330.845	6,3	85,2		2.988.429.576
2002	1.551.798	35.471.747		37.023.544	6,3	86,3		3.070.988.094
2003	1.686.534	36.493.566		38.180.099	6,3	87,1		3.189.214.763
2004	1.763.831	36.070.811		37.834.642	6,5	85		3.077.483.837
2005	1.577.052	37.128.186		38.705.238	6,7	85		3.166.462.058
2006	2.022.902	37.254.070		39.276.972	7,1	86,5		3.236.839.659
2007	1.975.516	39.513.029		41.488.545	6,5	86,7		3.438.620.468
2008	1.749.652	39.645.940		41.395.592	6,2	86,8		3.452.115.434

Fuente: Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).

En la Tabla 24, se muestran los valores totales correspondientes al consumo de agua expresado en litros totales, obtenidos a partir de la Tabla 22 y los Kg de carne de cerdo, obtenidos a partir de la Tabla 23 desde 1990 al 2008.

Tabla 24. Evolución del consumo de agua en litros totales por año en producción porcina y valores referentes a los Kg de carne anuales de cerdo desde 1990 al 2008

Año	Consumo total de agua expresado en millones de litros	Producción carne de cerdo expresada en millones de Kg carne de cerdo
1990	4,25E+10	1.787
1991	4,29E+10	1.886
1992	4,61E+10	1.915
1993	4,78E+10	2.070
1994	4,82E+10	2.194
1995	4,78E+10	2.259
1996	4,71E+10	2.356
1997	4,92E+10	2.401
1998	5,42E+10	2.746
1999	5,53E+10	2.891
2000	5,88E+10	2.913
2001	5,88E+10	2.988
2002	5,99E+10	3.071
2003	6,08E+10	3.189
2004	6,33E+10	3.077
2005	6,36E+10	3.166
2006	6,65E+10	3.237
2007	6,79E+10	3.439
2008	6,41E+10	3.452

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el Gráfico 290, Gráfico 291 y Gráfico 292, obtenidos a partir de los datos que se encuentran en la Tabla 21 y Tabla 24 respectivamente.

Gráfico 290. Evolución del censo porcino desde 1990 al 2008

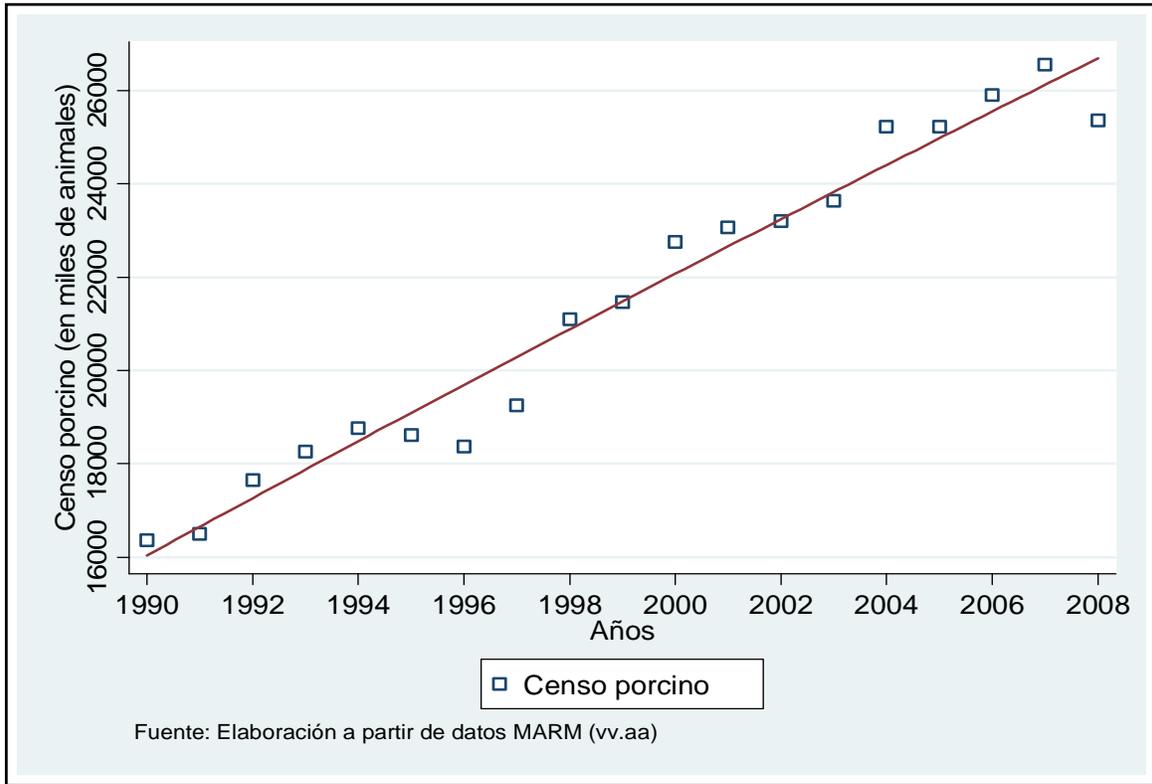


Gráfico 291. Evolución del consumo total de agua expresado en millones de litros desde 1990 al 2008 en porcino intensivo

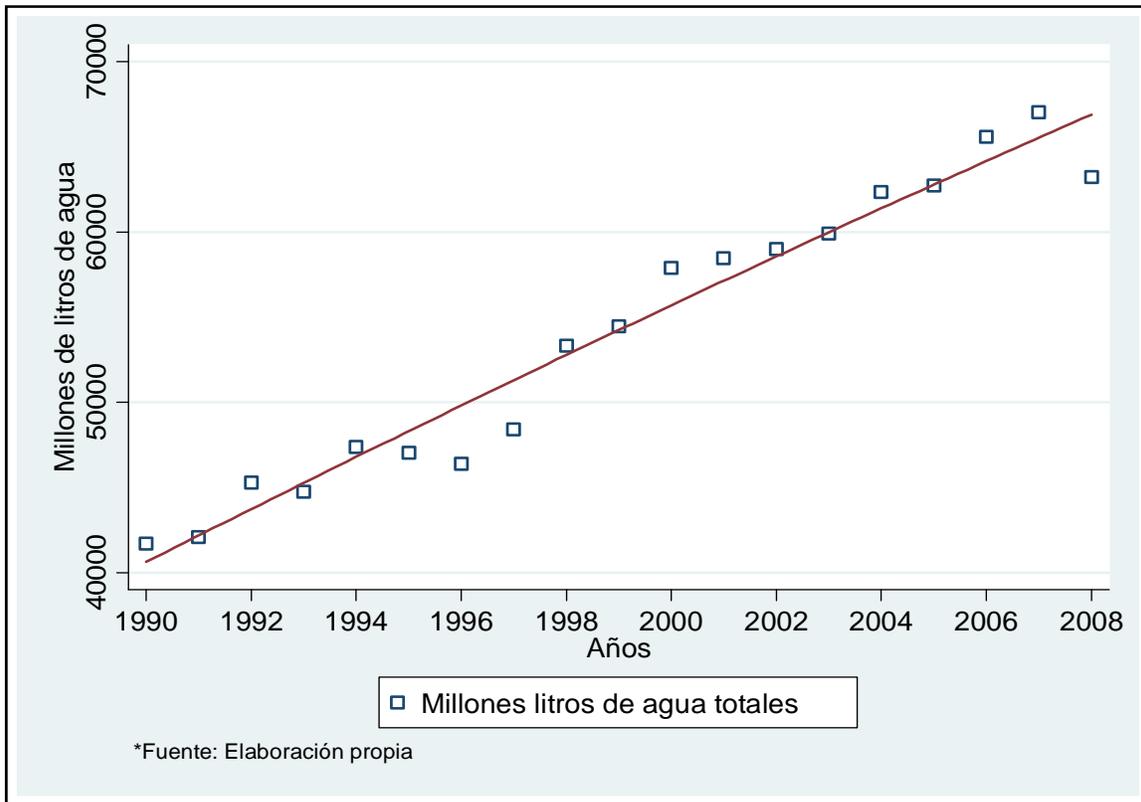
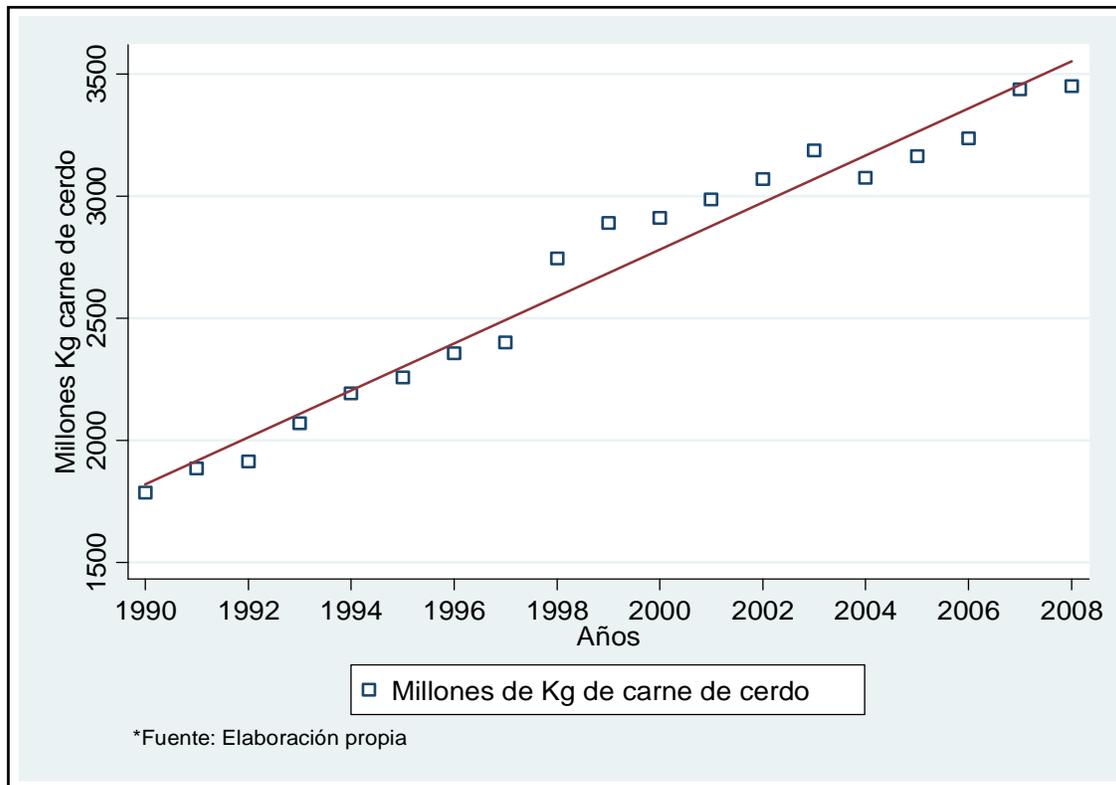


Gráfico 292. Evolución de la producción anual de los Kg de carne desde 1990 al 2008 en porcino intensivo



En 20 años, tanto el consumo de agua, como el censo porcino y los Kg de carne de cerdo han aumentado de forma de lineal año tras año (Ver los tres gráficos anteriores). Así, el censo porcino ha aumentado en un 54,92 % desde 1990 hasta 2008, los millones de litros de agua consumidos en un 51,59 % y finalmente, los Kg de carne de cerdo en un 93,18 %. Las tres curvas de las gráficas siguen un patrón lineal muy parecido.

4.3.1.4.1.2 Indicadores de sostenibilidad en porcino

A partir de los litros de agua totales anuales que consume el sector porcino intensivo y de los Kg de carne anuales que se han producido desde 1990 al 2008 (Ver Tabla 24), se ha podido trazar la evolución del indicador consumo de agua (ver Tabla 25), tomando como base el año 1990 (=100).

- 1) L agua/Kg producto (1/G1)
- 2) Kg producto/L agua (G1)

La Tabla 25, muestra la evolución de los litros de agua/Kg de carne de cerdo desde 1990 al 2008, estos datos se han obtenido dividiendo los litros totales de agua consumidos que se han calculado anteriormente en la Tabla 22 y los Kg de carne de cerdo calculados en la Tabla 23.

Tabla 25. Evolución de los Kg de carne de cerdo/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008

Año	L totales en porcino	Kg carne cerdo	L agua/Kg carne (1/G1) 1990=100	Kg carne/L agua (G1) 1990=100
1990	41.723.386.094	1.786.908.710	100.00	100.00
1991	42.108.459.930	1.885.898.894	95.63	104.65
1992	45.303.713.549	1.915.259.992	101.28	97.67
1993	44.770.192.795	2.069.890.305	92.63	106.98
1994	47.402.469.991	2.193.527.719	92.55	106.98
1995	47.037.826.209	2.259.102.209	89.16	111.63
1996	46.383.301.013	2.355.966.729	84.33	118.60
1997	48.429.448.556	2.400.718.418	86.38	116.28
1998	53.318.876.628	2.745.616.702	83.17	118.60
1999	54.477.876.978	2.891.228.149	80.69	123.26
2000	57.899.123.072	2.912.544.698	85.14	116.28
2001	58.463.632.126	2.988.429.576	83.77	118.60
2002	59.009.316.274	3.070.988.094	82.31	120.93
2003	59.900.872.490	3.189.214.763	80.43	123.26
2004	62.363.620.725	3.077.483.837	86.77	113.95
2005	62.751.487.819	3.166.462.058	84.88	116.28
2006	65.601.383.038	3.236.839.659	86.81	113.95
2007	67.051.181.901	3.438.620.468	83.51	118.60
2008	63.249.528.865	3.452.115.434	78.46	127.91

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados de los restantes indicadores de sostenibilidad expresados de la siguiente manera:

- 1) L agua/€ producto (1/G2)**
- 2) € producto/L agua (G2)**

La Tabla 26, muestra los resultados de los dos indicadores de sostenibilidad, que se han obtenido a partir de los datos siguientes:

- **€/Kg PV:** A partir de los Anuarios de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).
- **Kg de carne de cerdo:** A partir de la Tabla 23.
- **€ de producto:** A partir de la Ecuación 54.
- **L totales en porcino:** A partir de la Tabla 22.

Con la obtención de estos datos, se han realizado las divisiones pertinentes obteniendo así los resultados que se observan en la Tabla 26.

Tabla 26. Evolución de los € de producto/L agua y su correspondiente inverso en producción porcina desde 1990 al 2007

Año	€/Kg PV	Kg carne cerdo año	€ producto (de carne)	L totales en porcino	L agua/€ producto (1/G2) 1990=100	€ producto/L agua (G2) 1990=100
1990	0,96	1.786.908.710	1.715.426.348	41.723.386.094	100.00	100.00
1991	0,99	1.885.898.894	1.862.141.823	42.108.459.930	92.97	107.32
1992	1,03	1.915.259.992	1.969.062.146	45.303.713.549	94.61	104.88
1993	0,89	2.069.890.305	1.846.388.032	44.770.192.795	99.71	100.00
1994	0,95	2.193.527.719	2.090.750.189	47.402.469.991	93.22	107.32
1995	1,09	2.259.102.209	2.451.142.054	47.037.826.209	78.91	126.83
1996	1,18	2.355.966.729	2.786.051.792	46.383.301.013	68.46	146.34
1997	1,25	2.400.718.418	2.992.204.785	48.429.448.556	66.57	151.22
1998	0,89	2.745.616.702	2.438.755.018	53.318.876.628	89.88	112.20
1999	0,82	2.891.228.149	2.361.831.705	54.477.876.978	94.86	104.88
2000	1,05	2.912.544.698	3.070.113.366	57.899.123.072	77.55	129.27
2001	1,30	2.988.429.576	3.892.728.366	58.463.632.126	61.76	163.41
2002	1,04	3.070.988.094	3.185.843.048	59.009.316.274	76.15	131.71
2003	0,97	3.189.214.763	3.087.159.890	59.900.872.490	79.77	126.83
2004	1,05	3.077.483.837	3.227.049.551	62.363.620.725	79.48	126.83
2005	1,08	3.166.462.058	3.419.145.731	62.751.487.819	75.45	131.71
2006	1,16	3.236.839.659	3.760.884.000	65.601.383.038	71.71	139.02
2007	1,06	3.438.620.468	3.632.902.525	67.051.181.901	75.90	131.71

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 293. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los L de agua/Kg de carne de cerdo desde 1990 al 2008

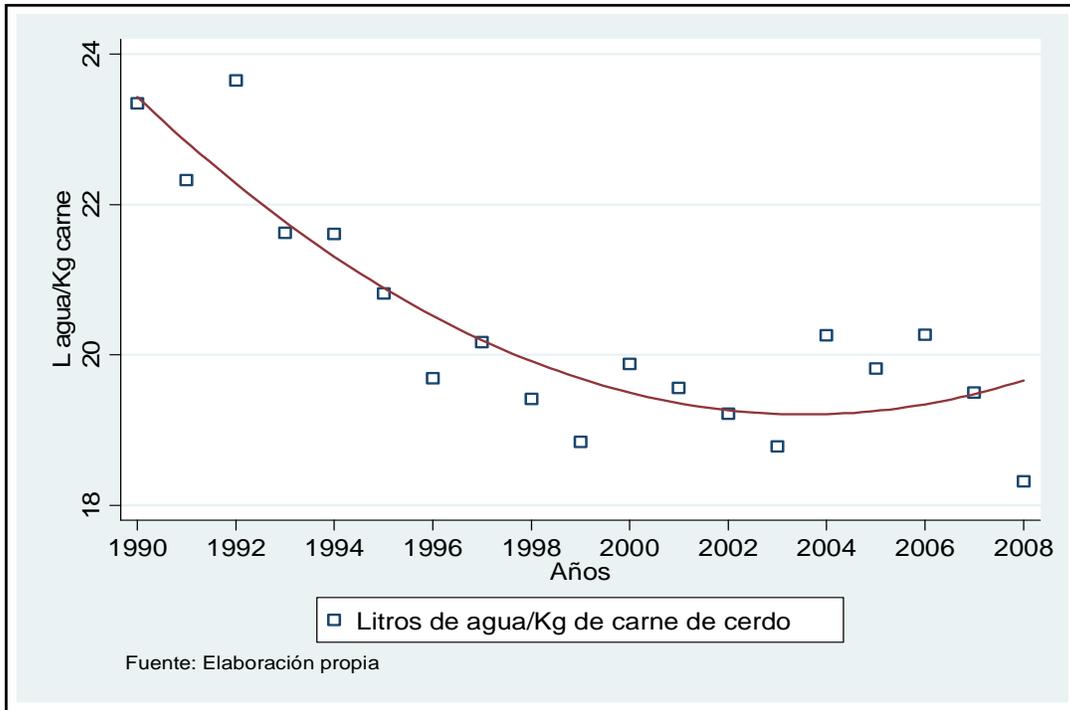


Gráfico 294. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los Kg de carne de cerdo/L de agua desde 1990 al 2008

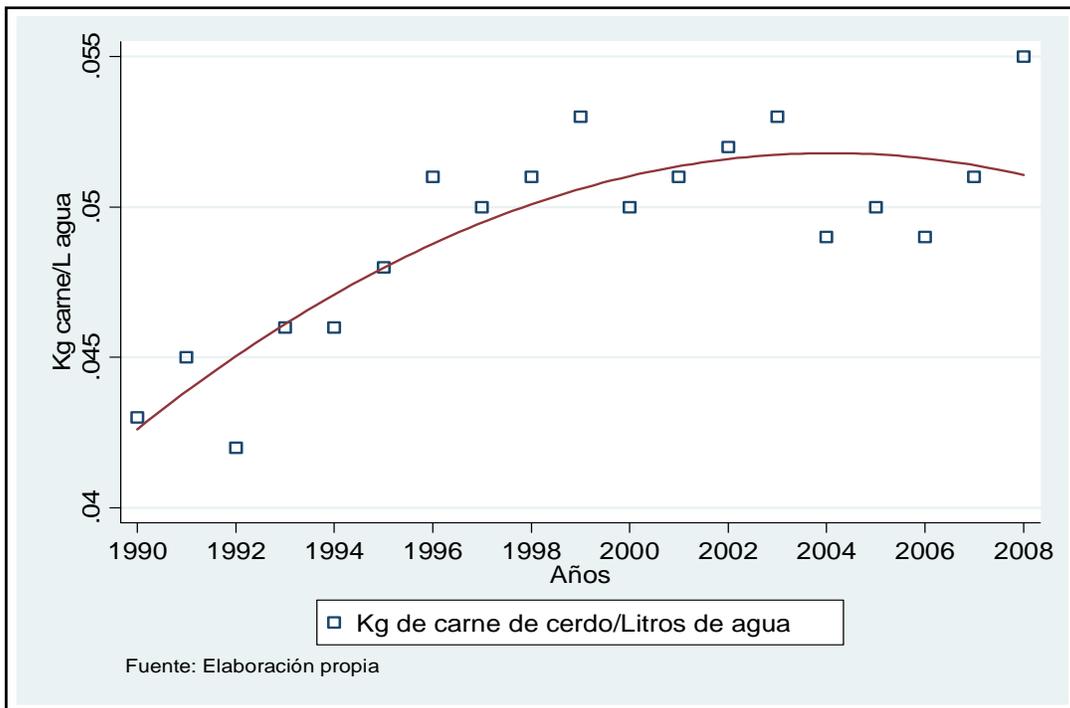


Gráfico 295. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/€ de producto desde 1990 al 2007

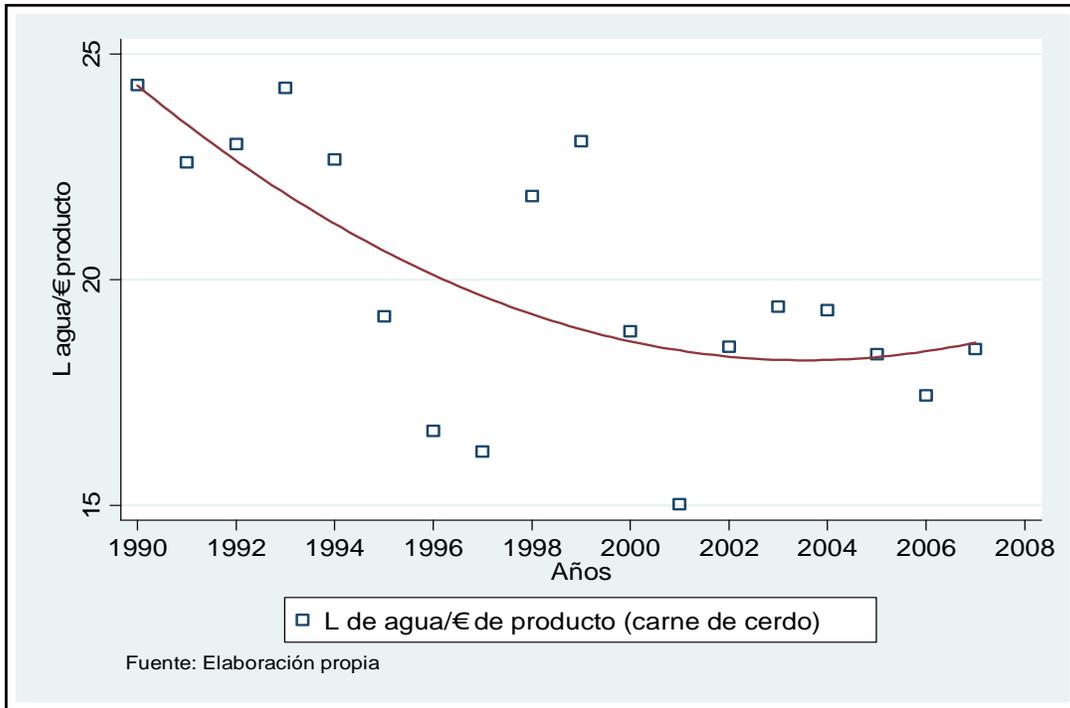
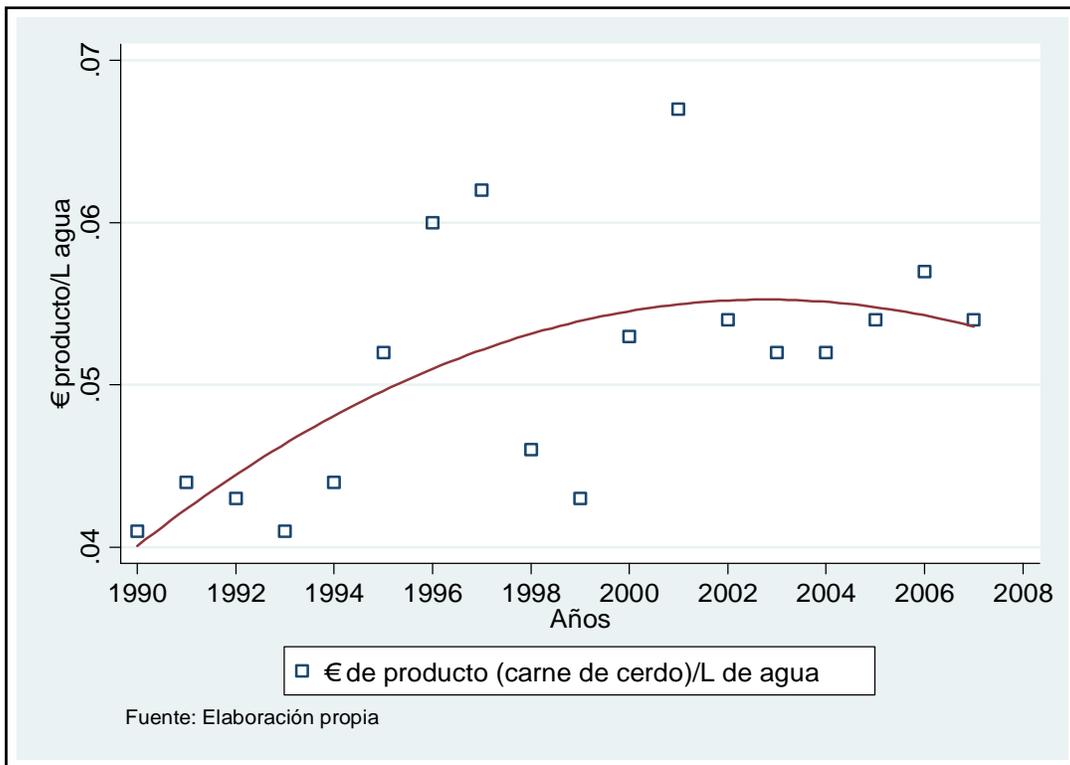


Gráfico 296. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua desde 1990 al 2007



En el Gráfico 293 y en el Gráfico 295, se pueden apreciar unas tendencias generales descendentes, con un cambio de éstas a partir del año 2001 a partir del cual los indicadores parecen mantenerse. El indicador correspondiente a los L de agua/Kg carne de cerdo ha descendido en una proporción de un 21,54 % y en un 24 % si nos referimos a los L de agua/€ de producto desde 1990 hasta el 2008.

4.3.1.4.2 AVICULTURA

4.3.1.4.2.1 Estimación del consumo de agua en aves según diferentes autores. Propuesta de recomendaciones.

En la Tabla 27, se muestra un resumen de los valores medios y rangos de variación referentes al consumo de agua registrada en distintos estudios según la fase de producción del ave en sistema intensivo.

En el caso de la producción avícola, se puede observar que en una misma fase del animal los consumos de agua son distintos. Esto se debe en gran parte a su proceso de crecimiento más rápido y consecuentemente el consumo de agua también cambia más rápido (en comparación al porcino).

En el caso del pollo o también comúnmente conocido “broiler”, el rango general se encuentra entre 50 - 260 L/1000 aves y día, con un valor medio de unos 150 L/1000 aves y día.

En pollitas de recría (reposición de las reproductoras pesadas) el rango se encuentra alrededor de 120 – 180 L/1000 aves y día, con unos 130 L/1000 aves y día.

En reproductoras pesadas (para broilers comerciales) el valor general se mantiene en 250 L/1000 aves y día, siendo una de las fases productivas que más consume durante su ciclo. En pollitas rubias, que son las denominadas ponedoras jóvenes, su consumo de agua va desde los 57 a los 140 L/1000 aves y día. En ponedoras adultas (a partir de las 18 semanas), el rango general está alrededor de 150 y 328 L/1000 aves y día, también en éste caso se podría decir que son unas de las que más agua consumen juntamente con las reproductoras pesadas mencionadas anteriormente.

De manera general y haciendo una recopilación de la información obtenida a partir de los diferentes autores mencionados en la Tabla 27, se ha procedido a proponer unas recomendaciones generales para el sector avícola sobre el consumo de agua de bebida en L/1000 aves y día. Así, se puede asignar una utilización media diaria de agua de 158 L para broilers (pollos de carne), en pollitas de recría 130 L, en el caso de reproductoras pesadas 250 L, pollitas rubias 124 L y en gallinas ponedoras 216. Las reproductoras pesadas son las que mayor consumo de agua requieren durante su ciclo.

Tabla 27. Estimaciones del consumo de agua de bebida (en L/1000 pollos/día) en función de la categoría animal en avicultura

Animal y fase productiva (L/1000 aves/día)	Semanas	Periodo ciclo(días)	Buxadé (1987 y 1988)*	Austic & Nesheim (1990)*	NRC (1994)*	Canada Plan Service (2001)*	BREF (2003)*	Leeson & Summers (2005)*	Omafra (2007)*	Recomen. Grupo de Trabajo	Recomen. Grupo de Trabajo	
			Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (Rango)	Valor medio (B) (Rango) (A)	Valor medio	Valor medio
Pollo (broiler)	1	0-7	56 (32 - 80)(A)	155 (A)	50,3 (32,14 - 68,57)	160 (A)		24	105 (30 - 180)	101	158,2	
	2	7-14										
	3	14-21	135 (115 - 155)(A)		123,2 (103,6 - 142,9)			100				
	4	21-28										
	5	28-35	207,5 (150 - 265)(A)	260 (A)	214,3 (178,6 - 250)	250 (B)		240		234,4		
	6	35-42										
	7	42-49										
Pollitas de recría	0-7	0- 49					75 (A)		116,6	130,5		
(reposición de las reproductoras pesadas)	7-17	49-119			120(A)		140 (A)					
	17-23	119-161			160(B)		180 (A)	170				
Reproductoras pesadas (para broilers comerciales)	23-40	161-280				300(B)		180 (B)	250 (180 - 320)	249,3	249,3	
	40-65	280-455						210 (B)				
Pollitas rubias (ponedoras jóvenes)	0-5	0-35	65 (20 - 110)(B)(C)		57,14	100 (A)		50(A)		80,1	124,5	
	5 - 7	35-70					82,5 (50 - 115)(A)					
	7 - 17	70-119	150 (110 - 190)(B)		121,42	130(B)		127,5 (115 - 140)(A)	148,4			
	17-1 %	119-1%			155,35			203,56				
Gallinas ponedoras	1%-32	1%-224						150(B)		216,6	216,6	
	32-44	224-308	206,18 (140 - 273)	196,87 (B)	225 (150 - 300)	210 (B)	278,08 (227,4 - 328,76)	250 (180 - 320)				
	44-55	308-385										
	55-70	385-490					180 (B)					

*Buxadé: (A) Consumos estimados para temperaturas medias de 18 a 20 °C. (B) Con una temperatura ambiente de 18 a 20° C.(C). El rango va desde la 1 semana a la 10 semana. *Austic & Nesheim: (A) Valores obtenidos a partir del consumo de 2 a 2,5 g de agua/g de alimento consumido. El valor del consumo de pienso durante el periodo de crecimiento se ha extraído de las Normas FEDNA (2008) (Ver Tabla 4 del Anejo 3 apartado 3.1.). (B) De 1,5 a 2,0 g de agua/g de pienso en gallinas ponedoras. El valor del consumo de pienso se ha extraído de las Normas FEDNA (2008) (Ver Tabla 4 del Anejo 3 apartado 3.1.). *NRC: Varía considerablemente dependiendo de la temperatura ambiente, de la composición de la dieta, el ratio de crecimiento o la producción de huevos y tipo de equipamiento usado. Los datos presentes se han aplicado bajo temperaturas ambientales de 20 a 25° C.*Canada Plan Service: Éstas son las cantidades de agua de consumo registradas en muchas de las literaturas. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que en condiciones de elevadas temperaturas, las aves, reducen el consumo de alimento y consecuentemente consumen casi las mismas cantidades de agua que en condiciones normales. (A) A T° normales de 20° C (valor medio de crecimiento). (B) En caso de aves adultas a T° de 20° C. *Leeson & Summers:(A) Indican valores aproximados del uso del agua y variarían según el estado de producción, salubridad y consumo de alimento.(A) Valores obtenidos a las 4 , 12 y 18 semanas respectivamente.(B)Valores obtenidos con un 50 % y un 80 % de producción respectivamente.*Omafra: (A) Resultados de la gestión y del medio en el que se encuentran los animales. (B) Consumo típico en un año según bases diarias bajo las condiciones agronómicas medias en Ontario.

En la Tabla 28, se puede observar que hay poca información sobre el uso de agua de limpieza en explotaciones avícolas. En éste caso, sólo hay referencia de un sólo autor.

Tabla 28. Comparación de los resultados obtenidos en distintos estudios relativos a la cantidad media de agua de servicio utilizada según la fase de producción

Animal y fase productiva L/1000 aves/día	Semanas	Periodo ciclo (días)	BREF (2003)*	Recomendaciones Grupo de Trabajo
			Valor medio (Rango)	Valor medio
Gallinas ponedoras*	1%-32	1%-224	5,43 (2,29-8,56)	5,43 (2,29-8,56)
	32-44	224-308		
	44-55	308-385		
	55-70	385-490		

*Incluye ponedoras en jaulas y en foso profundo. Fuente: Referencia BREF, 2003.

En la Tabla 29, se puede observar el valor medio global de agua consumida (de bebida y servicio) en aves de carne y puesta que, posteriormente, junto al censo de ambos tipos de aves (Ver Tabla 30) y los 365 días se han obtenido los litros totales consumidos anualmente de agua (Ver Tabla 31).

Así, los datos que se han obtenido en la Tabla 31, se han extraído con la ayuda de la Ecuación 50.

Tabla 29. Recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre el consumo de agua de bebida, servicio y valor medio global del consumo medio total de agua en L/1000 aves y día

Especie animal L/1000 aves/día	Semanas	Periodo ciclo (días)	AGUA DE BEBIDA	AGUA DE SERVICIO	TOTAL AGUA
			Recomendaciones Grupo de Trabajo	Recomendaciones Grupo de Trabajo	Recomendaciones Grupo de Trabajo
			Valor medio	Valor medio	Valor medio global
Pollo broiler	1	0 - 7	158,17		158,17
	2	7 - 14			
	3	14 - 21			
	4	21 - 28			
	5	28 - 35			
	6	35 - 42			
	7	42 - 49			
Pollitas de recría (reposición de las reproductoras pesadas)	0 - 7	0 - 49	130,53		130,53
	7 - 17	49 - 119			
	17 - 23	119 - 161			
Reproductoras pesadas (para broilers comerciales)	23 - 40	161 - 280	249,30		249,30
	40 - 65	280 - 455			
Pollitas rubias (ponedoras jóvenes)	0 - 5	0 - 35	124,5		124,5
	5 - 10	35 - 70			
	10 - 17	70 - 119			
	17 - 1 %	119 - 1 %			
Gallinas ponedoras	1% - 32	1% - 224	216,6	5,43	222,03
	32 - 44	224 - 308			
	44 - 55	308 - 385			
	55 - 70	385 - 490			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Evolución de los censos en producción avícola desde 1990 al 2008

Categoría	1990	1991	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Pollo broiler	76.266.639	76.908.715	74.421.150	92.576.445	93.877.188	95.983.054	96.662.914	97.077.128	96.736.729
Pollitas recria	2.323.677	2.347.179	2.279.296	2.840.596	2.886.018	2.965.336	3.001.352	3.029.630	3.034.718
Reprod. Pesadas	1.897.669	1.919.901	1.870.276	2.334.528	2.375.594	2.444.739	2.478.333	2.505.622	2.513.775
Pollitas recria	8.649.759	8.698.225	8.170.576	9.259.221	9.732.194	8.948.490	9.552.460	9.365.176	9.816.368
Gallinas ponedoras	36.154.652	35.460.111	31.610.577	34.986.600	35.875.790	32.206.741	33.587.221	32.181.561	32.961.485
TOTAL CENSO	125.292.396	125.334.131	118.351.875	141.997.389	144.746.785	142.548.360	145.282.280	144.159.118	145.063.074

Categoría	2.000	2.001	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008
Pollo broiler	97.125.279	108.230.870	102.995.781	99.447.597	98.840.959	96.115.734	102.076.570	102.076.570
Pollitas recria	3.063.039	3.424.774	3.281.898	3.180.280	3.172.555	3.085.082	3.276.411	3.276.411
Reprod. Pesadas	2.541.216	2.845.759	2.735.535	2.654.950	2.652.609	2.579.471	2.739.443	2.739.443
Pollitas recria	10.848.666	11.278.172	12.034.814	13.196.002	12.965.916	12.964.656	12.810.376	12.711.448
Gallinas ponedoras	35.594.120	35.817.430	36.393.403	39.236.668	38.175.168	38.125.218	37.684.587	37.283.504
TOTAL CENSO	149.172.321	161.597.005	157.441.431	157.715.497	155.807.207	152.870.162	158.587.387	158.087.376

Fuente: Tragsega.

Tabla 31. Estimación y evolución de los litros totales de agua consumidos anualmente en producción avícola desde 1990 al 2008

Categoría	Días ave y año	L/ave y día	1.990 (L)	1.991 (L)	1.992 (L)	1.993 (L)	1.994 (L)	1.995 (L)	1.996 (L)	1.997 (L)	1.998(L)	1.999 (L)
Pollo broiler	365	0,16	4,45E+09	4,49E+09	4,36E+09	4,35E+09	5,41E+09	5,48E+09	5,61E+09	5,65E+09	5,67E+09	5,65E+09
Pollitas recría		0,13	1,10E+08	1,11E+08	1,08E+08	1,08E+08	1,35E+08	1,37E+08	1,41E+08	1,42E+08	1,44E+08	1,44E+08
Reprod. Pesadas		0,25	1,73E+08	1,75E+08	1,71E+08	1,71E+08	2,13E+08	2,17E+08	2,23E+08	2,26E+08	2,29E+08	2,29E+08
Pollitas rubias		0,12	3,79E+08	3,81E+08	3,90E+08	3,58E+08	4,06E+08	4,26E+08	3,92E+08	4,18E+08	4,10E+08	4,30E+08
Gallinas ponedoras		0,22	2,90E+09	2,85E+09	2,84E+09	2,54E+09	2,81E+09	2,88E+09	2,59E+09	2,70E+09	2,58E+09	2,65E+09
TOTAL (L)			8,02E+09	8,01E+09	7,87E+09	7,52E+09	8,97E+09	9,14E+09	8,95E+09	9,13E+09	9,04E+09	9,10E+09

Categoría	Días ave y año	L/ave y día	2.000 (L)	2.001 (L)	2.002 (L)	2.003 (L)	2.004 (L)	2.005 (L)	2.006 (L)	2.007 (L)	2.008 (L)
Pollo broiler	365	0,16	5,67E+09	6,32E+09	6,00E+09	6,01E+09	5,81E+09	5,77E+09	5,61E+09	5,96E+09	5,96E+09
Pollitas recría		0,13	1,45E+08	1,63E+08	1,55E+08	1,56E+08	1,51E+08	1,51E+08	1,46E+08	1,55E+08	1,55E+08
Reprod. Pesadas		0,25	2,32E+08	2,60E+08	2,48E+08	2,50E+08	2,42E+08	2,42E+08	2,35E+08	2,50E+08	2,50E+08
Pollitas rubias		0,12	4,75E+08	4,94E+08	5,02E+08	5,27E+08	5,78E+08	5,68E+08	5,68E+08	5,61E+08	5,57E+08
Gallinas ponedoras		0,22	2,86E+09	2,88E+09	2,85E+09	2,92E+09	3,15E+09	3,07E+09	3,06E+09	3,03E+09	2,99E+09
TOTAL (L)			9,38E+09	1,01E+10	9,75E+09	9,87E+09	9,93E+09	9,80E+09	9,62E+09	9,95E+09	9,92E+09

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.4.2.2 Aves de Carne

En la Tabla 32 se muestran los animales sacrificados y su peso medio de la canal expresada en Kg desde 1990 al 2008. A partir de estos datos se ha utilizado la Ecuación 52 para obtener así la última columna de la Tabla 32.

Tabla 32. Datos referentes a los animales sacrificados (en miles), su peso medio de la canal expresada en Kg y los Kg de producto final producidos desde 1990 al 2008

Año	Animales sacrificados (en miles)	Peso medio canal (kg)	Kg carne de pollo totales
1990	537.115	1,60	859.384.000
1991	565.971	1,60	905.553.600
1992	556.083	1,60	889.732.800
1993	535.413	1,56	835.244.280
1994	600.197	1,63	978.321.110
1995	626.834	1,62	1.015.471.080
1996	647.827	1,48	958.783.960
1997	669.656	1,49	997.786.695
1998	679.435	1,56	1.059.918.288
1999	677.184	1,77	1.198.616.034
2000	668.644	1,68	1.123.322.592
2001	723.570	1,81	1.309.662.062
2002	700.022	1,9	1.330.041.040
2003	724.639	1,84	1.333.336.800
2004	753.104	1,84	1.385.712.300
2005	677.591	1,90	1.287.422.300
2006	669.010	1,90	1.271.119.760
2007	712.307	1,90	1.353.382.730
2008	689.483	2,00	1.378.965.200

Fuente: Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).

La Tabla 33, muestra la evolución del consumo de agua total expresada en millones de litros, obtenidos a partir de la suma de los litros que consumen las siguientes categorías de aves de carne: los *pollos (broilers)*, *las pollitas de recría* y *las reproductoras pesadas* (valores calculados en la Tabla 31). Los millones de Kg de carne de pollo producidos se han extraído de la Tabla 32.

Tabla 33. Evolución del consumo de agua total expresado en millones de litros y la producción de carne expresada en Kg de carne de pollo desde 1990 al 2008

Año	Consumo de agua total expresado en millones de litros	Producción carne de pollo expresada en millones de Kg carne de pollo
1990	4737	859
1991	4778	906
1992	4639	890
1993	4625	835
1994	5754	978
1995	5836	1.015
1996	5969	959
1997	6014	998
1998	6023	1.060
1999	6023	1.199
2000	6049	1.123
2001	6743	1.310
2002	6400	1.330
2003	6420	1.333
2004	6201	1.386
2005	6165	1.287
2006	5995	1.271
2007	6367	1.353
2008	6367	1.379

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 297. Evolución del censo en aves de carne desde 1990 al 2008

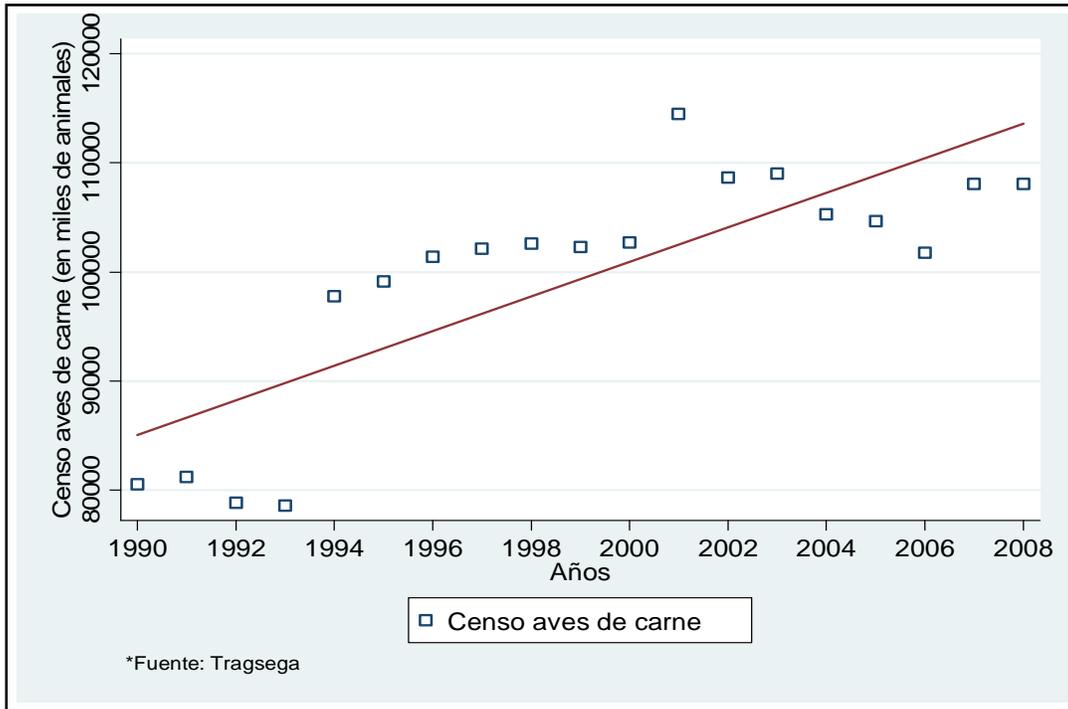


Gráfico 298. Evolución del consumo total de agua expresada en millones de litros desde 1990 al 2008 en aves de carne

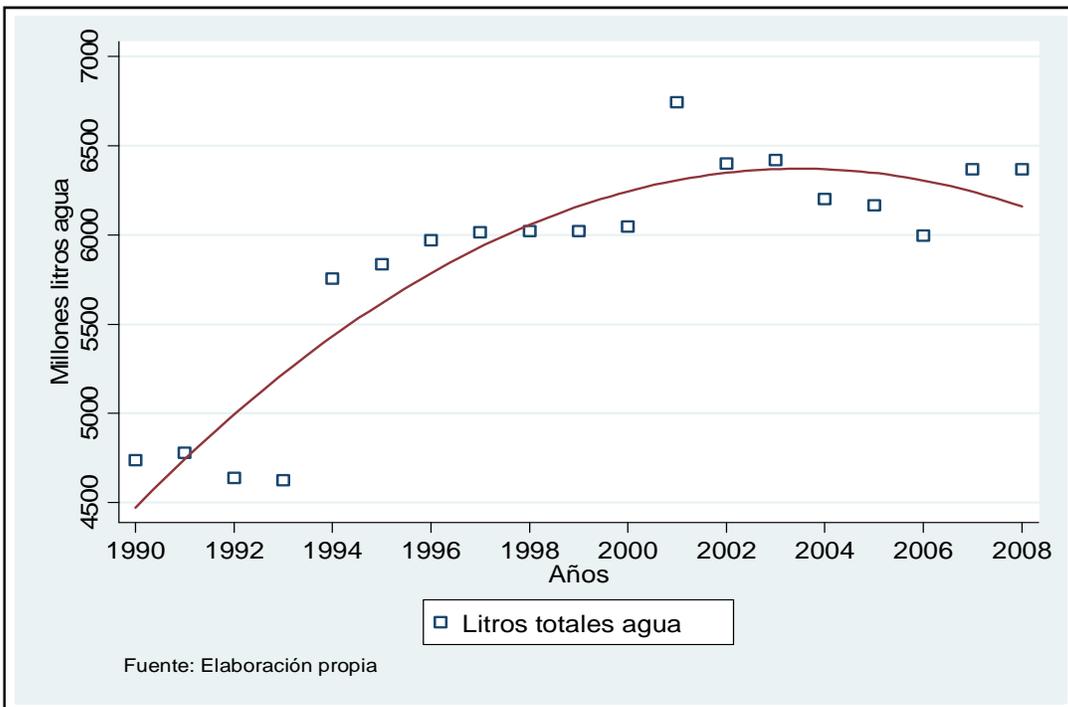
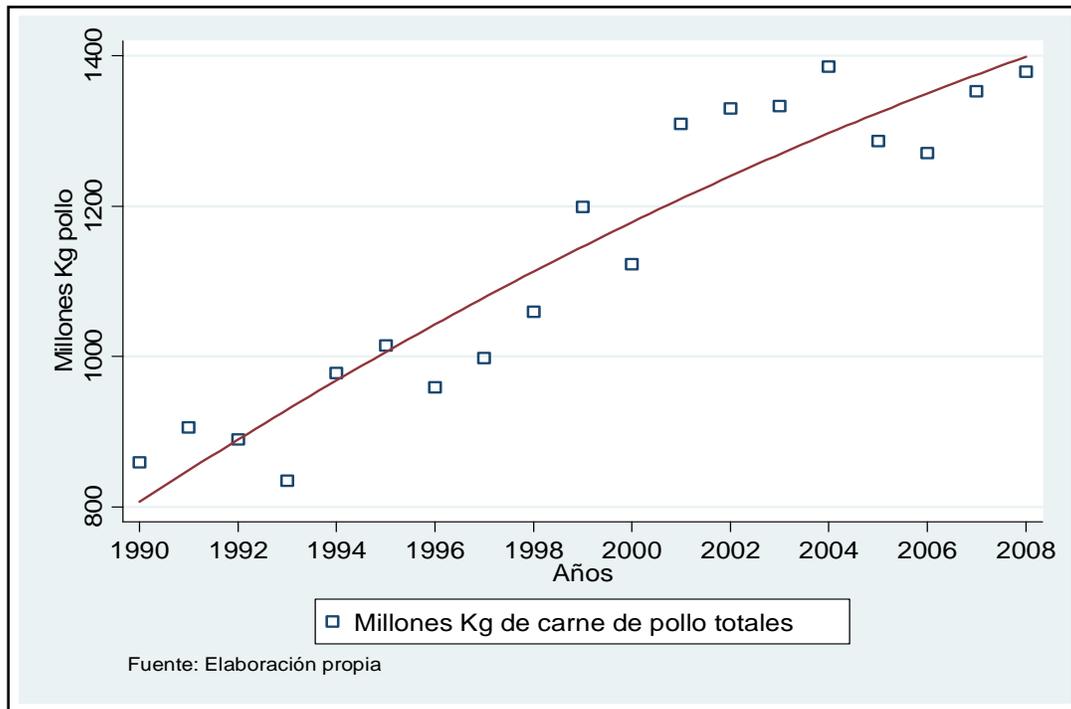


Gráfico 299. Evolución de los Kg de carne de pollo producidos desde 1990 al 2008



En 20 años, el censo de aves de carne (Ver Gráfico 297) y los Kg de carne de pollo (Ver Gráfico 299) han ascendido de forma lineal año tras año. El Gráfico 298, referido a la evolución de los litros de agua consumidos desde 1990 al 2008, tiene una tendencia ascendente hasta el año 2001. A partir de ahí, el consumo de los litros de agua tiene una tendencia general a mantenerse.

Así, se podría decir que el censo de aves de carne ha aumentado en un 34,29 % desde 1990 hasta 2008, los litros de agua consumidos han aumentado paralelamente con el censo en un 34,39 % y finalmente los Kg de carne de pollo han ascendido en un 60,45 %.

4.3.1.4.2.2.1 Indicadores de sostenibilidad en aves de carne

A partir del cálculo de los litros de agua totales consumidos anualmente en aves de carne extraídos de la Tabla 31 y los Kg de carne de pollo producidos anualmente desde 1990 al 2008 (Ver Tabla 32), se han podido calcular los dos siguientes indicadores de sostenibilidad (los Kg de producto se refieren a Kg de carne de pollo):

- 1) L agua/Kg producto (1/G1)**
- 2) Kg producto/L agua (G1)**

La Tabla 34, muestra la evolución del indicador agua/Kg de carne de pollo desde 1990 al 2008, tomando como base el año 1990 (=100). Estos datos se han obtenido dividiendo los litros totales de agua consumidos y que se han calculado anteriormente en la Tabla 31 y los Kg de carne de pollo calculados en la Tabla 32.

Tabla 34. Evolución de los indicadores de Kg de carne de pollo/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008 (1990=100)

Año	L totales en aves de carne	Kg carne de pollo	L agua/Kg carne de pollo (1/G1) 1990=100	Kg carne de pollo/L agua (G1) 1990=100
1990	4.737.392.529	859.384.000	100.00	100.00
1991	4.778.033.559	905.553.600	95.83	105.56
1992	4.638.780.878	889.732.800	94.56	105.56
1993	4.625.010.440	835.244.280	100.54	100.00
1994	5.754.276.284	978.321.110	106.72	94.44
1995	5.836.142.326	1.015.471.080	104.36	94.44
1996	5.969.197.949	958.783.960	113.07	88.89
1997	6.013.676.233	997.786.695	109.44	94.44
1998	6.022.804.267	1.059.918.288	103.09	100.00
1999	6.022.804.267	1.198.616.034	91.11	111.11
2000	6.049.343.519	1.123.322.592	97.82	105.56
2001	6.742.863.825	1.309.662.062	93.47	105.56
2002	6.400.132.140	1.330.041.040	87.30	116.67
2003	6.420.297.226	1.333.336.800	87.30	116.67
2004	6.200.908.157	1.385.712.300	81.13	122.22
2005	6.164.900.290	1.287.422.300	86.93	116.67
2006	5.994.922.799	1.271.119.760	85.66	116.67
2007	6.366.711.555	1.353.382.730	85.30	116.67
2008	6.366.711.555	1.378.965.200	83.85	122.22

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados de los siguientes indicadores de sostenibilidad expresados en:

- 1) **L agua/€ producto (1/G2)**
- 2) **€ producto/L agua (G2)**

Para la obtención de estos dos nuevos indicadores de sostenibilidad, se han tenido que recoger los siguientes datos:

- **€/Kg PV:** A partir de los Anuarios de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).
- **Kg de carne de pollo:** A partir de la Tabla 32.
- **€ de producto:** Aplicación de la Ecuación 55.
- **L totales aves de carne:** A partir de la Tabla 31.

Con la obtención de estos datos, se han realizado las divisiones pertinentes obteniendo así los resultados que se observan en la Tabla 35.

Tabla 35. Evolución de los indicadores de € de producto/L agua y su correspondiente inverso en aves de carne desde 1990 al 2007 (1990=100)

Año	€/Kg PV	Kg carne pollo	€ producto (de carne)	L totales en aves de carne	L agua/€ producto (1/G2) 1990=100	€ producto/L agua (G2) 1990=100
1990	0,76	859.384.000	653.321.086	4.737.392.529	100.00	100.00
1991	0,74	905.553.600	666.867.901	4.778.033.559	98.76	100.00
1992	0,75	889.732.800	669.601.656	4.638.780.878	95.59	100.00
1993	0,81	835.244.280	674.275.550	4.625.010.440	94.62	107.14
1994	0,82	978.321.110	803.713.729	5.754.276.284	98.76	100.00
1995	0,73	1.015.471.080	744.700.763	5.836.142.326	108.14	92.86
1996	0,88	958.783.960	840.274.284	5.969.197.949	97.93	100.00
1997	0,83	997.786.695	827.065.391	6.013.676.233	100.28	100.00
1998	0,80	1.059.918.288	845.496.818	6.022.804.267	98.21	100.00
1999	0,67	1.198.616.034	803.911.774	6.022.804.267	103.31	92.86
2000	0,87	1.123.322.592	973.920.687	6.049.343.519	85.66	114.29
2001	0,95	1.309.662.062	1.245.095.722	6.742.863.825	74.76	128.57
2002	0,74	1.330.041.040	986.225.431	6.400.132.140	89.52	107.14
2003	0,84	1.333.336.800	996.951.307	6.420.297.226	88.83	114.29
2004	0,86	1.385.712.300	830.835.816	6.200.908.157	102.90	92.86
2005	0,89	1.287.422.300	983.334.661	6.164.900.290	86.48	114.29
2006	0,97	1.271.119.760	1.234.765.735	5.994.922.799	67.03	150.00
2007	1,09	1.353.382.730	1.472.345.072	6.366.711.555	59.59	164.29

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 300 . Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/Kg de carne de desde 1990 al 2008

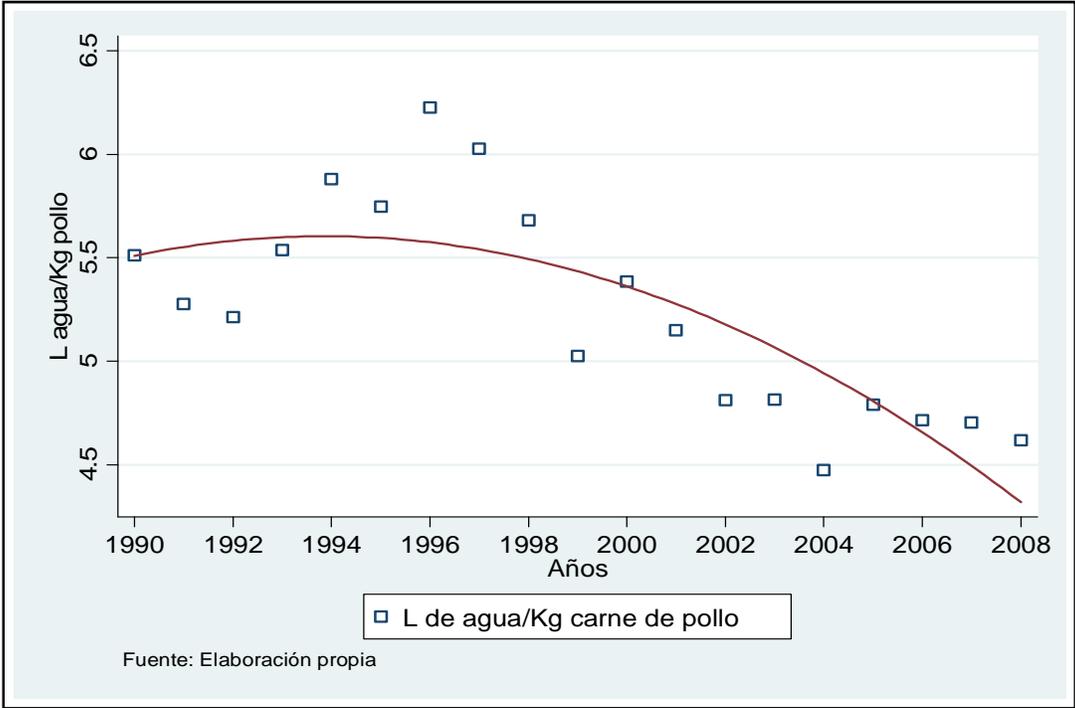


Gráfico 301. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a Kg de carne de pollo/L de agua desde 1990 al 2008

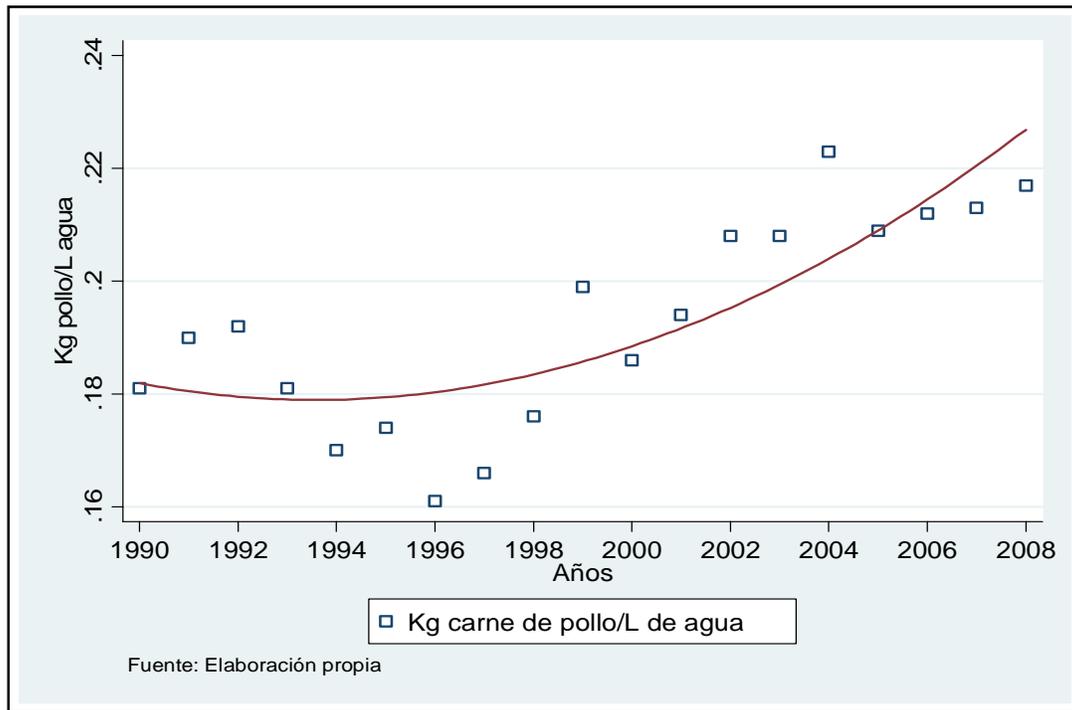


Gráfico 302. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L de agua/€ de producto en aves de carne desde 1990 al 2007

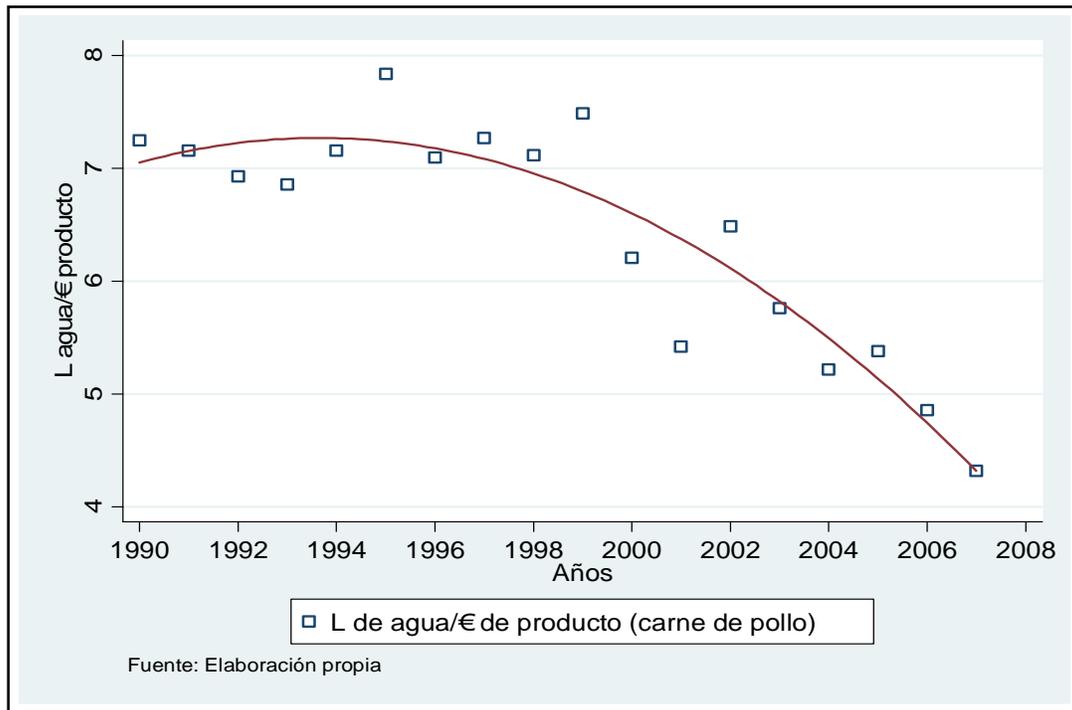
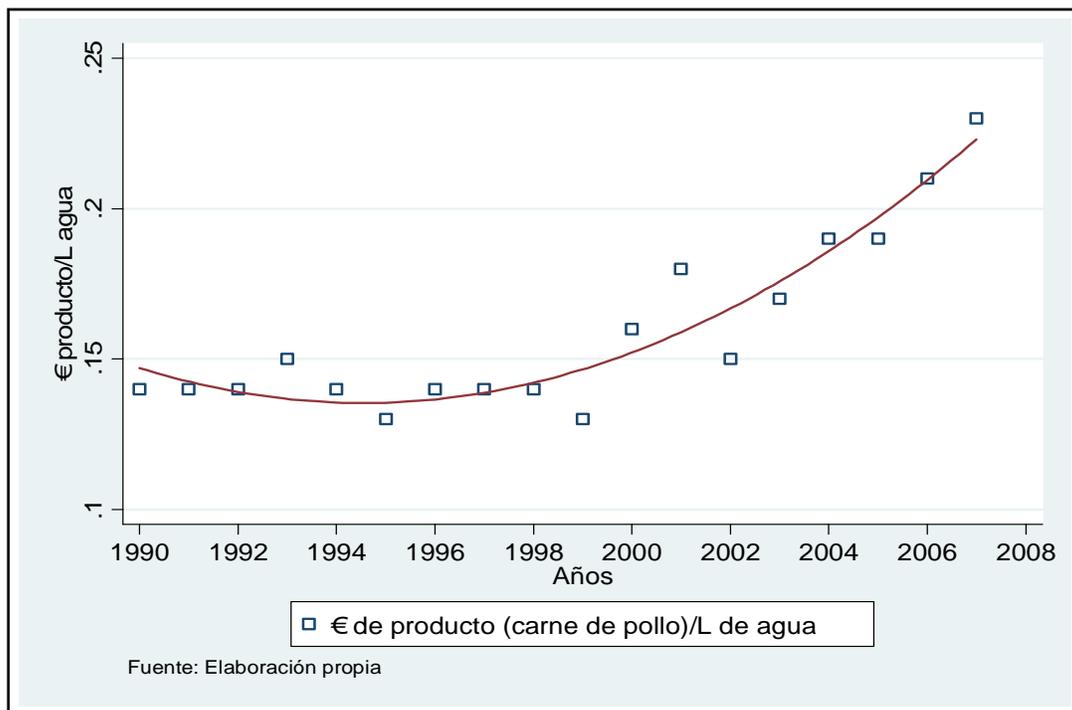


Gráfico 303. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua en aves de carne desde 1990 al 2007



En el Gráfico 300 y en el Gráfico 302, se pueden observar unas tendencias negativas con tasas decrecientes correspondientes a los L de agua/Kg de carne de pollo y L de agua/€ de producto respectivamente. De manera general, se podría decir que se ha producido un descenso desde 1990 hasta 2008 de un 16,15 % del indicador del Gráfico 300 y de un 40 % del indicador del Gráfico 302.

4.3.1.4.2.2.2 Aves de puesta

En la Tabla 36, se muestran la producción de huevos clasificados en dos columnas según la procedencia de éstos sea de gallinas selectas o camperas expresada en miles de docenas. A partir de estos datos se ha utilizado la Ecuación 53 para obtener finalmente los Kg de huevos producidos anualmente desde 1990 al 2008.

Tabla 36. Datos referentes a la producción de huevos, su total y los respectivos Kg de huevos desde 1990 al 2008

Año	SELECTAS (miles de docenas)	CAMPERAS (miles de docenas)	TOTAL	Kg Huevos totales
1990	888.262	69.557	11.493.823.200	574.691.160
1991	848.758	67.744	10.998.027.600	549.901.380
1992	802.216	66.875	10.429.091.040	521.454.552
1993	704.502	66.690	9.254.306.160	462.715.308
1994	805.801	64.282	10.440.998.640	522.049.932
1995	833.222	63.658	10.762.562.400	538.128.120
1996	743.339	62.282	9.667.453.200	483.372.660
1997	787.705	61.357	10.188.740.400	509.437.020
1998	757.276	60.013	9.807.462.000	490.373.100
1999	788.650	58.925	10.170.891.600	508.544.580
2000	922.322	56.291	11.743.352.400	587.167.620
2001	937.460	56.539	11.927.988.000	596.399.400
2002	940.4858	55.543	11.952.336.000	597.616.800
2003	985.158	47.522	12.392.160.000	619.608.000
2004	1.081.496	45.417	13.522.956.000	676.147.800
2005	1.052.320	42.874	13.142.328.000	657.116.400
2006	1.053.920	39.592	13.122.144.000	656.107.200
2007	1.051.208	40.066	13.095.288.000	654.764.400
2008	1.042.733	31.927	12.895.920.000	644.796.000

Fuente: Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa)

En la Tabla 37, se observa la evolución del consumo de agua total expresado en litros extraídos de la Tabla 31, (mediante la suma de los litros de agua que consumen las siguientes categorías de aves de puesta: *las pollitas rubias y las gallinas ponedoras*). Los Kg de huevo se han obtenido de la Tabla 36.

Tabla 37. Evolución del consumo de agua expresado en litros totales en aves de puesta desde 1990 al 2008

Año	Consumo total de agua expresado en millones de litros	Millones Kg huevos
1990	3.282.078.013	575
1991	3.228.429.178	550
1992	3.234.660.802	521
1993	2.896.200.547	463
1994	3.214.977.843	522
1995	3.307.096.049	538
1996	2.978.145.173	483
1997	3.115.451.607	509
1998	2.994.374.066	490
1999	3.076.764.148	509
2000	3.333.379.409	587
2001	3.370.123.545	596
2002	3.348.998.638	598
2003	3.449.515.126	620
2004	3.728.689.336	676
2005	3.633.373.102	657
2006	3.629.306.939	656
2007	3.587.166.822	655
2008	3.550.626.796	645

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 304. Evolución del censo en aves de puesta desde 1990 al 2008

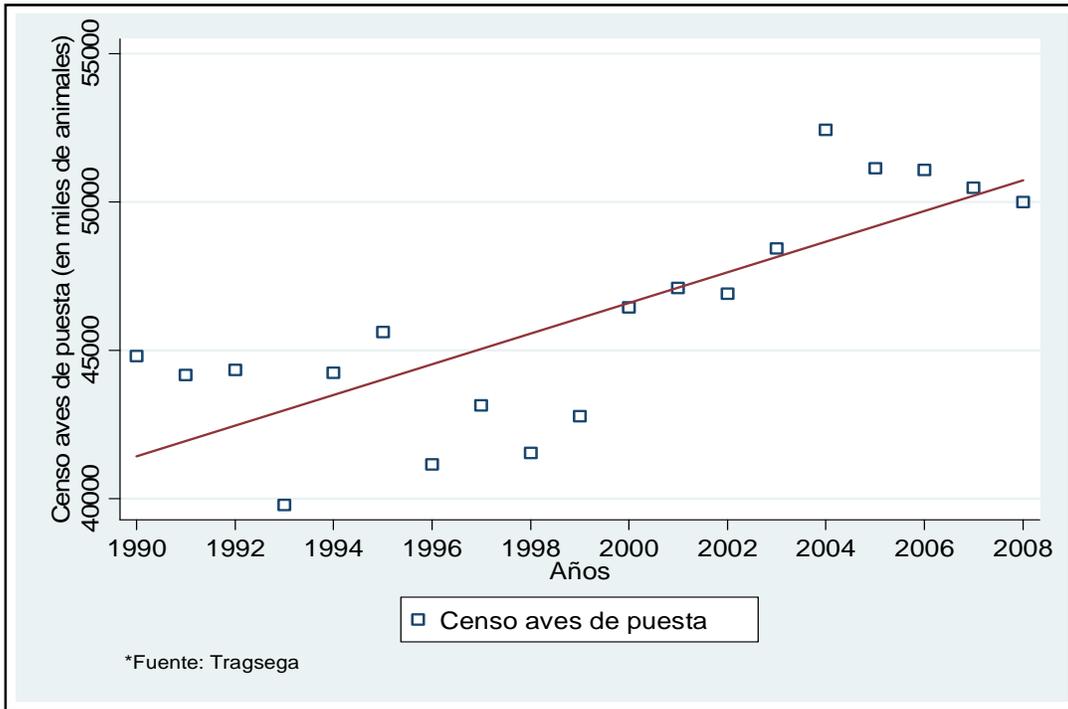


Gráfico 305. Evolución del consumo total de agua expresado en millones desde 1990 al 2008 en aves de puesta

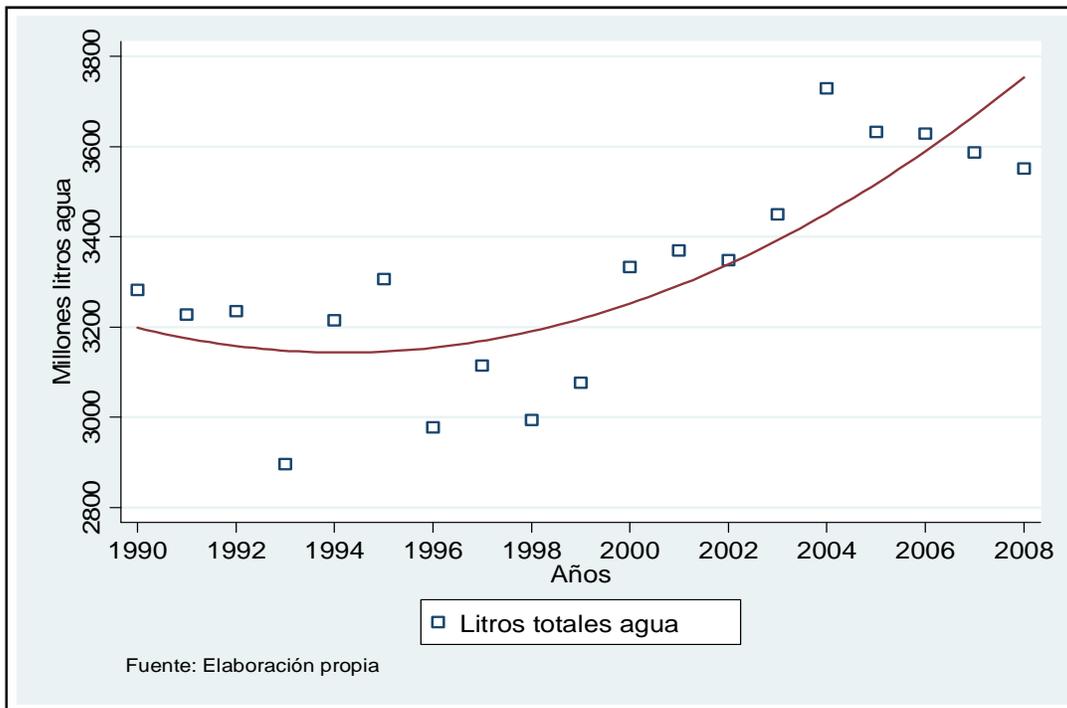
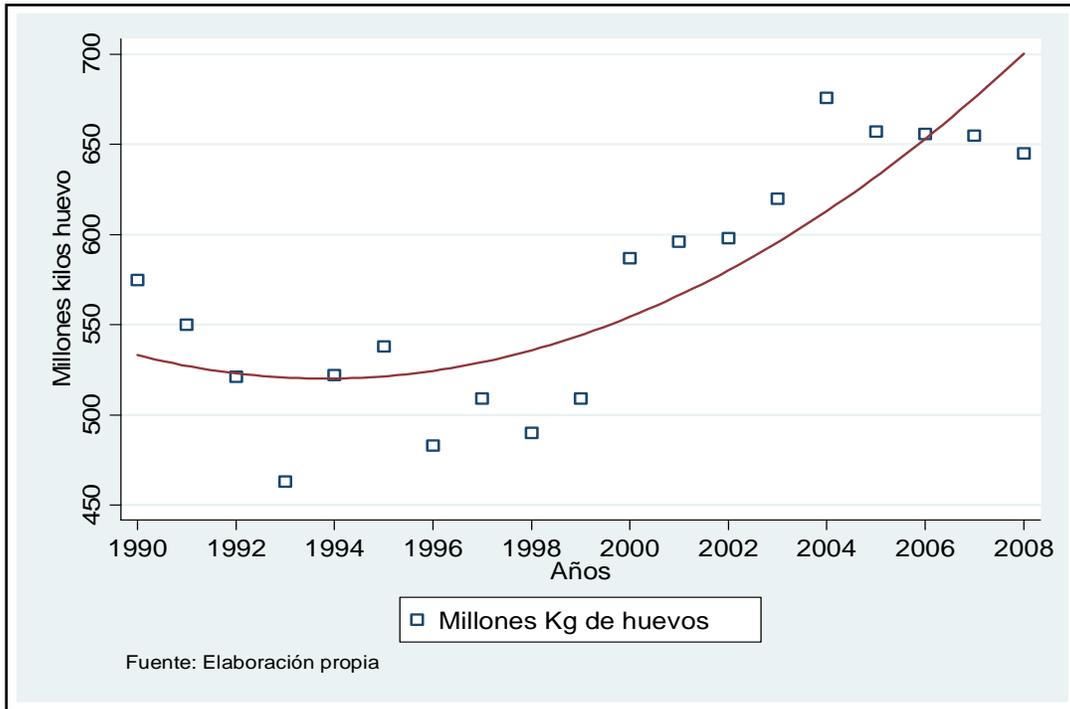


Gráfico 306. Evolución de los Kg de huevo producidos desde 1990 al 2008 en aves de puesta



El Gráfico 304, representa el censo de aves de puesta y mantiene una forma lineal ascendente, en una proporción desde 1990 hasta 2008 de un 11,58 %, el Gráfico 305, tiene una forma ascendente en una proporción de un 8,16 %. Por lo que se refiere a los millones de Kg de huevos, estos han ascendido en un 12,19 %.

4.3.1.4.2.2.1 Indicadores de sostenibilidad en aves de puesta

La Tabla 38, muestra los resultados de los indicadores de sostenibilidad referentes a las aves de puesta. Para la obtención de estos valores se han necesitado los litros de agua totales consumidos de la Tabla 31 y los Kg de huevos de la Tabla 37.

Con estos datos se han podido calcular los respectivos indicadores de sostenibilidad referentes al uso de agua.

Tabla 38. Evolución de los indicadores de Kg de huevos/L agua y su correspondiente indicador inverso desde 1990 al 2008 (1990=100)

Año	L totales en aves de puesta	Kg Huevos	L agua/Kg huevo (1/G1) 1990=100	Kg huevo/L agua (G1) 1990=100
1990	3.282.078.013	574.691.160	100.00	100.00
1991	3.228.429.178	549.901.380	102.80	97.27
1992	3.234.660.802	521.454.552	108.58	92.10
1993	2.896.200.547	462.715.308	109.63	91.21
1994	3.214.977.843	522.049.932	107.88	92.69
1995	3.307.096.049	538.128.120	107.71	92.85
1996	2.978.145.173	483.372.660	107.88	92.69
1997	3.115.451.607	509.437.020	107.18	93.30
1998	2.994.374.066	490.373.100	107.01	93.45
1999	3.076.764.148	508.544.580	105.95	94.38
2000	3.333.379.409	587.167.620	99.47	100.53
2001	3.370.123.545	596.399.400	98.95	101.06
2002	3.348.998.638	597.616.800	98.07	101.96
2003	3.449.515.126	619.608.000	97.55	102.51
2004	3.728.689.336	676.147.800	96.50	103.63
2005	3.633.373.102	657.116.400	96.85	103.25
2006	3.629.306.939	656.107.200	96.85	103.25
2007	3.587.166.822	654.764.400	95.97	104.20
2008	3.550.626.796	644.796.000	96.50	103.63

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados de los siguientes dos indicadores de sostenibilidad expresados en:

1) L agua/€ producto (1/G2)

2) € producto/L agua (G2)

Para ello, se han tenido que recoger los siguientes datos:

- **€/docena:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).
- **Docena huevos:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (MARM)(vv.aa).
- **€ de producto:** Obtenidos por el Grupo INPROVO (vv.aa) mediante comunicación personal. Aplicación de la Ecuación 56.
- **L totales en aves de puesta:** A partir de la Tabla 31.

Con la obtención de estos datos, se han realizado las divisiones pertinentes obteniendo así los resultados que se observan en la Tabla 39.

Tabla 39. Evolución de los € de producto/L agua y su correspondiente inverso en aves de puesta desde 1990 al 2007

Año	€/docena	Docena de huevos	€ producto (en docenas)	L totales en aves de puesta	L agua/€ producto 2001=100	€ producto/L agua 2001=100
2001	0,58	993.999.000	576.519.420	3.370.123.545	100.00	100.00
2002	0,57	996.028.000	567.735.960	3.348.998.638	101.72	99.42
2003	0,71	1.032.680.000	733.202.800	3.449.515.126	81.03	124.56
2004	0,50	1.126.913.000	563.456.500	3.728.689.336	113.79	88.30
2005	0,49	1.095.194.000	536.645.060	3.633.373.102	117.24	86.55
2006	0,58	1.093.512.000	634.236.960	3.629.306.939	98.28	102.34
2007	0,73	1.091.274.000	796.630.020	3.587.166.822	77.59	129.82

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 39, se han recogido datos de 2001 hasta el 2007. No se han estimado los años que van desde 1990 al 2000, ya que no hay constancia de precios de origen reales de la docena de huevos alrededor de estos años. Así pues, el estudio de los dos indicadores que se muestran en la Tabla 39, se han realizado a partir del 2001. Los datos del 2008 se encuentran en el Anuario de Estadística Agraria (MARM) pero de manera provisional y por tanto, tampoco se han tenido en cuenta en este estudio.

Gráfico 307. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los L de agua/Kg de huevos desde 1990 al 2008

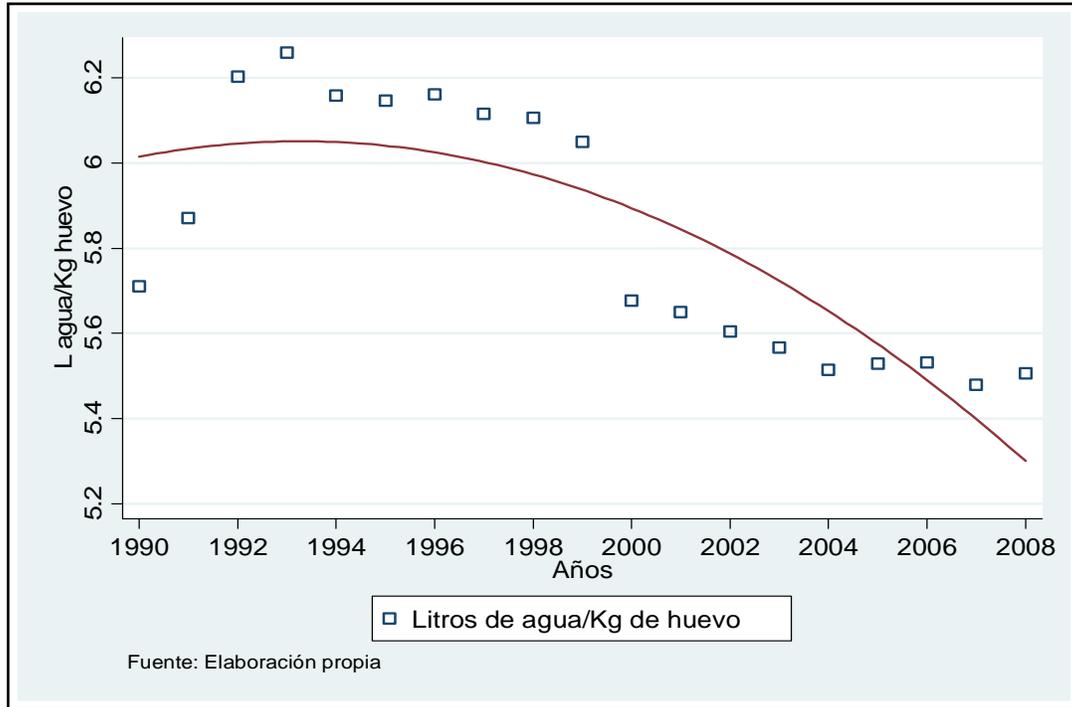


Gráfico 308. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a los Kg de huevos/L de agua desde 1990 al 2008

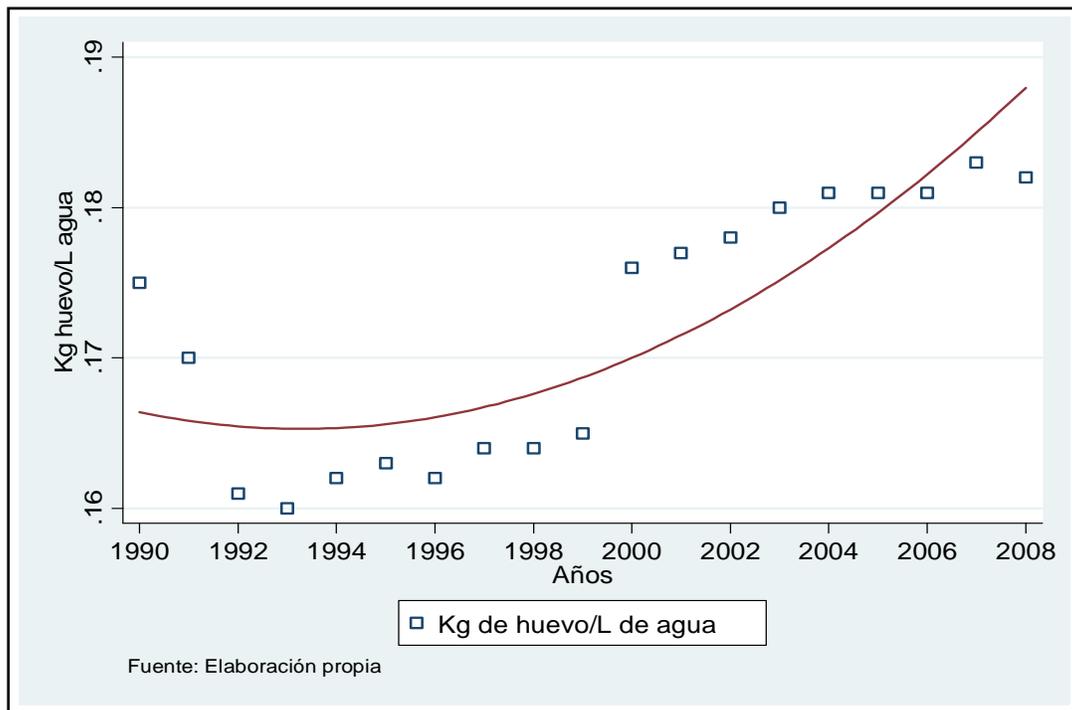


Gráfico 309. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a L agua/€ de producto en aves de puesta desde 1990 al 2007

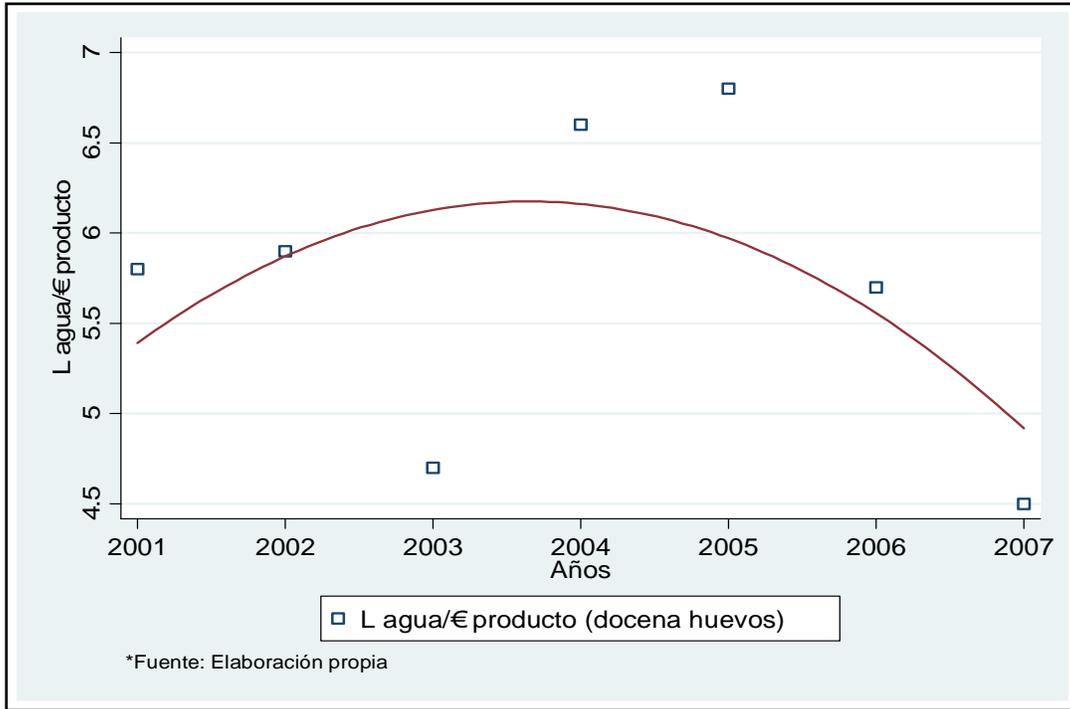
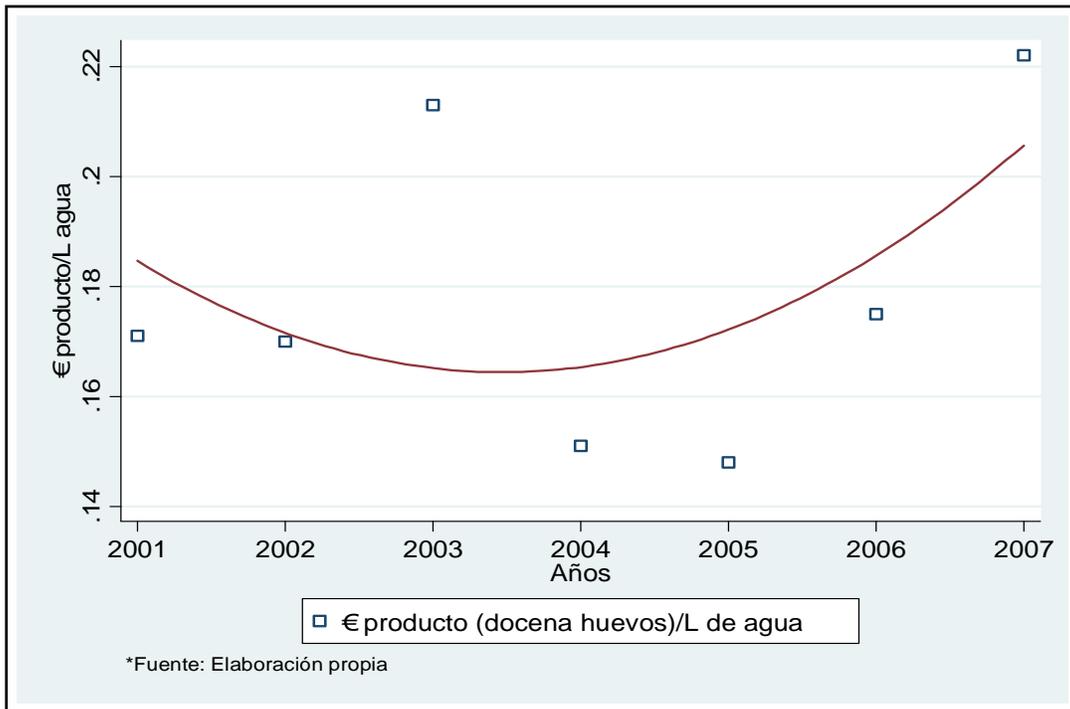


Gráfico 310. Evolución del indicador de sostenibilidad referente a € de producto/L de agua en aves de puesta desde 1990 al 2007



En los indicadores del Gráfico 307 y en el Gráfico 308, se observa que la evolución de los datos obtenidos en el estudio varía claramente a partir del año 2000. Esto es debido a un cambio de metodología en la obtención de los datos referidos a la producción de huevos y que provienen del Anuario de Estadística Agraria (MARM).

El indicador del Gráfico 307, tiene una tendencia general negativa con tasa decreciente. Así pues, este ha disminuido respecto al año base (1990) en una proporción de un 3,50 %.

En el indicador del Gráfico 309, se observa un cambio de tendencia negativa con tasa decreciente a partir del 2004, esto es debido a una fluctuación importante de los precios de origen en la producción de huevos, en un 27,08 %.

4.3.1.5 CONCLUSIONES

El consumo de agua directa en porcino intensivo en España ha aumentado con los años (Ver Gráfico 291), y paralelamente también ha aumentado la producción de los Kg de carne de cerdo (Ver Gráfico 292). En el último año estudiado (2007 – 2008), ha habido una tendencia a mantenerse la producción de carne y consecuentemente los litros de agua consumidos han descendido.

En avicultura el consumo de agua directa ha tenido más variaciones entre 1990 y 2008, aunque la tendencia general ha sido un ascenso de los litros de agua consumidos tanto en aves de carne como de puesta. En aves de carne, se observa un mantenimiento del consumo de agua en el último año correspondiente al 2007 – 2008. En aves de puesta, en cambio, se observa un descenso progresivo de su consumo a partir del 2006.

Si se observan de manera global los indicadores de sostenibilidad estudiados, en el caso **G1** (Kg de producto/L de agua), tanto en porcino como en avicultura, se puede apreciar en el estudio realizado desde 1990 al 2008 una tendencia al aumento de los Kg de producto en proporción a los litros de agua que se consumen. Así pues, si vemos su indicador inverso ($1/G1$), la tendencia es decreciente en todos los casos.

De la misma manera ocurre con el indicador **G2** (€ de producto/L de agua) y su inverso ($1/G2$). Así pues, el precio vivo percibido por los ganaderos en €/Kg en el caso del sector porcino y aves de carne y en €/docena en aves de puesta ha ascendido con los años en relación a los litros de agua consumidos.

Extrapolando los datos sobre el consumo de agua (que se han calculado tanto en porcino como en avicultura), y relacionándolos con los recursos hidráulicos naturales anuales de España se deduce que se *dispone de una reserva potencial de agua de **89.000 hm³***, para ser utilizados fundamentalmente en el regadío, el consumo humano y animal, la industria, los servicios públicos, el turismo y la producción de energía eléctrica.

Así pues, el sector porcino, representa en el 2008, un **0,07 por ciento** de agua consumida directa. Esto pone de manifiesto cómo la principal vía de consumo de agua en la ganadería se realiza a través de los alimentos ingeridos por cada animal. En el caso de las aves de carne y de puesta representan un **0,0072 y 0,0040 por ciento** respectivamente en el año 2008.

Por otra parte, si se estima el total de agua que queda retenida en el producto (en éste caso, un 70 – 75 % en la carne de cerdo, pollo y huevos) se obtiene que representa un porcentaje del 4 % del agua consumida en carne de cerdo, un 15 % en aves de carne y un 14 % en el huevo. Hay que tener en cuenta entonces, que queda un porcentaje estimable de agua en el producto final.

4.3.1.6 BIBLIOGRAFÍA

- Austic, R., Nesheim, M. 1990. *Poultry production*. Editorial Lea & Febiger, Philadelphia.
- ARC. 1981. *The Nutrient Requirements of Pigs*. Commonwealth agricultural bureaux, Farnham Royal, Slough.
- Babot, D. 2007. *Gestión del Agua en la Explotación Porcina*. Departamento de Producción Animal. Universitat de Lleida.
- Babot, D., Forcada, F., Vidal, A., Buxadé, C. 2009. *Diseño de alojamientos e instalaciones*. Primera edición. Editorial Servet.
- Babot, D. Andrés, N., de la Peña, L., Chávez, E.R. 2004. Proyecto TRAMA. *Técnicas de gestión medioambiental en producción porcina*. Departament de Producció Animal. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida. Universitat de Lleida (disponible en www.proyectotrama.com).
- BDPORC. 2003. *Boletín de información del banco de datos de referencia del porcino español*. Revista Suis Nº 1.
- BDPorc. 2009. *Boletín de información del banco de datos de referencia del porcino español*. Boletín núm. 6.
- Brooks, P.H., Russel, S.J., Carpenter, J.L. 1984. *Water intake of weaned piglets from three to seven weeks old*. Vet. Rec., núm. 115, p. 513-515.
- Buxadé, C. 1987. *La Gallina Ponedora*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Buxadé, C., 1988. *El Pollo de Carne*. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa.
- Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y. 2004. *Water footprints of nations*. Volumen 1: Main Report. Value of Water Research Report Series n.º 16. UNESCO-IHE. 76 pp. (disponible en <http://www.waterfootprint.org>).
- Comisión Europea. 2003. *Integrated Pollution Prevention and Control*. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (BREF).
- FAO. 2009. *La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones*. Roma (disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0701s.pdf>).
- FEDNA (2006) *Necesidades Nutricionales para Ganado Porcino*: Normas Fedna. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal, Madrid.
- FEDNA (2008). *Necesidades Nutricionales para Avicultura*: Normas Fedna. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal, Madrid.

- Froese, C., Small, D. 2001. *Water consumption and waste production during different production stages in hog operations*. DGH Engineering Ltd. Presented to: Manitoba Livestock Manure Management Initiative Inc.
- Georgievskii, IV., Annenkov, BN., Samokhin, VI. 1979. *Mineral nutrition of animals*. Sexta edición. Editorial Butterworths.
- Grupo INPROVO. 2010. Comunicación personal.
- Hutson, S.S., Barber, N.L., Kenny, J.F., Linsey, K.S., Lumia, D.S. y Maupin, M.A. 2004. *Estimated use of water in the United States in 2000*. US Geological Survey Circular 1268, p. 46.
- INRA. 1984. *l'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. Ed. INRA. París.
- Latimier, P., Gallard, F., Corlouër, A. 1996. *Actualisation des volumes et des quantites d'azote, de phosphore et de potasse rejetés dans le lisier par un élevage naisseur-engraisseur*. Journées de la Recherche Porcine en France, núm. 28, p. 241-248.
- Leeson, S., Summers, J.D. 2000. *Broiler Breeder Production*. Editorial University Books.
- Leeson, S., Summers, J.D. 2001. *Nutrition of the Chicken*. Fourth Edition. Editorial University Books.
- Leeson, S., Summers, J.D. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. Third Edition. Editorial University Books.
- Luke, G.J. 1987. *Consumption of water by livestock*. Resource Management Technical Report n.º 60, Department of Agriculture Western Australia.
- MARM. 2006. *Guía de Mejores Técnicas Disponibles Del Sector Porcino*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (disponible en: <http://www.prtr-es.es/data/images/gu%C3%ADa%20mtd%20en%20espa%C3%B1a%20del%20sector%20porcino-71e25a023b924d64.pdfM.2007>).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*. Varios números. (disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Boletín Mensual de Estadística*. Varios números. (disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/publicaciones/BME/introduccion.htm>).
- MARM. 2010. *Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España: Introducción*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Massabie, P. 2001. *L'abreuvement des porcs*. Vol. 24, Nº 6.

- Ministry of Environment. 1996. *Animal weights and their food and water requirements*. Resource document. USA.
- Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. 2007. *Water Requirements of Livestock*. (Disponible en: www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/07-023.htm).
- National Geographic. 2010. How much H₂O is embedded in Everyday Life? (Disponible en: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/embedded-water/>)
- NRC. 1981. *Effects of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Subcommittee on Environmental Stress, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 168 pp.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. Sixth Revised Edition. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 112pp.
- NRC. 1987. *Predicting feed intake of food-producing animals*. Subcommittee on Feed Intake, Committee on Animal Nutrition National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 248 pp.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. Ninth Revised Edition. Subcommittee on Poultry Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 176 pp.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine*. Tenth Revised Edition. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 210 pp.
- NRC. 2000a. *Nutrient requirements of beef cattle*. Seventh Revised Edition. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 248 pp.
- NRC. 2000b. *Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution*. Washington DC, National Academy Press.
- Olentine, C.G., Ensminger, M.E. 1978. *Feeds & Nutrition*. The Ensminger Publishing Company.
- Pallas, Ph. 1986. *Water for animals. Land and Water Development Division, FAO* (disponible en www.fao.org/docrep/R7488E00.htm. Último acceso: junio de 2008).
- Ranjhan, S.K. 1998. *Nutrient Requirement of livestock and Poultry*. Indian Council of Agricultural Research, Nueva Delhi, India.
- Thulin, P. A., Brumm, M. C. 1991. *Water: The forgotten nutrient*. In: *Swine Nutrition*, E. R. Miller, D. E. Ullrey & A. J. Austin (ed.). Butterworths- Heinemann, Stoneham, MA, USA. pp 315-324.

Tragsega. 2010. Grupo TRAGSA. Comunicación personal.

VIDO: Veterinary Infectious Diseases Organization. 1998. *Washing Water Survey* by VIDO Swine Technical Group. Veterinary Infectious Diseases Organization, Saskatoon, Saskatchewan.

Winchell, W. 2007. Water Requirements for Poultry. Canada Plan Service.

4.3.2 EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES PRODUCIDAS POR LA ACTIVIDAD GANADERA DESDE 1990 AL 2008 EN ESPAÑA

4.3.2.1 INTRODUCCIÓN

“El aumento de emisiones ligado a la actividad humana (agricultura, industria, transporte, etc...) ha supuesto un incremento sustancial de las emisiones totales, especialmente en los últimos años, y la consiguiente alarma sobre las consecuencias de un recalentamiento global. Así, la concentración de CH₄ atrapada en los hielos polares permaneció estable hace unos 100 años (≈ 750 ppb), momento en el que empezó a aumentar hasta alcanzar los niveles actuales de 1.800 ppb” (Khalil et al., 1993; Johnson y Johnson, 1995).

“El poder de captación de la radiación varía de unos gases a otros (Tabla 40), de forma que aunque el CH₄, N₂O y CFC se encuentran en la atmósfera a concentraciones muy inferiores al CO₂ (200 veces menor en el caso del CH₄), su contribución al efecto invernadero alcanza niveles muy significativos: 18, 6 y 14 % respectivamente, frente al 49 % del CO₂.”(Rhode, 1990).

Tabla 40. Poder de recalentamiento global (PRG) de diferentes gases con efecto invernadero en base a equivalentes-CO₂

GAS	PRG
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	310
Clorofluorcarbonados (CFC)	140 - 11.700

Fuente: Hacala, 2006.

“Existen diferencias notables entre estos gases en cuanto a su vida media en la atmósfera” (Van Soest, 1994; Chatelier y Verité, 2003) que es notablemente más corta para el metano (10 – 20 años) que para el CO₂ (50 – 200 años) y el óxido nitroso (100 – 150 años). Como consecuencia, el acuerdo de Kyoto ha enfatizado el interés en priorizar la actuación sobre las emisiones de metano, por tener una repercusión más rápida en la reducción del efecto invernadero”(De Blas, C., Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Torres, A.G. FEDNA, 2008).

“Determinados aprovechamientos agrícolas, como las praderas, permiten secuestrar carbono en la materia orgánica del suelo (del orden de 0,5 Tm de carbono/ha y año; Soussana et al., 2004) reduciendo la presencia de CO₂ en la atmósfera, con la disminución consiguiente del efecto invernadero” (De Blas, C., Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Torres, A.G. FEDNA, 2008).

“Desde el año base de referencia (1990), las emisiones de gases con efecto invernadero han aumentado una media de un 4 % anual” (De Blas, C., García-Rebollar, P., Mateos, G.G. FEDNA, 2008).

“El sector agrario en su conjunto supone en España alrededor de un 10 % del total, mientras que casi un 80 % procede de los procesos de obtención de energía” (De Blas, C., Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Torres, A.G. FEDNA, 2008).

A continuación, se muestra “la contribución relativa de las principales fuentes de metano. Como puede apreciarse, la ganadería es responsable en España de una parte significativa de las emisiones de CH₄ (del orden de un 60 % del total, incluyendo tanto la fermentación entérica como la gestión del estiércol)” (Ver Tabla 41) (De Blas, C., Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Torres, A.G. FEDNA, 2008).

Tabla 41. Componentes de las emisiones de metano a la atmósfera (%)

Fermentación entérica	36,2
Vertederos, tratamientos de aguas residuales y otros residuos	31
Gestión del estiércol	23,8
Fugas de los combustibles	5
Actividades de combustión energética	2,9
Arrozales	0,8

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2007a.

“La producción ganadera procedente de especies de rumiantes tiene en España un valor económico superior a los 10.000 millones de euros por año. Dentro de ella destaca por su relevancia la producción de leche y de carne de ganado vacuno” (6 millones y 650.000 Tm/año, respectivamente; MAPA, 2007). “La mayor parte de las emisiones de CH₄ por fermentación entérica procede de los animales de especies herbívoras, especialmente de los rumiantes y en particular del ganado vacuno que por su censo y tamaño relativo supone del orden del 60 – 75 % del total” (Van Soest, 1994; Vermorel, 1995; Johnson y Johnson, 1995; Ministerio del Medio Ambiente, 2007a).

4.3.2.2 OBJETIVOS

Se ha realizado un análisis de la evolución de los gases de efecto invernadero en ganadería intensiva (porcino y avicultura) referentes a las emisiones de metano (CH₄) (procedente de estiércol y fermentación entérica) y óxido nitroso (N₂O) (procedente del establo y cultivo) desde 1990 al 2008, mediante los siguientes indicadores de sostenibilidad expresados de la siguiente manera:

- $10^3 \text{ Kg CO}_2 / \text{Kg producto (1/H1)}$
- $\text{Kg producto} / 10^3 \text{ Kg CO}_2 \text{ (H1)}$
- $10^3 \text{ Kg CO}_2 / \text{€ de producto (1/H2)}$
- $\text{€ de producto} / 10^3 \text{ Kg CO}_2 \text{ (H2)}$

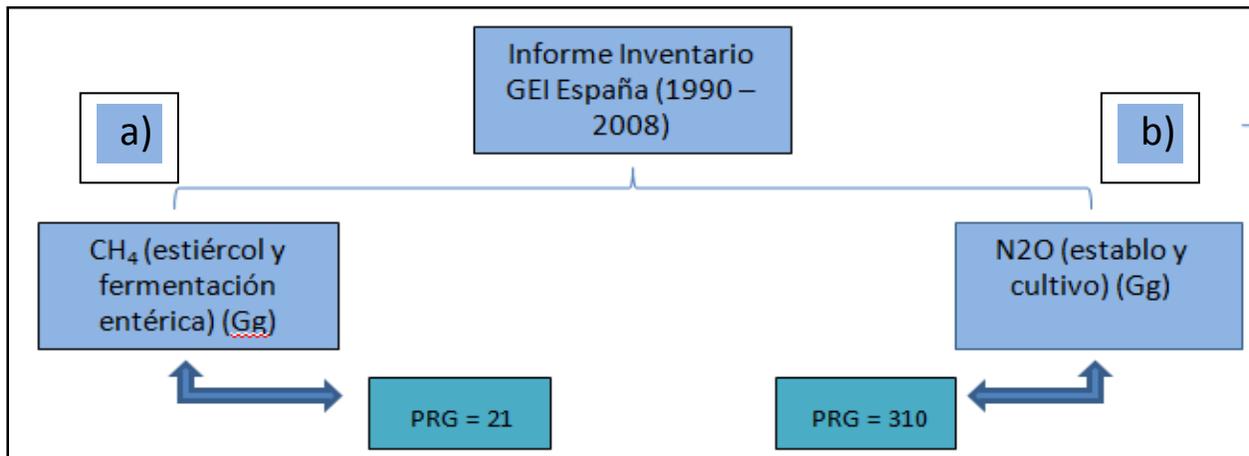
4.3.2.3 METODOLOGÍA

Esta parte se encuentra dividida en dos partes:

1) *Obtención de Kg de CO₂*

A partir del informe del inventario de las emisiones de gases efecto invernadero en España (desde 1990 al 2008) proporcionado por el MARM (2010) y comunicación personal (Rincón J.J.), se han obtenido los siguientes datos que se muestran en la Figura 15.

Figura 15. Explicación esquemática para la obtención de las emisiones de metano y óxido nitroso expresadas en Gg



Fuente: Elaboración propia.

a)- Emisiones de CH₄ procedentes de estiércol y fermentación entérica (expresadas en Gg) en porcino y avicultura.

Se han calculado por separado las emisiones de metano procedentes de estiércol y las de la fermentación entérica mediante la ecuación que se muestra a continuación. Posteriormente, se han sumado ambas emisiones expresadas en Gg. Al valor de metano total obtenido, se le ha aplicado la Ecuación 57, obteniendo así, el CH₄ Total.

Ecuación 57. Cálculo para la obtención de CO₂ –eq de CH₄

Valor CH₄ (estiércol, fermentación entérica o total) en Gg x 21 (PRG) = CO₂ – eq de CH₄ en Gg
(estiércol o fermentación entérica)

El valor de metano (obtenido a partir del informe de GEI y de los datos proporcionados por el MARM (2010)), se ha multiplicado por el poder de calentamiento global, que en éste caso es 21, ya que cada molécula de CH₄ tiene *un valor PRG 21 veces superior al CO₂*, obteniendo así el resultado de la Ecuación 57.

En el caso de la avicultura, sólo se ha realizado el cálculo de las emisiones de metano procedentes de estiércol, siendo nulas las emisiones procedentes de la fermentación entérica.

b) – Emisiones de N₂O procedentes del establo y del cultivo (expresadas en Gg) en porcino y avicultura.

Se han calculado por separado las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo y las del cultivo mediante la siguiente ecuación:

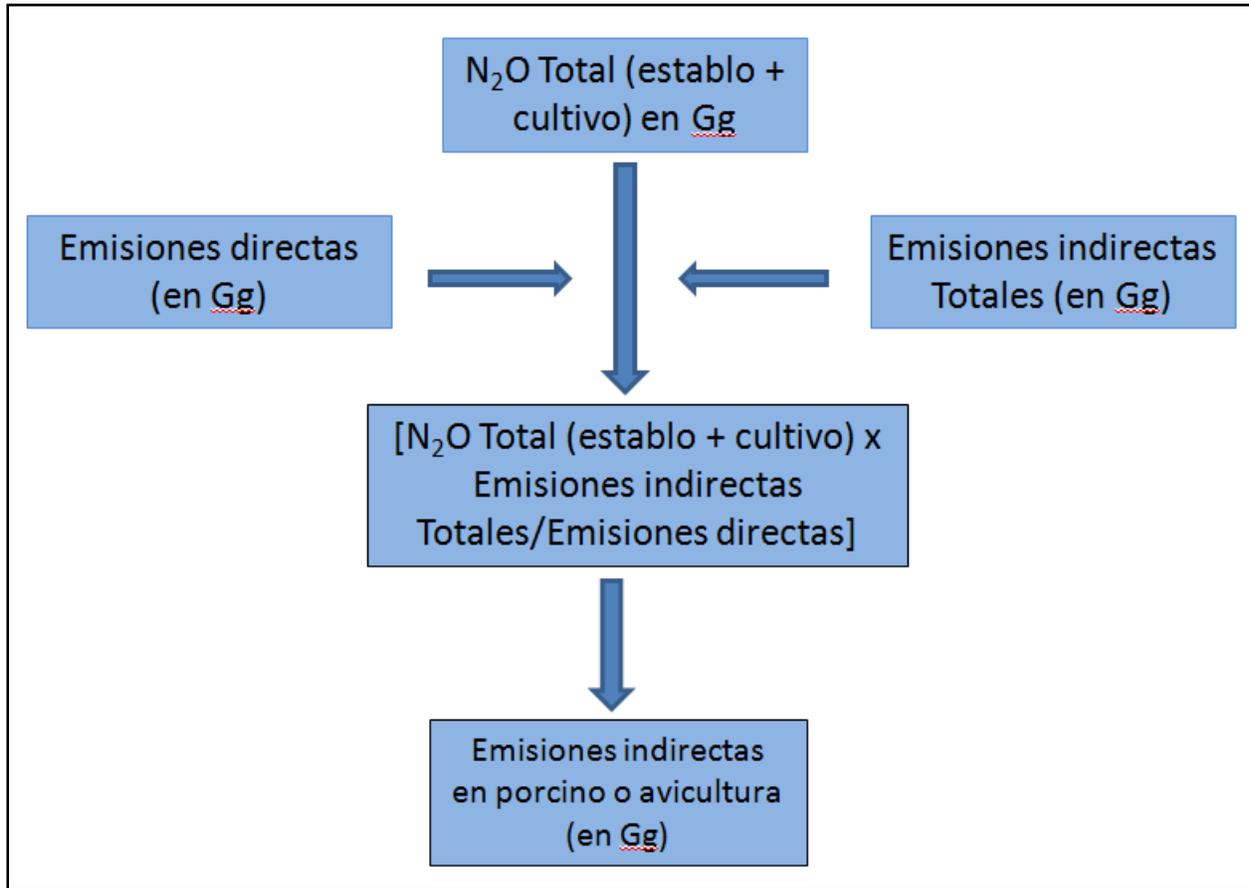
Ecuación 58. Cálculo para la obtención de CO₂ – eq de N₂O (establo o cultivo)

Valor N₂O (establo o cultivo) en Gg x 310 = CO₂ – eq de N₂O en Gg (establo o cultivo)

El valor de las emisiones de óxido nitroso (obtenido por comunicación personal (Rincón J.J.)), se ha multiplicado por un valor PRG de 310 veces superior al CO₂ obteniendo así el resultado de la Ecuación 58.

A partir de aquí, se han sumado ambas emisiones expresadas en Gg y se le han sumado las emisiones indirectas correspondientes para cada especie (también en Gg) y que se han obtenido a partir de las emisiones directas e indirectas totales del sector agrario extraídas del informe del inventario de GEI en España (1990 – 2008) y de los datos proporcionados por el MARM (2010). Así pues, para entender mejor el proceso que se ha llevado a cabo para obtener el N₂O procedente de las emisiones indirectas en porcino y en aves (carne y puesta) se ha realizado un esquema para una mejor interpretación de los pasos:

Figura 16. Explicación esquemática para la obtención de N₂O Total en porcino y avicultura



Fuente: Elaboración propia.

Así pues, con la obtención del valor de las emisiones indirectas, se ha realizado el siguiente cálculo para obtener finalmente el N₂O total (establo + cultivo + emisiones indirectas):

Ecuación 59. Cálculo para la obtención de CO₂ – eq de N₂O Total (establo, cultivo y emisiones indirectas)

$$\text{Valor N}_2\text{O (emisiones directas + emisiones indirectas) en Gg} \times 310 = \text{CO}_2 - \text{eq de N}_2\text{O en Gg (total)}$$

En avicultura, tanto el cálculo de las emisiones de óxido nitroso como de metano, se han realizado por una parte las procedentes de aves de carne y por otra las de aves de puesta.

2) Obtención de Kg de producto (carne de cerdo, pollo y huevos) y € de producto

Mediante los Anuarios de Estadística Agraria publicados por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación se han recogido los siguientes datos:

- 7) Nº de cabezas sacrificadas (porcino) y su peso medio de la canal en Kg;
- 8) Animales sacrificados (avicultura) y su peso medio de la canal en Kg;
- 9) Producción huevos (Kg de huevos);
- 10) Precios percibidos por el ganadero en el sector porcino (€/Kg PV);
- 11) Precios percibidos por el ganadero en el sector aves de carne (€/Kg PV);
- 12) Precios percibidos por el ganadero en el sector aves de puesta (€/Docena);

A partir de los datos anteriores, se han realizado los siguientes cálculos para cada uno de los años desde 1990 al 2008, para obtener finalmente los Kg de carne y huevos así como los € de producto según cada caso:

Ecuación 60. Cálculo para la obtención de los Kg de carne de cerdo

Nº cabezas sacrificadas (porcino) x Peso medio canal (Kg) = Kg carne de cerdo

Ecuación 61. Cálculo para la obtención de los Kg de carne de pollo

Animales sacrificados (avicultura) x Peso medio canal (Kg) = Kg carne de pollo

Ecuación 62. Cálculo para la obtención de los Kg de huevos

Producción huevos (miles de docenas) x 12.000 x 0,050 Kg (huevo) =Kg huevos

Ecuación 63. Cálculo para la obtención de € de producto (carne de cerdo)

€/Kg PV x Kg carne de cerdo = € producto (carne de cerdo)

Ecuación 64. Cálculo para la obtención de € de producto (carne de pollo)

€/Kg PV x Kg carne de pollo = € producto (carne de pollo)

Ecuación 65. Cálculo para la obtención de € de producto (docena de huevos)

€/docena X docena de huevos = € producto (docena de huevos)

4.3.2.4 RESULTADOS (EN PORCINO Y AVICULTURA)

4.3.2.4.1 GANADO PORCINO

4.3.2.4.1.1 *Indicadores de sostenibilidad en porcino (Estimación de las emisiones de gases efecto invernadero en porcino desde 1990 al 2008)*

En la Tabla 42, muestran los resultados de los indicadores de sostenibilidad referentes a las **emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica**. Para su cálculo se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- **CH₄ fermentación entérica (en Gg)**: A partir del informe del inventario GEI en España desde 1990 al 2008 y de los datos proporcionados por el MARM (2010).
- **CO₂eq de CH₄**: A partir de la Ecuación 57.
- **Kg carne de cerdo**: A partir de la Ecuación 60 y de la Tabla 23 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

En la Tabla 43, se muestran las **emisiones de metano procedentes de estiércol**. Para la obtención de los datos que se encuentran en esta tabla, se ha procedido de la misma manera que en la Tabla 42, pero en este caso, se han recogido los datos de las emisiones de metano procedentes de estiércol.

En la Tabla 44, se muestra el cálculo de las emisiones de metano procedentes de estiércol y fermentación entérica, obteniendo así, un nuevo indicador de sostenibilidad global de ambas emisiones. Para su obtención, se han necesitado:

- **CH₄ Total (en Gg)**: Valor CH₄ (fermentación entérica) + CH₄ (estiércol) expresado en Gg. Ambos valores se han extraído de la Tabla 42 y de la Tabla 43 respectivamente.
- **CO₂eq de CH₄**: A partir de la Ecuación 57.
- **Kg carne de cerdo**: A partir de la Ecuación 60 y de la Tabla 23 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

En la Tabla 45, se pueden observar los resultados de los indicadores de sostenibilidad que se refieren a las emisiones de **óxido nítrico procedente del establo**. Para la obtención de estos resultados, se han necesitado los siguientes datos:

- **Establo (en Gg)**: Obtenidos a partir de datos de comunicación personal (Rincón J.J.) referentes a emisiones en el establo.
- **CO₂eq de N₂O**: A partir de la Ecuación 58.
- **Kg carne de cerdo**: A partir de la Ecuación 60 y de la Tabla 23 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

Tabla 42. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de la fermentación entérica y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CH₄ (fermentación entérica) en Gg	CO₂eq de CH₄ en Gg	Kg carne cerdo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	15,11	317	1.786.908.710	0,00017	5.633
1991	15,36	323	1.885.898.894	0,00017	5.847
1992	16,72	351	1.915.259.992	0,00018	5.455
1993	17,38	365	2.069.890.305	0,00018	5.670
1994	17,47	367	2.193.527.719	0,00017	5.980
1995	17,56	369	2.259.102.209	0,00016	6.128
1996	17,10	359	2.355.966.729	0,00015	6.561
1997	17,83	374	2.400.718.418	0,00016	6.411
1998	19,57	411	2.745.616.702	0,00015	6.680
1999	20,06	421	2.891.228.149	0,00014	6.862
2000	21,30	447	2.912.544.698	0,00015	6.510
2001	21,95	461	2.988.429.576	0,00015	6.484
2002	21,95	461	3.070.988.094	0,00015	6.661
2003	22,31	469	3.189.214.763	0,00015	6.806
2004	22,98	483	3.077.483.837	0,00016	6.376
2005	23,10	485	3.166.462.058	0,00015	6.526
2006	24,15	507	3.236.839.659	0,00016	6.382
2007	24,87	522	3.438.620.468	0,00015	6.584
2008	23,78	499	3.452.115.434	0,00014	6.912

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 43. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CH₄ (estiércol) en Gg	CO₂ eq de CH₄ en Gg	Kg carne cerdo	10³ Kg CO₂ /Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	162,18	3.406	1.786.908.710	0,0019	525
1991	161,60	3.394	1.885.898.894	0,0018	556
1992	174,86	3.672	1.915.259.992	0,0019	522
1993	180,75	3.796	2.069.890.305	0,0018	545
1994	183,06	3.844	2.193.527.719	0,0018	571
1995	183,87	3.861	2.259.102.209	0,0017	585
1996	180,02	3.781	2.355.966.729	0,0016	623
1997	188,04	3.949	2.400.718.418	0,0016	608
1998	201,83	4.238	2.745.616.702	0,0015	648
1999	206,62	4.339	2.891.228.149	0,0015	666
2000	220,14	4.623	2.912.544.698	0,0016	630
2001	222,51	4.673	2.988.429.576	0,0016	640
2002	221,48	4.651	3.070.988.094	0,0015	660
2003	226,66	4.760	3.189.214.763	0,0015	670
2004	231,64	4.864	3.077.483.837	0,0016	633
2005	229,23	4.814	3.166.462.058	0,0015	658
2006	243,59	5.115	3.236.839.659	0,0016	633
2007	248,73	5.223	3.438.620.468	0,0015	658
2008	236,21	4.960	3.452.115.434	0,0014	696

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 44. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y fermentación entérica y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CH₄ Total en Gg	CO₂ eq de CH₄ en Gg	Kg carne cerdo	10³ Kg carne/Kg CO₂	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	177,29	3.723	1.786.908.710	0,00208	480
1991	176,96	3.716	1.885.898.894	0,00197	507
1992	191,58	4.023	1.915.259.992	0,00210	476
1993	198,13	4.161	2.069.890.305	0,00201	497
1994	200,53	4.211	2.193.527.719	0,00192	521
1995	201,42	4.230	2.259.102.209	0,00187	534
1996	197,12	4.140	2.355.966.729	0,00176	569
1997	205,88	4.323	2.400.718.418	0,00180	555
1998	221,40	4.649	2.745.616.702	0,00169	591
1999	226,68	4.760	2.891.228.149	0,00165	607
2000	241,45	5.070	2.912.544.698	0,00174	574
2001	244,46	5.134	2.988.429.576	0,00172	582
2002	243,45	5.112	3.070.988.094	0,00166	601
2003	248,97	5.228	3.189.214.763	0,00164	610
2004	254,62	5.347	3.077.483.837	0,00174	576
2005	252,34	5.299	3.166.462.058	0,00167	598
2006	267,74	5.622	3.236.839.659	0,00174	576
2007	273,61	5.746	3.438.620.468	0,00167	598
2008	259,99	5.460	3.452.115.434	0,00158	632

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 311. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol

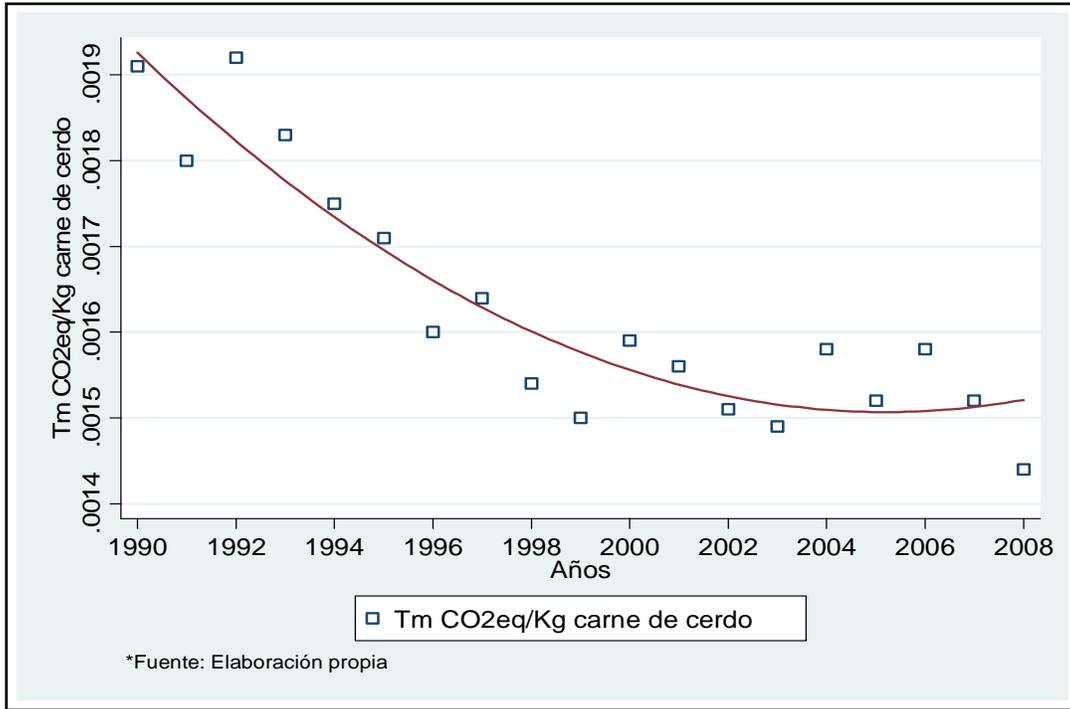


Gráfico 312. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol

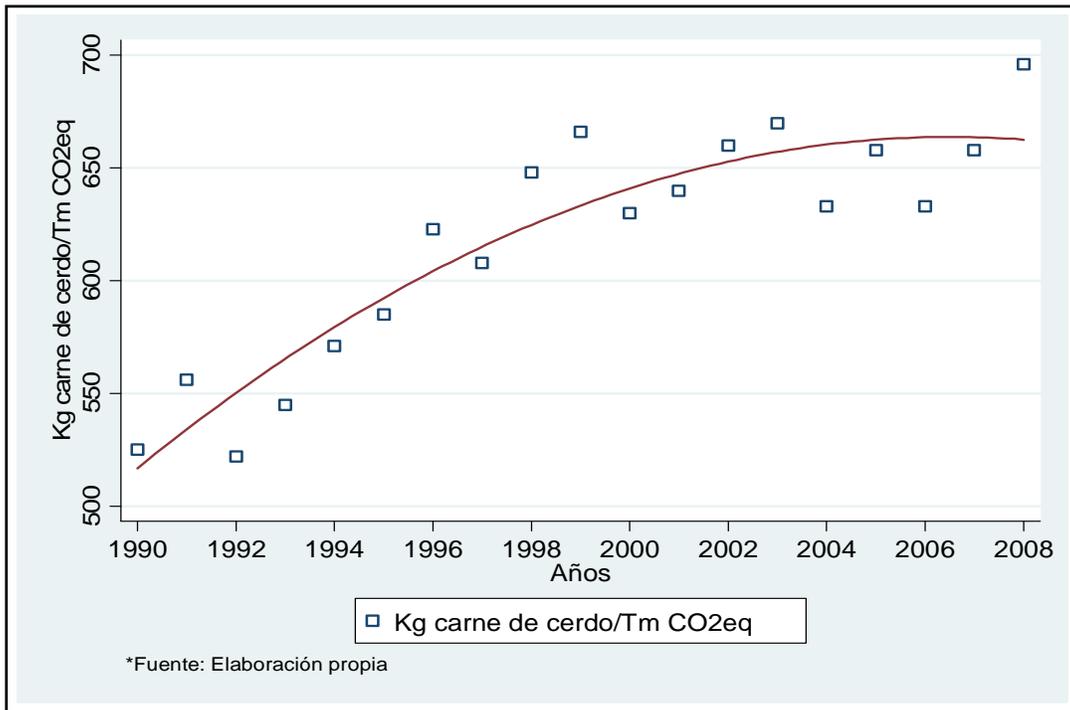


Gráfico 313. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica

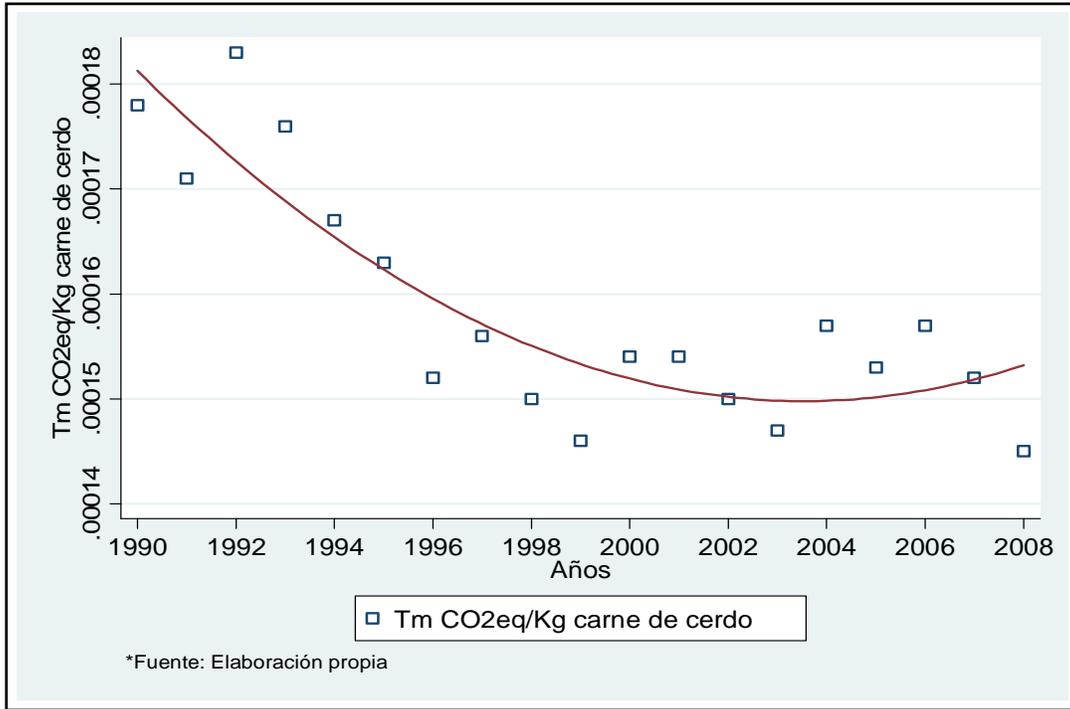


Gráfico 314. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica

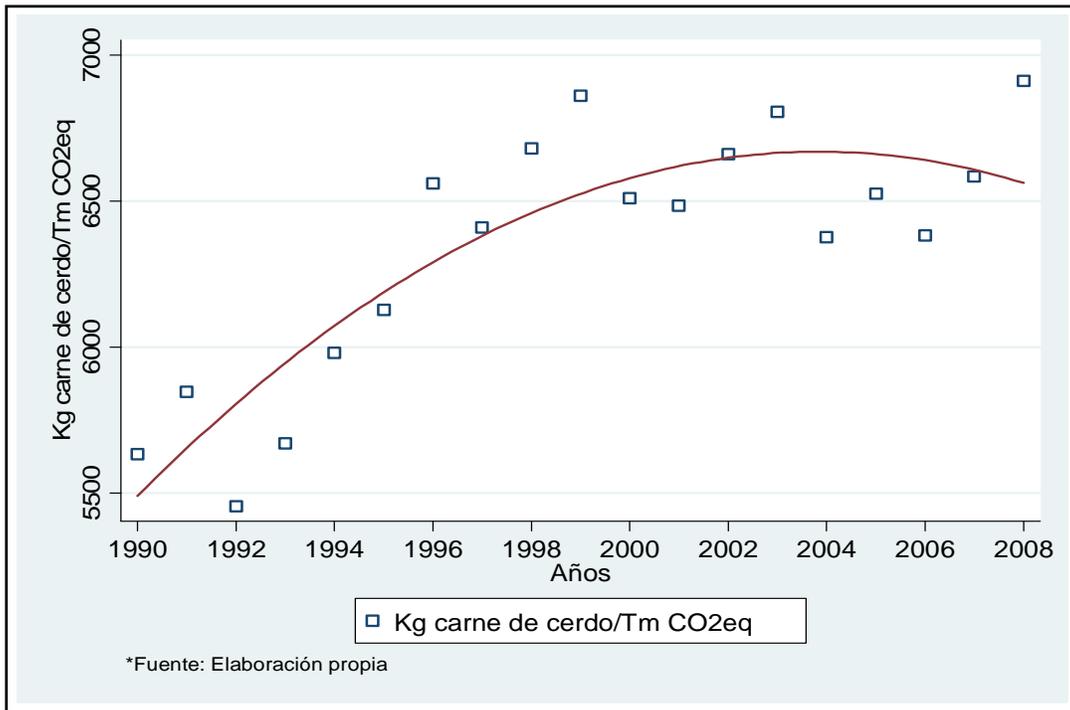


Gráfico 315. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica y estiércol

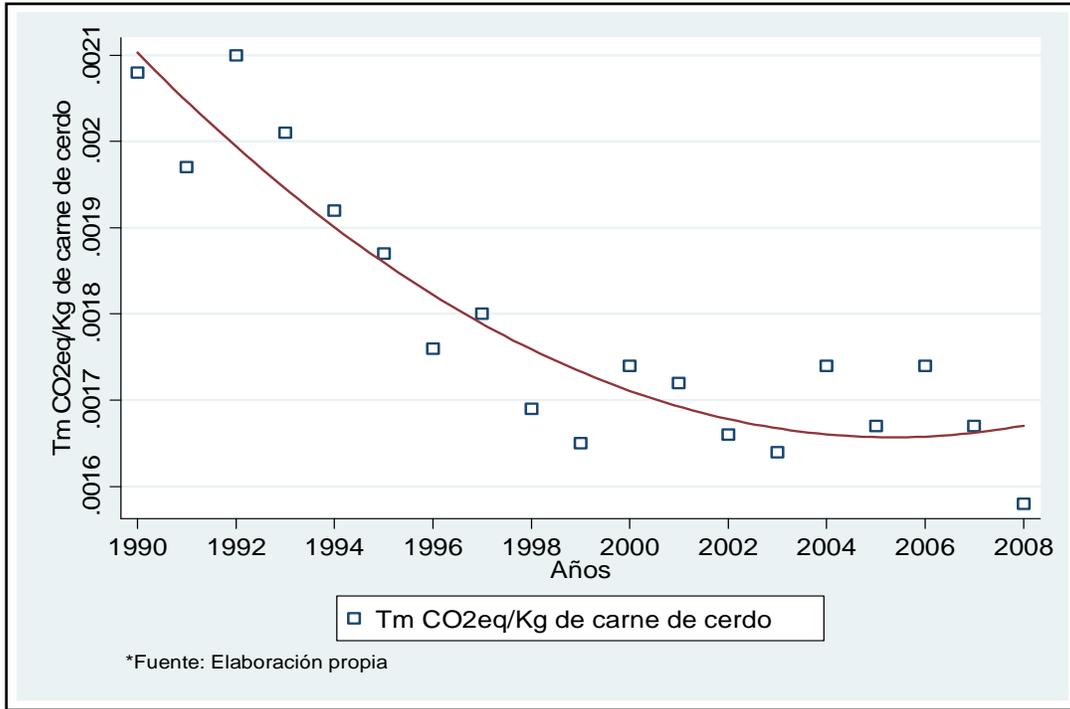
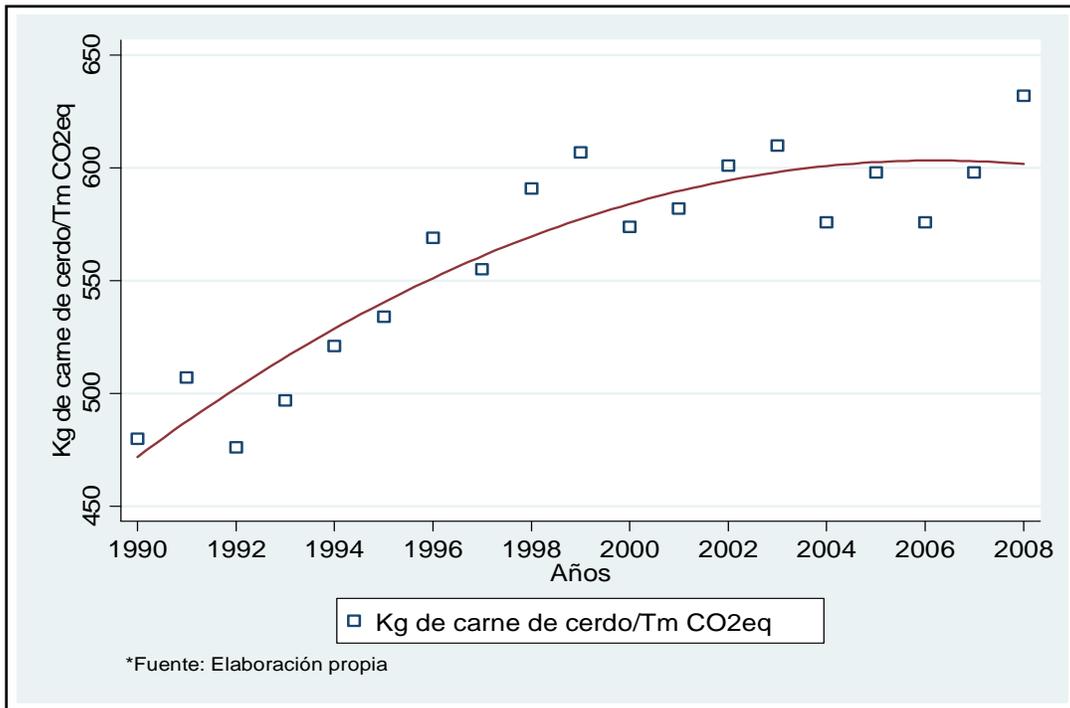


Gráfico 316. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de fermentación entérica y estiércol



El Gráfico 315 que se refiere a las emisiones de metano procedentes de estiércol y fermentación entérica en porcino, se observa una tendencia general descendente hasta el 2001. A partir de este año, la tendencia es a mantenerse el indicador. Desde 1990 hasta el 2008, se han reducido las emisiones de metano en un 24,09 %.

En la Tabla 46, se pueden observar las emisiones de **óxido nitroso procedentes del cultivo**. Para obtener los datos que se encuentran en esta tabla, se ha procedido de la misma manera que la Tabla 45, pero en este caso recogiendo los datos de emisiones de N₂O procedentes del cultivo en ganado porcino.

En la Tabla 47, se observan las emisiones de óxido nitroso directas en ganado porcino (establo + cultivo) así como las emisiones directas e indirectas totales del sector agrario extraídas a partir del informe del inventario de GEI en España desde 1990 al 2008 y de los datos proporcionados por el MARM (2010). Las emisiones indirectas para el ganado porcino se ha estimado proporcionalmente a partir de la Ecuación 66:

Ecuación 66. Cálculo para la obtención de las emisiones indirectas en porcino y avicultura (en Gg)

$$\frac{[Emisiones\ directas\ (Porcino/Avicultura)\ \times\ Emisiones\ Indirectas\ Totales\ / Emisiones\ Directas]}{Emisiones\ Indirecta\ (Porcino/Avicultura)\ (en\ Gg)}$$

A partir de la Tabla 47, se ha realizado la Tabla 48, donde se pueden observar los resultados de los indicadores de sostenibilidad que se refieren al **óxido nitroso total** y que incluyen las emisiones del establo, cultivo y las emisiones indirectas que también proceden del óxido nitroso y que se han calculado anteriormente en la Tabla 47 mediante la Ecuación 66.

Para obtener los resultados de la Tabla 48, se han necesitado los siguientes datos:

- **CO₂eq indirecto:** A partir del valor de las emisiones indirectas en porcino (en Gg) de la Tabla 47 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq directo (establo + cultivo):** A partir de las emisiones directas en porcino que se encuentran en la Tabla 47 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq Total (directo + indirecto):** Suma de los dos valores anteriores (Ver Tabla 48). También se puede hacer el mismo cálculo mediante el uso de la Ecuación 59 y los valores de la Tabla 47.
- **Kg carne de cerdo:** A partir de la Ecuación 60 y de la Tabla 23 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

Tabla 45. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	Establo en Gg	CO₂eq en Gg	Kg carne cerdo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne /10³ Kg CO₂
1990	0,55	172	1.786.908.710	0,000096	10.400
1991	0,58	181	1.885.898.894	0,000096	10.432
1992	0,62	192	1.915.259.992	0,000100	9.968
1993	0,65	202	2.069.890.305	0,000098	10.233
1994	0,68	211	2.193.527.719	0,000096	10.383
1995	0,65	201	2.259.102.209	0,000089	11.225
1996	0,60	186	2.355.966.729	0,000079	12.668
1997	0,60	187	2.400.718.418	0,000078	12.845
1998	0,72	222	2.745.616.702	0,000081	12.381
1999	0,76	236	2.891.228.149	0,000082	12.233
2000	0,81	252	2.912.544.698	0,000086	11.570
2001	0,87	269	2.988.429.576	0,000090	11.099
2002	0,87	269	3.070.988.094	0,000088	11.400
2003	0,89	276	3.189.214.763	0,000087	11.531
2004	0,91	282	3.077.483.837	0,000092	10.900
2005	0,91	281	3.166.462.058	0,000089	11.251
2006	0,90	280	3.236.839.659	0,000086	11.571
2007	0,98	305	3.438.620.468	0,000089	11.270
2008	0,98	303	3.452.115.434	0,000088	11.403

Fuente: Comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia.

Tabla 46. Evolución de las cantidades de óxido nítrico expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	Cultivo en Gg	CO₂ eq en Gg	Kg carne cerdo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne /10³ Kg CO₂
1990	1,94	602	1.786.908.710	0,000337	2.966
1991	1,97	609	1.885.898.894	0,000323	3.095
1992	2,11	656	1.915.259.992	0,000342	2.921
1993	2,21	684	2.069.890.305	0,000331	3.025
1994	2,22	688	2.193.527.719	0,000314	3.186
1995	2,20	681	2.259.102.209	0,000301	3.318
1996	2,15	666	2.355.966.729	0,000283	3.537
1997	2,21	687	2.400.718.418	0,000286	3.496
1998	2,43	754	2.745.616.702	0,000274	3.644
1999	2,50	775	2.891.228.149	0,000268	3.731
2000	2,65	822	2.912.544.698	0,000282	3.545
2001	2,70	836	2.988.429.576	0,000280	3.576
2002	2,69	835	3.070.988.094	0,000272	3.677
2003	2,74	849	3.189.214.763	0,000266	3.756
2004	2,82	874	3.077.483.837	0,000284	3.520
2005	2,83	878	3.166.462.058	0,000277	3.607
2006	2,95	914	3.236.839.659	0,000282	3.543
2007	3,03	940	3.438.620.468	0,000273	3.657
2008	2,91	901	3.452.115.434	0,000261	3.832

Fuente: Comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia.

Tabla 47. Evolución de las cantidades de óxido nitroso procedente del establo y cultivo, emisiones directas e indirectas totales y resultado de las emisiones indirectas en porcino

Año	Emisiones directas porcino (establo y cultivo) en Gg	Emisiones Directas Totales(Gg)	Emisiones Indirectas Totales (Gg)	Emisiones Indirectas porcino(Gg)
1990	2,50	31,38	22,76	1,81
1991	2,55	31,02	22,39	1,84
1992	2,73	29,09	21,43	2,01
1993	2,86	26,23	19,29	2,10
1994	2,90	29,45	21,75	2,14
1995	2,85	27,48	20,68	2,14
1996	2,75	32,92	24,28	2,03
1997	2,82	30,83	22,92	2,09
1998	3,15	33,48	24,37	2,29
1999	3,26	34,53	25,56	2,41
2000	3,46	36,79	26,68	2,51
2001	3,56	33,85	25,16	2,65
2002	3,56	31,90	23,78	2,66
2003	3,63	35,08	26,06	2,70
2004	3,73	32,98	24,35	2,76
2005	3,74	29,19	22,27	2,85
2006	3,85	30,43	22,95	2,90
2007	4,02	31,70	23,42	2,97
2008	3,88	27,39	20,26	2,87

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 48. Evolución de las cantidades de óxido nítrico expresadas en Gg de CO₂ equivalentes procedentes del establo, cultivo, las emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CO₂eq (indirecto) (Gg)	CO₂eq (directo) (Gg)	CO₂eq Total (directo e indirecto)(Gg)	Kg carne cerdo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	561,72	774,30	1.336	1.786.908.710	0,000748	1.337
1991	570,43	790,15	1.361	1.885.898.894	0,000721	1.386
1992	624,49	847,74	1.472	1.915.259.992	0,000769	1.301
1993	652,03	886,43	1.538	2.069.890.305	0,000743	1.345
1994	664,41	899,66	1.564	2.193.527.719	0,000713	1.402
1995	663,92	882,20	1.546	2.259.102.209	0,000684	1.461
1996	628,43	852,09	1.481	2.355.966.729	0,000628	1.591
1997	649,44	873,51	1.523	2.400.718.418	0,000634	1.576
1998	710,02	975,30	1.685	2.745.616.702	0,000614	1.629
1999	748,58	1011,26	1.760	2.891.228.149	0,000609	1.643
2000	778,32	1073,38	1.852	2.912.544.698	0,000636	1.573
2001	821,20	1104,94	1.926	2.988.429.576	0,000645	1.552
2002	823,50	1104,65	1.928	3.070.988.094	0,000628	1.593
2003	836,28	1125,60	1.962	3.189.214.763	0,000615	1.626
2004	854,07	1156,60	2.011	3.077.483.837	0,000653	1.531
2005	884,42	1159,22	2.044	3.166.462.058	0,000645	1.549
2006	899,66	1193,27	2.093	3.236.839.659	0,000647	1.547
2007	919,96	1245,37	2.165	3.438.620.468	0,000630	1.588
2008	890,05	1203,58	2.094	3.452.115.434	0,000606	1.649

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 49, se muestran los indicadores de sostenibilidad referentes a:

- **10³ Kg CO₂/€ de producto (1/H2)**
- **€ de producto/10³ Kg CO₂ (H2)**

Para su obtención, se han necesitado los siguientes datos:

- **€/Kg PV:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).
- **Kg carne de cerdo:** A partir de la Ecuación 60 y de la Tabla 23 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.
- **€ producto:** A partir de la Ecuación 63.
- **10³ Kg CO₂:** Valor CO₂eq de CH₄ Total (en Gg) + Valor CO₂eq de N₂O Total (en Gg) extraídos de la Tabla 44 y de la Tabla 48 respectivamente.

Tabla 49. Evolución de los indicadores de sostenibilidad € de producto/10³ Kg CO₂ y su inverso

Año	€/Kg PV	Kg carne cerdo	€ producto	10³ Kg CO₂ (CH₄ + N₂O)	10³ Kg CO₂/€ producto	€ producto/10³ CO₂
1990	0,96	1.786.908.710	1.715.426.348	5.059.052	0,0029	339,08
1991	0,99	1.885.898.894	1.862.141.823	5.076.710	0,0027	366,80
1992	1,03	1.915.259.992	1.969.062.146	5.495.483	0,0028	358,31
1993	0,89	2.069.890.305	1.846.388.032	5.699.199	0,0031	323,97
1994	0,95	2.193.527.719	2.090.750.189	5.775.240	0,0028	362,02
1995	1,08	2.259.102.209	2.451.142.054	5.776.007	0,0024	424,37
1996	1,18	2.355.966.729	2.786.051.792	5.620.147	0,0020	495,73
1997	1,25	2.400.718.418	2.992.204.785	5.846.394	0,0020	511,80
1998	0,89	2.745.616.702	2.438.755.018	6.334.749	0,0026	384,98
1999	0,82	2.891.228.149	2.361.831.705	6.520.192	0,0028	362,23
2000	1,05	2.912.544.698	3.070.113.366	6.922.051	0,0023	443,53
2001	1,30	2.988.429.576	3.892.728.366	7.059.726	0,0018	551,40
2002	1,04	3.070.988.094	3.185.843.048	7.040.599	0,0022	452,50
2003	0,97	3.189.214.763	3.087.159.890	7.190.234	0,0023	429,35
2004	1,05	3.077.483.837	3.227.049.551	7.357.773	0,0023	438,59
2005	1,08	3.166.462.058	3.419.145.731	7.342.705	0,0021	465,65
2006	1,16	3.236.839.659	3.760.884.000	7.715.466	0,0021	487,45
2007	1,06	3.438.620.468	3.632.902.525	7.911.042	0,0022	459,22

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 317. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

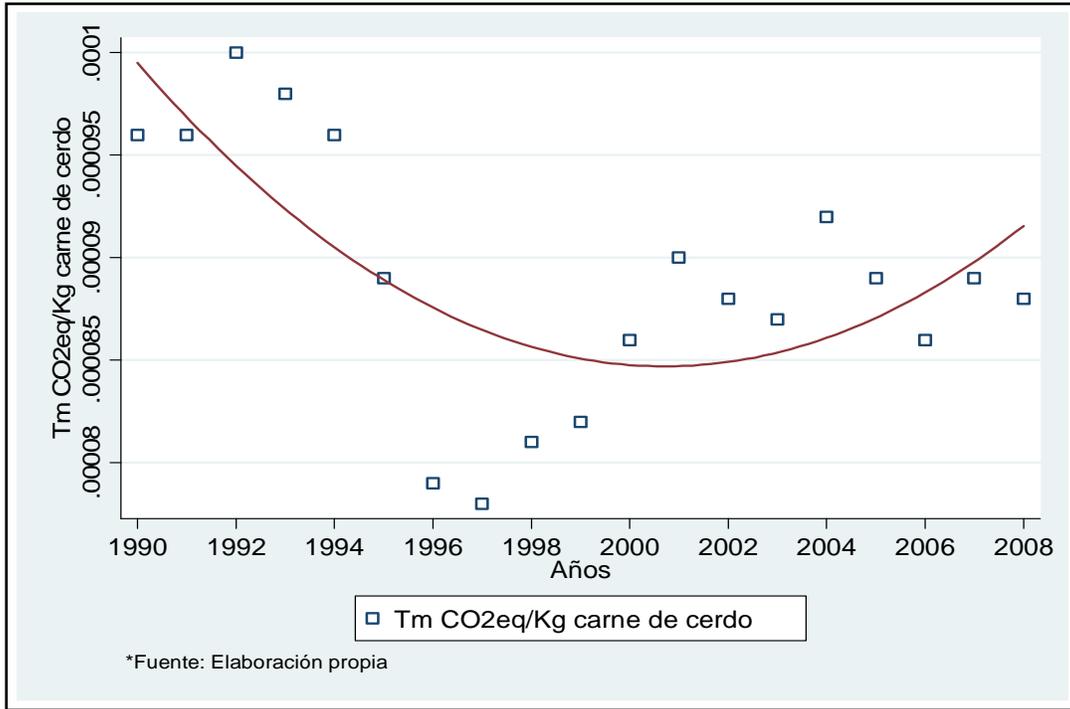


Gráfico 318. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

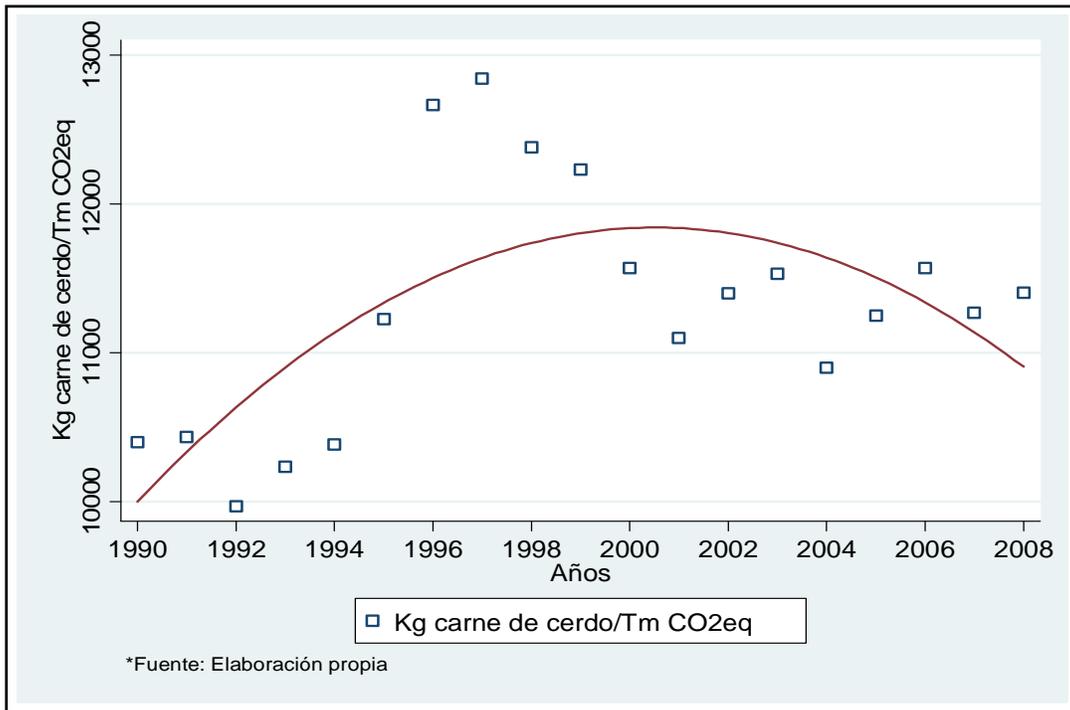


Gráfico 319. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

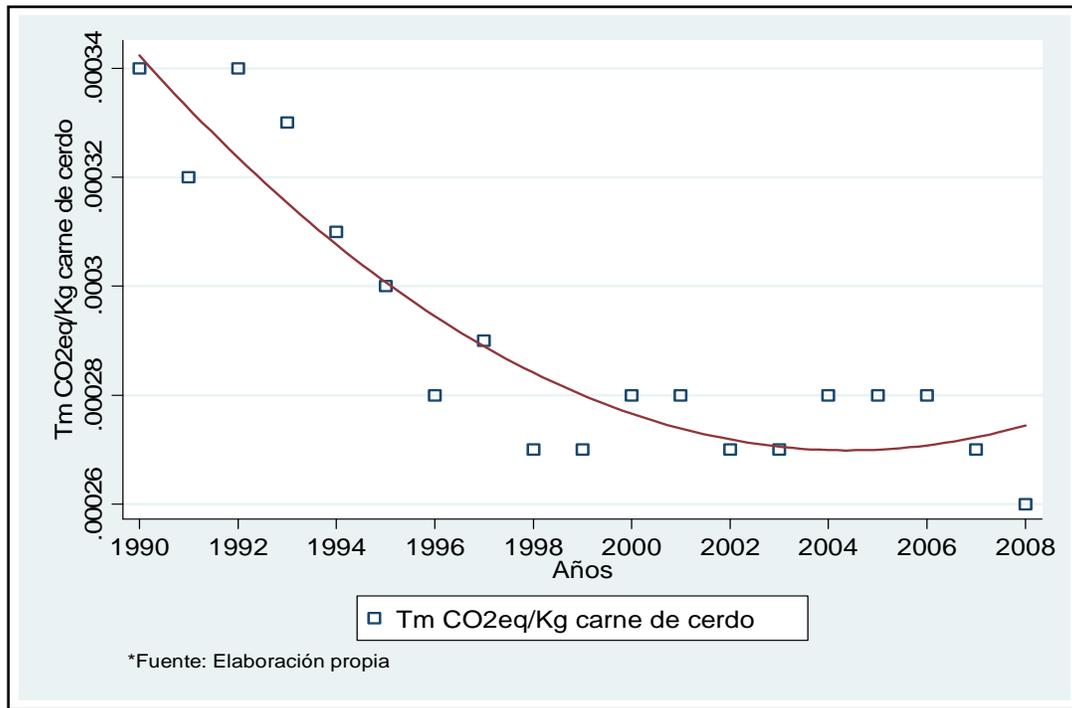


Gráfico 320. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

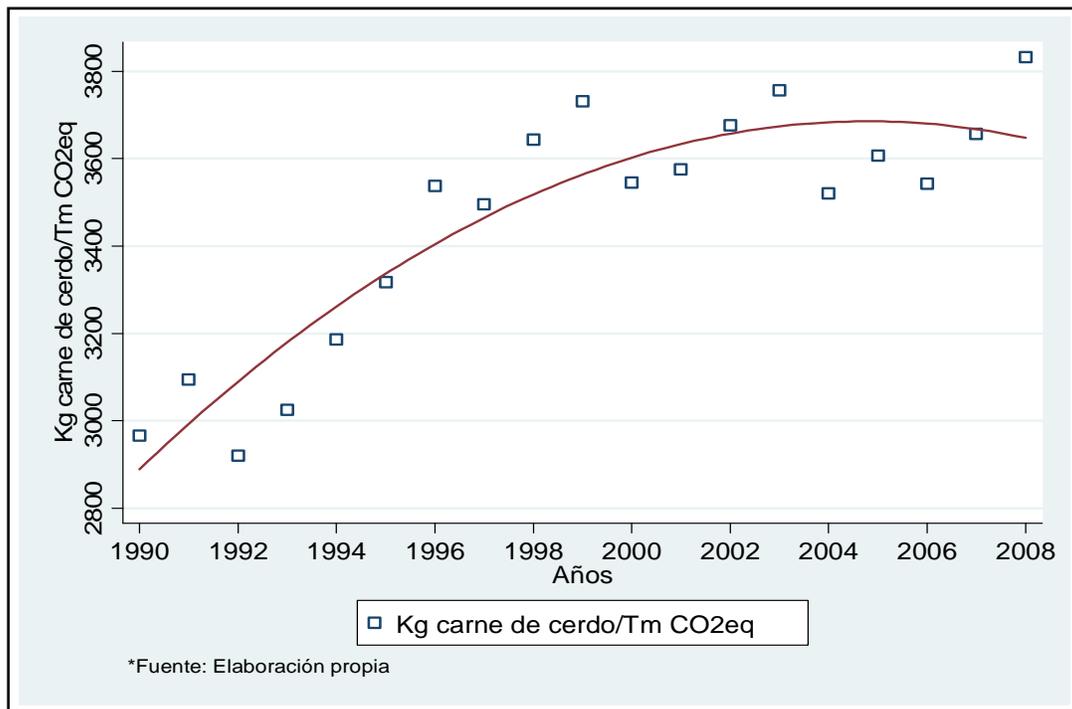


Gráfico 321 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

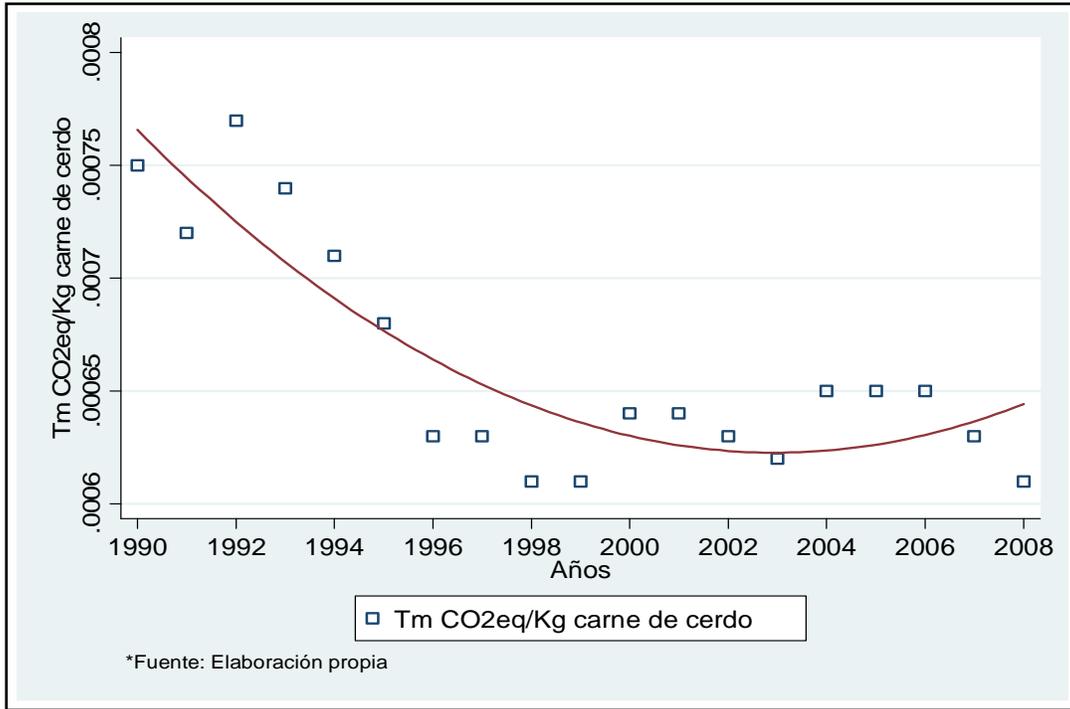


Gráfico 322 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

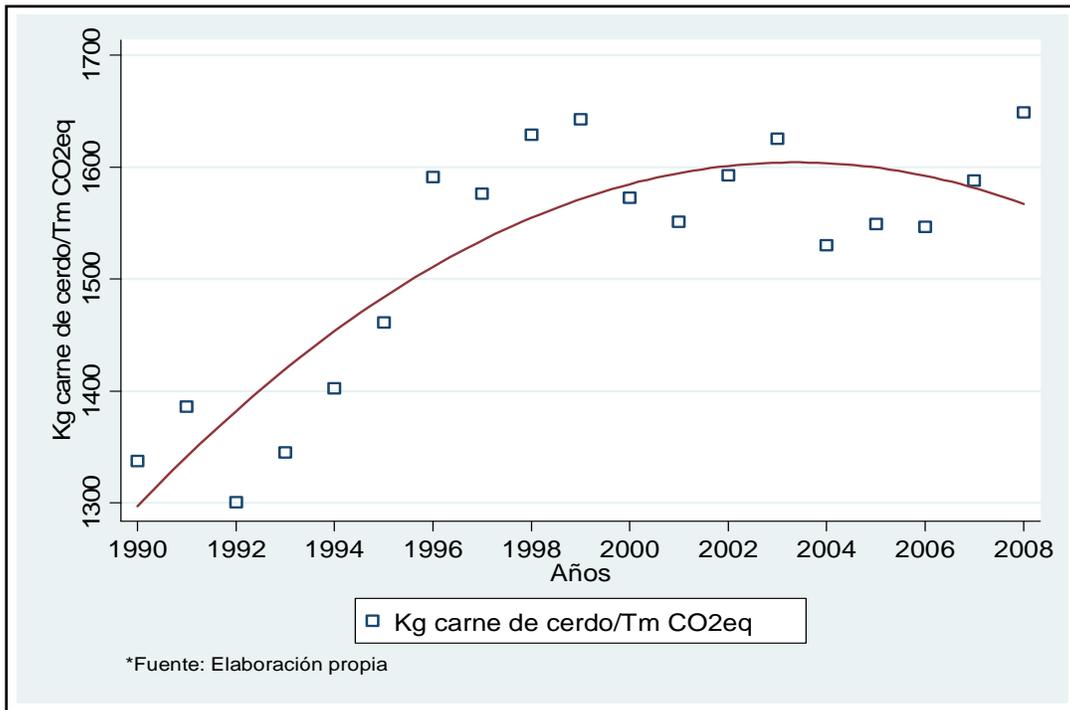


Gráfico 323. Evolución del indicador de sostenibilidad a las emisiones de metano (estiércol y fermentación entérica) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a € producto

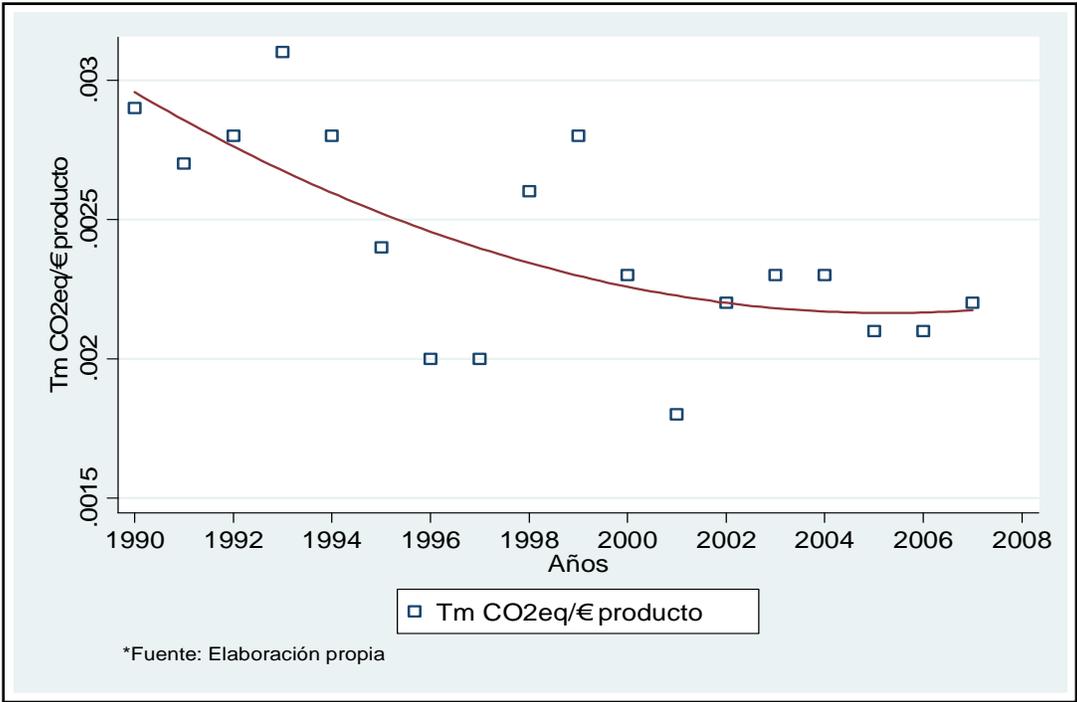
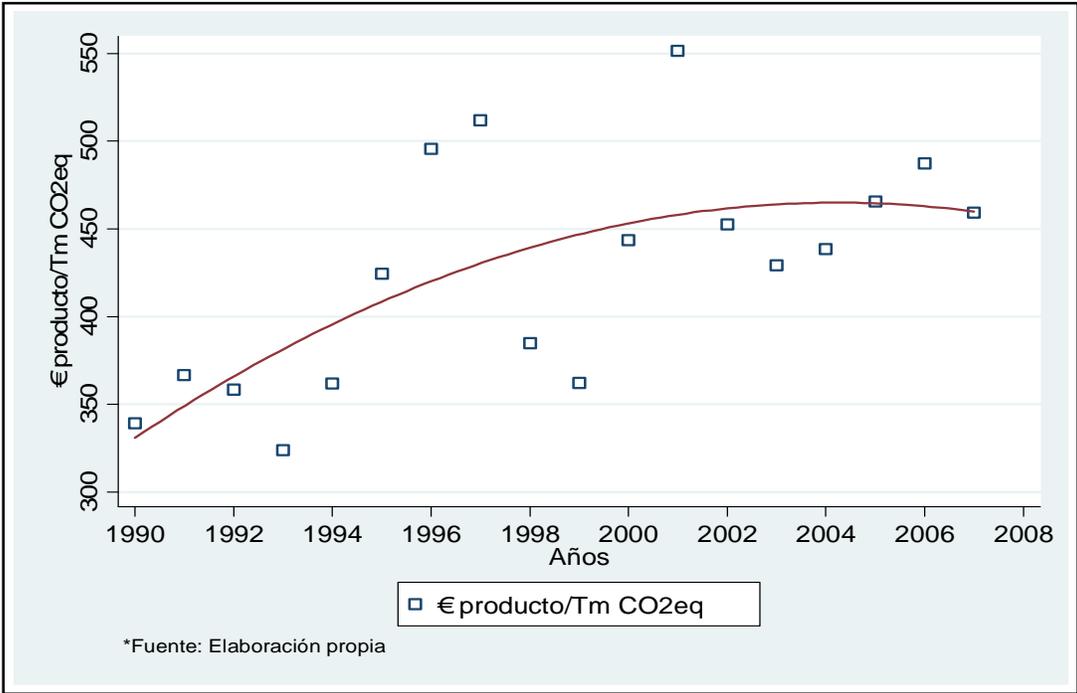


Gráfico 324. Evolución del indicador de sostenibilidad € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol y fermentación entérica) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas)



La tendencia general del indicador del Gráfico 321 es decreciente, pero con un ligero cambio a partir de 2001 mediante el cual el indicador empieza a mostrar una tendencia general creciente. Desde 1990 hasta el 2008 se ha reducido el indicador del Gráfico 321 en un 20 %. El indicador del Gráfico 323, muestra una tendencia general descendente con una reducción de este de un 24,13 % desde 1990 hasta 2008.

4.3.2.4.2 AVICULTURA

4.3.2.4.2.1 *Indicadores de sostenibilidad en Aves de carne (Estimación de gases efecto invernadero en aves de carne desde 1990 al 2008)*

Para el cálculo de las emisiones de metano procedentes de estiércol se han necesitado los siguientes datos:

- **CH₄ Total (en Gg):** Obtenido a partir de los datos de CH₄ Total expresado en Gg para aves procedentes del informe del inventario de GEI en España desde 1990 al 2008 y proporcionados por el MARM (2010) (Ver la Tabla 50). En el informe, aparecen las emisiones totales del sector avícola y que provienen tanto de las aves de carne como de puesta. Así pues, para repartir las emisiones en las dos categorías de aves que tenemos, se ha recogido el censo total de aves y el censo de aves de carne (extraídos del informe sobre el consumo de agua en ganadería extensiva) (Ver Tabla 30) y se ha realizado el siguiente cálculo:

Ecuación 67. Cálculo para la obtención de las emisiones de metano procedentes de aves de carne

$$[\text{Censo Aves de Carne} \times \text{Valor CH}_4 \text{ Total (Gg)} / \text{Censo Total en Aves}] = \text{CH}_4 \text{ Total en Gg (Aves de Carne)}$$

Al CH₄ Total obtenido en aves de carne, se le ha sumado el valor que corresponde al 5 % de las emisiones de metano que proceden de las aves de puesta, ya que éstas últimas incluyen las reproductoras pesadas y por este motivo hay que sumarlas dentro la categoría aves de carne.

En la Tabla 51, se muestran las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y los resultados de los indicadores de sostenibilidad. Para ello se ha partido de la siguiente información adicional:

- **CO₂eq de CH₄:** A partir de la Ecuación 57.
- **Kg carne de pollo:** A partir de la Ecuación 61 y de la Tabla 32 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

Tabla 50. Evolución y resultados de los valores referentes a las emisiones de metano procedentes de estiércol en aves de carne

Año	Censo aves de carne	CH₄ Total en Gg Aves	CH₄ Total en Gg Aves de carne	CH₄ Total en Gg incluyendo reprod. pesadas
1990	80.487.985	1,17	0,75	0,77
1991	81.175.795	1,17	0,76	0,78
1992	78.807.338	1,17	0,75	0,77
1993	78.570.722	1,12	0,74	0,76
1994	97.751.568	1,35	0,93	0,95
1995	99.138.801	1,39	0,95	0,97
1996	101.393.129	1,35	0,96	0,98
1997	102.142.599	1,39	0,98	1,00
1998	102.612.381	1,38	0,98	1,00
1999	102.285.221	1,39	0,98	1,00
2000	102.729.535	1,45	1,00	1,02
2001	114.501.403	1,57	1,11	1,13
2002	108.676.174	1,52	1,06	1,08
2003	109.013.214	1,55	1,07	1,10
2004	105.282.827	1,57	1,05	1,07
2005	104.666.123	1,55	1,04	1,07
2006	101.780.288	1,53	1,02	1,04
2007	108.092.424	1,58	1,07	1,10
2008	108.092.424	1,57	1,07	1,10

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 51. Evolución de las cantidades de metano expresadas en Gg procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CH₄ Total en Gg	CO₂eq de CH₄ en Gg	Kg carne Pollo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	0,77	16,21	859.384.000	0,0000189	53.018
1991	0,78	16,41	905.553.600	0,0000181	55.190
1992	0,77	16,10	889.732.800	0,0000181	55.249
1993	0,76	16,04	835.244.280	0,0000192	52.079
1994	0,95	19,88	978.321.110	0,0000203	49.199
1995	0,97	20,38	1.015.471.080	0,0000201	49.828
1996	0,98	20,63	958.783.960	0,0000215	46.474
1997	1,00	20,95	997.786.695	0,0000210	47.621
1998	1,00	21,02	1.059.918.288	0,0000198	50.413
1999	1,00	21,08	1.198.616.034	0,0000176	56.848
2000	1,02	21,40	1.123.322.592	0,0000190	52.495
2001	1,13	23,79	1.309.662.062	0,0000182	55.047
2002	1,08	22,78	1.330.041.040	0,0000171	58.397
2003	1,10	23,03	1.333.336.800	0,0000173	57.906
2004	1,07	22,52	1.385.712.300	0,0000163	61.533
2005	1,07	22,43	1.287.422.300	0,0000174	57.391
2006	1,04	21,87	1.271.119.760	0,0000172	58.108
2007	1,10	23,08	1.353.382.730	0,0000171	58.627
2008	1,10	23,05	1.378.965.200	0,0000167	59.838

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 325. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano

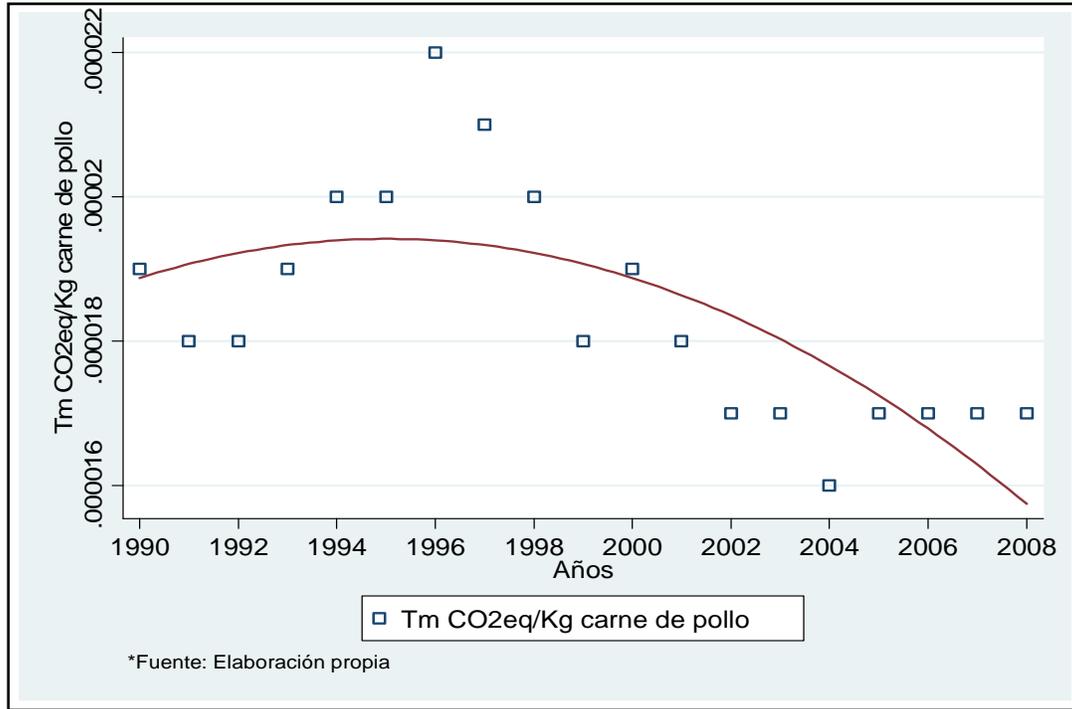
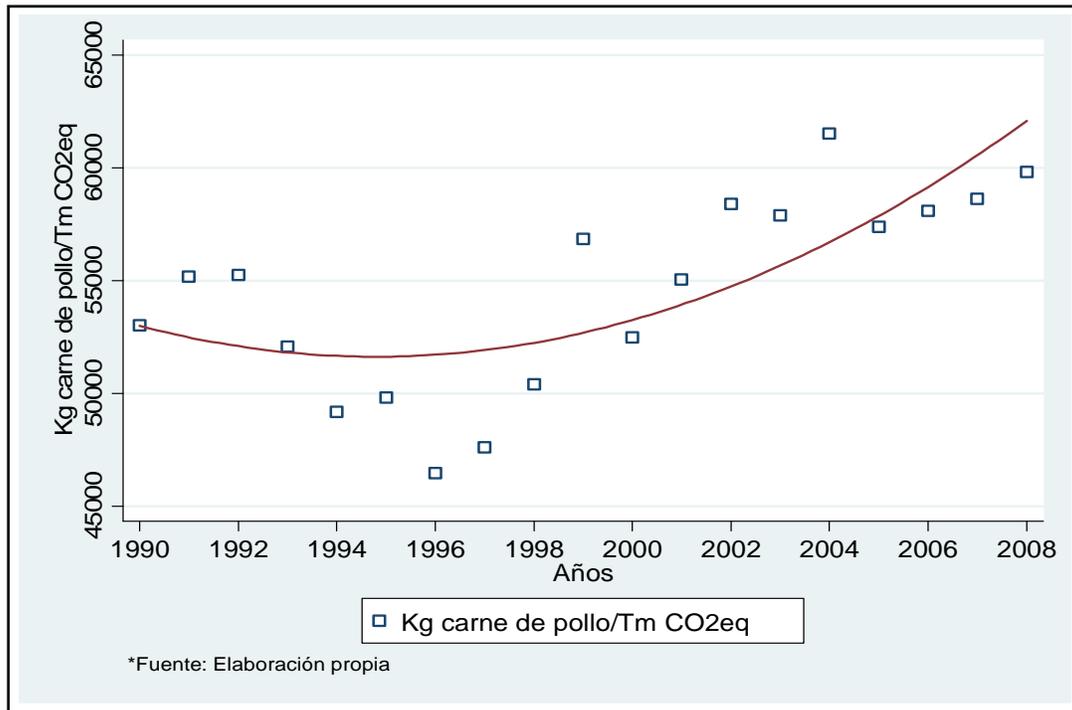


Gráfico 326. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano



En la Tabla 52, se observan los indicadores de sostenibilidad referentes a **las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo**. Para la obtención de estos resultados, se han necesitado los siguientes datos:

- **Establo (en Gg):** Obtenidos a partir de datos de comunicación personal (Rincón J.J.) referentes a emisiones en el establo en aves de carne (Ver Anejo 3 apartado 3.2).

Con el dato de las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo expresadas en Gg y obtenidos mediante comunicación personal, se le ha sumado el valor que corresponde al 5 % de las emisiones de óxido nitroso (establo) que proceden de las aves de puesta, ya que estas incluyen las de las reproductoras pesadas (Ver Anejo 3 apartado 3.2).

- **CO₂eq en Gg:** A partir de la Ecuación 58.
- **Kg carne de pollo:** A partir de la Ecuación 61 y de la Tabla 32 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

Para la obtención de los datos que se muestran en la Tabla 53, se ha procedido de la misma manera que en la Tabla 52, pero en este caso se ha partido del valor de las **emisiones de N₂O procedente del cultivo** expresado en Gg en aves de carne (Ver Anejo 3 apartado 3.2).

La Tabla 54, se ha calculado de la misma manera que la Tabla 47. La única diferencia radica en la recogida de los datos (en este caso son los de las emisiones directas (establo + cultivo) en aves de carne).

En la Tabla 55, se observan los resultados de los indicadores de sostenibilidad que se refieren al **óxido nitroso total** (incluyen las emisiones directas y las indirectas) que se han recogido de la Tabla 54, mediante la Ecuación 66.

Para la obtención de los datos de la Tabla 55, se han necesitado los siguientes datos:

- **CO₂eq indirecto:** A partir del valor de las emisiones indirectas en aves de carne (en Gg) de la Tabla 54 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq directo (establo + cultivo):** A partir de las emisiones directas en aves de carne que se encuentran en la Tabla 54 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq Total (directo + indirecto):** Suma de los dos valores anteriores (Ver Tabla 54). (También se pueden obtener de la Ecuación 59 y los valores de la Tabla 54).
- **Kg carne de pollo:** A partir de la Ecuación 61 y de la Tabla 32 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

Tabla 52. Evolución de las cantidades de óxido nítrico expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	Establo en Gg	CO₂eq en Gg	Kg carne pollo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂)
1990	1,098	340	859.384.000	0,000396	2.525
1991	1,111	344	905.553.600	0,000380	2.630
1992	1,083	336	889.732.800	0,000377	2.649
1993	1,081	335	835.244.280	0,000401	2.493
1994	1,345	417	978.321.110	0,000426	2.346
1995	1,370	425	1.015.471.080	0,000418	2.392
1996	1,397	433	958.783.960	0,000452	2.214
1997	1,408	437	997.786.695	0,000438	2.285
1998	1,414	438	1.059.918.288	0,000413	2.419
1999	1,410	437	1.198.616.034	0,000365	2.742
2000	1,419	440	1.123.322.592	0,000391	2.554
2001	1,580	490	1.309.662.062	0,000374	2.673
2002	1,504	466	1.330.041.040	0,000351	2.852
2003	1,512	469	1.333.336.800	0,000352	2.844
2004	1,467	455	1.385.712.300	0,000328	3.047
2005	1,460	453	1.287.422.300	0,000352	2.844
2006	1,421	440	1.271.119.760	0,000347	2.886
2007	1,506	467	1.353.382.730	0,000345	2.899
2008	1,506	467	1.378.965.200	0,000338	2.954

Fuente: A partir de comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia. (Ver Anejo 3 apartado 3.2)

Tabla 53. Evolución de las cantidades de óxido nítrico expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los respectivos indicadores de sostenibilidad

Año	Cultivo en Gg	CO₂eq en Gg	Kg carne pollo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	0,415	129	859.384.000	0,000150	6.680
1991	0,420	130	905.553.600	0,000144	6.958
1992	0,410	127	889.732.800	0,000143	7.007
1993	0,408	127	835.244.280	0,000152	6.598
1994	0,508	157	978.321.110	0,000161	6.210
1995	0,517	160	1.015.471.080	0,000158	6.330
1996	0,527	163	958.783.960	0,000171	5.863
1997	0,532	165	997.786.695	0,000165	6.050
1998	0,534	165	1.059.918.288	0,000156	6.405
1999	0,533	165	1.198.616.034	0,000138	7.260
2000	0,536	166	1.123.322.592	0,000148	6.762
2001	0,597	185	1.309.662.062	0,000141	7.079
2002	0,568	176	1.330.041.040	0,000132	7.552
2003	0,571	177	1.333.336.800	0,000133	7.529
2004	0,554	172	1.385.712.300	0,000124	8.063
2005	0,552	171	1.287.422.300	0,000133	7.528
2006	0,537	166	1.271.119.760	0,000131	7.638
2007	0,569	176	1.353.382.730	0,000130	7.673
2008	0,569	176	1.378.965.200	0,000128	7.820

Fuente: A partir de comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia. (Ver Anejo 3 apartado 3.2)

Tabla 54. Evolución de las cantidades de óxido nitroso procedentes del establo y cultivo, emisiones directas e indirectas totales y resultado de las emisiones indirectas en avicultura

Año	Emisiones directas aves de carne (establo y cultivo) (Gg)	Emisiones Directas Totales (Gg)	Emisiones Indirectas Totales (Gg)	Emisiones Indirectas aves de carne(Gg)
1990	1,51	31,38	22,76	1,097
1991	1,53	31,02	22,39	1,105
1992	1,49	29,09	21,43	1,100
1993	1,49	26,23	19,29	1,095
1994	1,85	29,45	21,75	1,369
1995	1,89	27,48	20,68	1,420
1996	1,92	32,92	24,28	1,419
1997	1,94	30,83	22,92	1,443
1998	1,95	33,48	24,37	1,418
1999	1,94	34,53	25,56	1,438
2000	1,95	36,79	26,68	1,417
2001	2,18	33,85	25,16	1,618
2002	2,07	31,90	23,78	1,545
2003	2,08	35,08	26,06	1,548
2004	2,02	32,98	24,35	1,493
2005	2,01	29,19	22,27	1,535
2006	1,96	30,43	22,95	1,476
2007	2,08	31,70	23,42	1,533
2008	2,07	27,39	20,26	1,534

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 55. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg de CO₂ equivalentes procedentes del establo, cultivo, emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CO₂eq (indirecto) en Gg	CO₂eq (directo) en Gg	CO₂eq Total (directo e indirecto) en Gg	Kg carne pollo	10³ Kg CO₂/Kg carne	Kg carne/10³ Kg CO₂
1990	340,20	468,95	809	859.384.000	0,000942	1.062
1991	342,49	474,42	817	905.553.600	0,000902	1.109
1992	340,95	462,84	804	889.732.800	0,000903	1.107
1993	339,52	461,57	801	835.244.280	0,000959	1.043
1994	424,28	574,51	999	978.321.110	0,001021	980
1995	440,25	585,00	1.025	1.015.471.080	0,001010	990
1996	439,92	596,48	1.036	958.783.960	0,001081	925
1997	447,24	601,54	1.049	997.786.695	0,001051	951
1998	439,48	603,68	1.043	1.059.918.288	0,000984	1.016
1999	445,76	602,18	1.048	1.198.616.034	0,000874	1.144
2000	439,34	605,89	1.045	1.123.322.592	0,000930	1.075
2001	501,58	674,89	1.176	1.309.662.062	0,000898	1.113
2002	478,90	642,40	1.121	1.330.041.040	0,000843	1.186
2003	479,88	645,90	1.126	1.333.336.800	0,000844	1.184
2004	462,77	626,70	1.089	1.385.712.300	0,000786	1.272
2005	475,78	623,62	1.099	1.287.422.300	0,000854	1.171
2006	457,56	606,89	1.064	1.271.119.760	0,000837	1.194
2007	475,18	643,25	1.118	1.353.382.730	0,000826	1.210
2008	475,57	643,09	1.119	1.378.965.200	0,000811	1.233

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se van a mostrar los siguientes indicadores de sostenibilidad expresados en:

- **10³ Kg CO₂/€ producto (1/H2)**
- **€ producto/10³ Kg CO₂ (H2)**

Para su obtención, se han necesitado los siguientes datos:

- **€/Kg PV:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa).
- **Kg carne de pollo:** A partir de la Ecuación 61 y de la Tabla 32 del informe sobre consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.
- **€ producto:** A partir de la Ecuación 64.
- **10³ Kg CO₂:** Valor CO₂eq de CH₄ Total (en Gg) + Valor CO₂eq de N₂O Total (en Gg) extraídos de la Tabla 51 y de la Tabla 55 respectivamente.

Tabla 56. Evolución de los indicadores de sostenibilidad € de producto/10³ Kg CO₂ y su inverso

Año	€/Kg PV	Kg carne	€ producto	10³ Kg CO₂	10³ Kg CO₂/€ producto	€ producto/10³ Kg CO₂
1990	0,76	859.384.000	653.321.086	825.355	0,0013	792
1991	0,74	905.553.600	666.867.901	833.320	0,0012	800
1992	0,75	889.732.800	669.601.656	819.891	0,0012	817
1993	0,81	835.244.280	674.275.550	817.128	0,0012	825
1994	0,82	978.321.110	803.713.729	1.018.678	0,0013	789
1995	0,73	1.015.471.080	744.700.763	1.045.633	0,0014	712
1996	0,88	958.783.960	840.274.284	1.057.028	0,0013	795
1997	0,83	997.786.695	827.065.391	1.069.734	0,0013	773
1998	0,80	1.059.918.288	845.496.818	1.064.193	0,0013	794
1999	0,67	1.198.616.034	803.911.774	1.069.027	0,0013	752
2000	0,87	1.123.322.592	973.920.687	1.066.628	0,0011	913
2001	0,95	1.309.662.062	1.245.095.722	1.200.260	0,0010	1.037
2002	0,74	1.330.041.040	986.225.431	1.144.067	0,0012	862
2003	0,84	1.333.336.800	1.114.536.231	1.148.810	0,0010	970
2004	0,86	1.385.712.300	1.187.694.012	1.111.992	0,0009	1.068
2005	0,89	1.287.422.300	1.145.290.878	1.121.838	0,0010	1.021
2006	0,97	1.271.119.760	1.234.765.735	1.086.326	0,0009	1.137
2007	1,09	1.353.382.730	1.472.345.072	1.141.514	0,0008	1.290

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 327. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

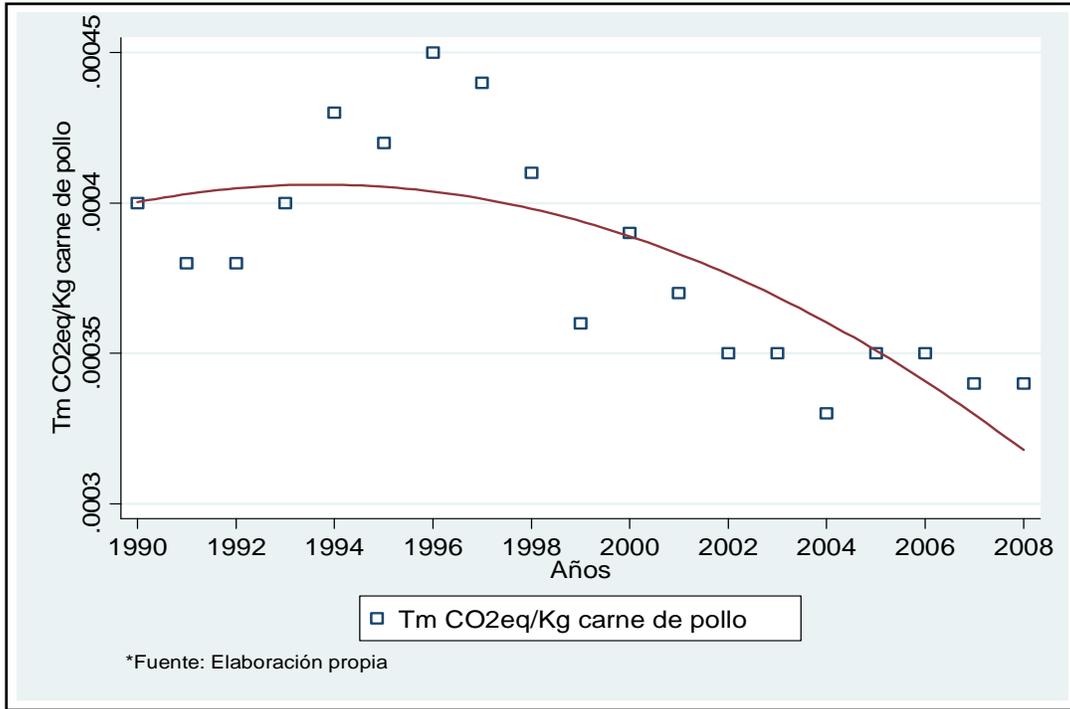


Gráfico 328. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

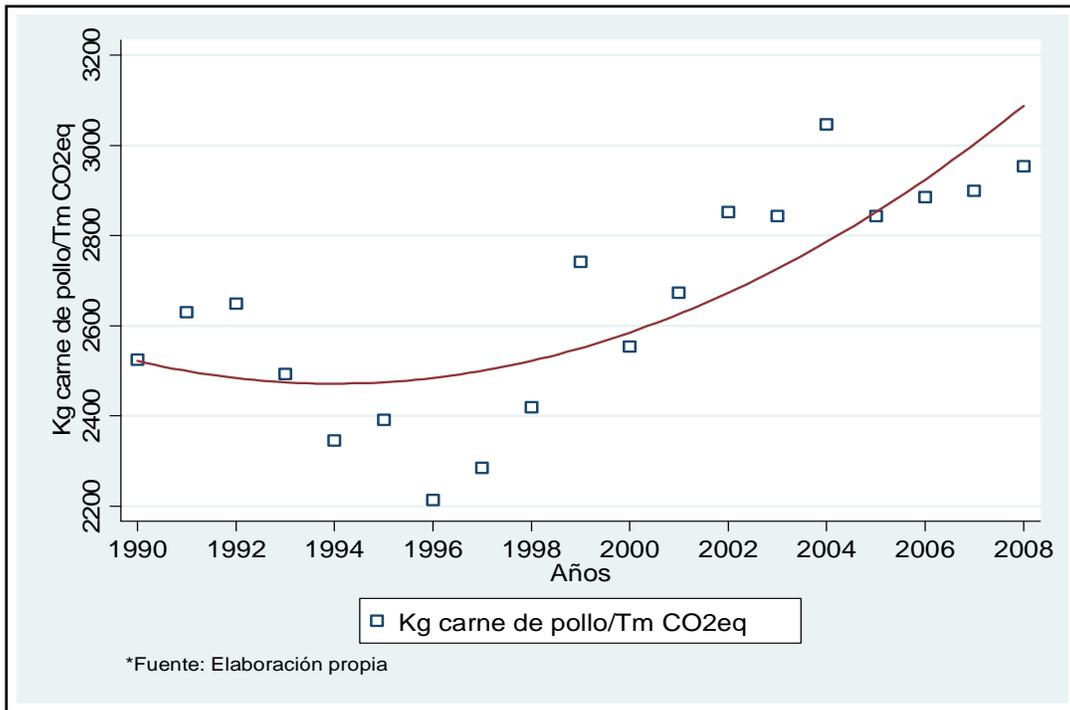


Gráfico 329. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

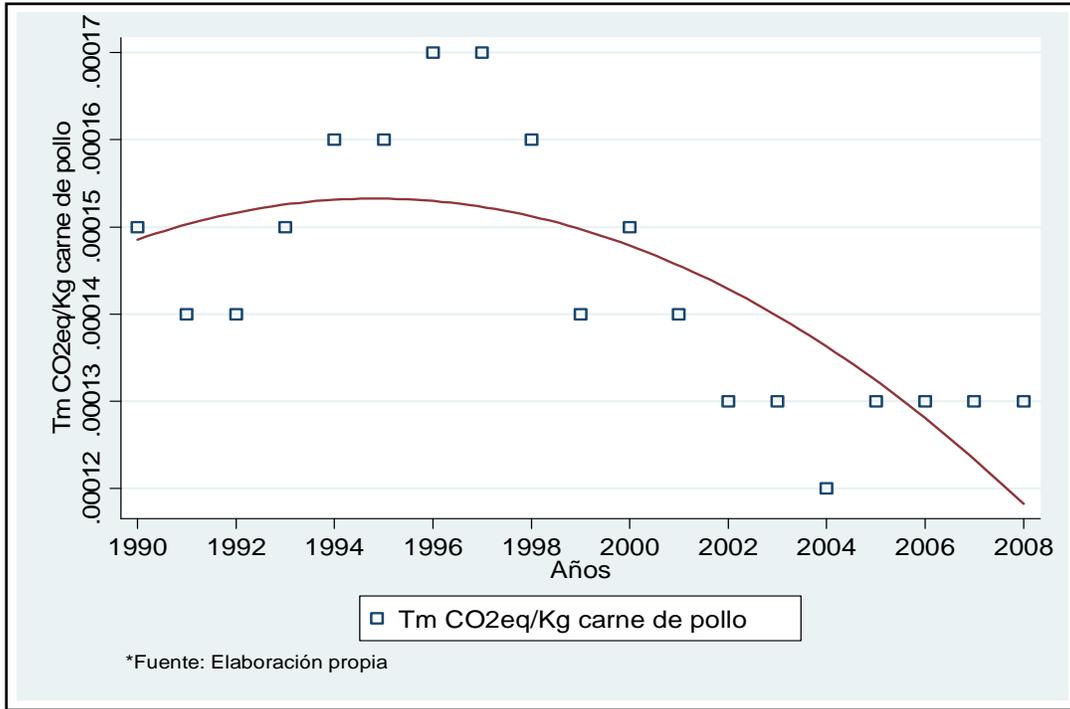


Gráfico 330. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

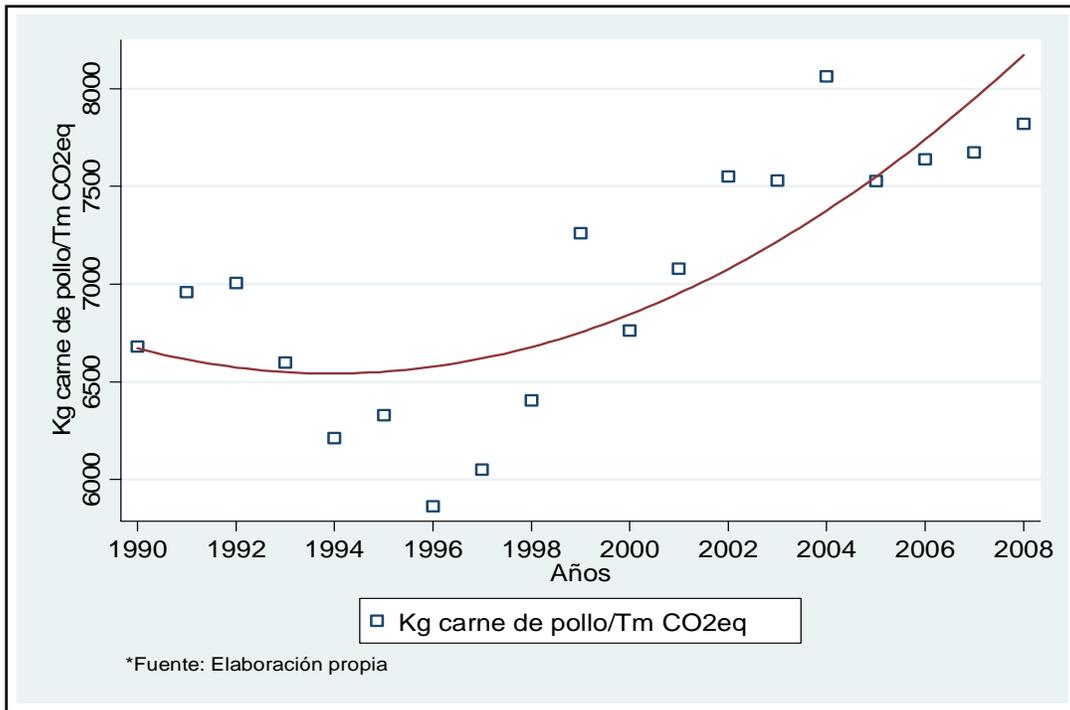


Gráfico 331. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

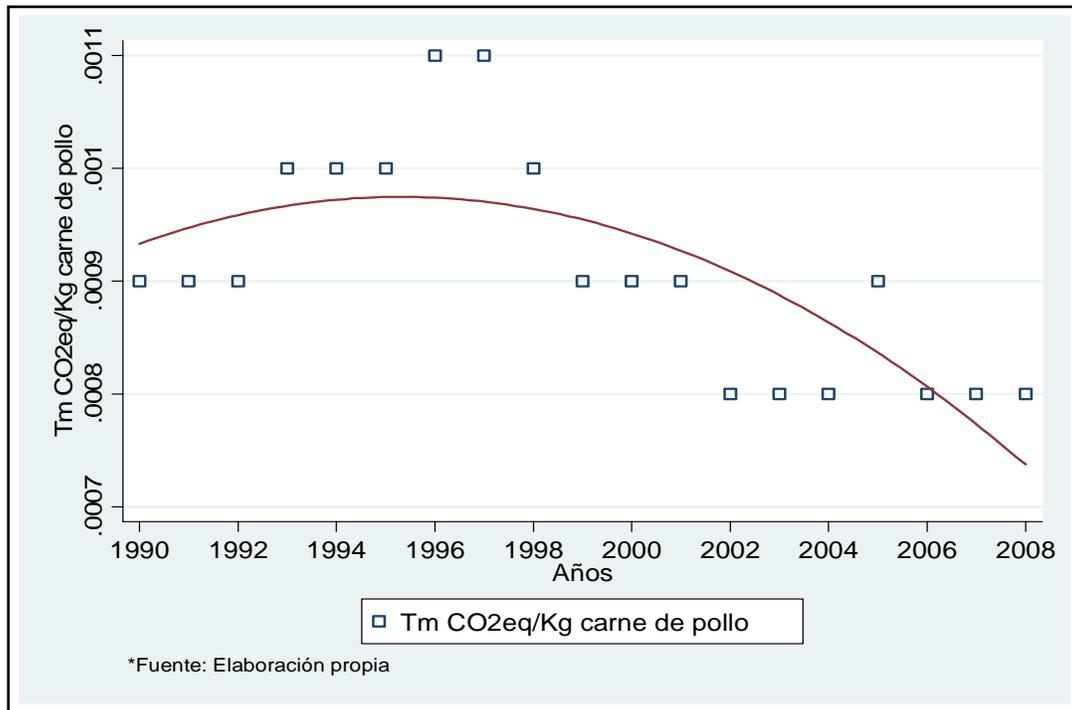


Gráfico 332. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

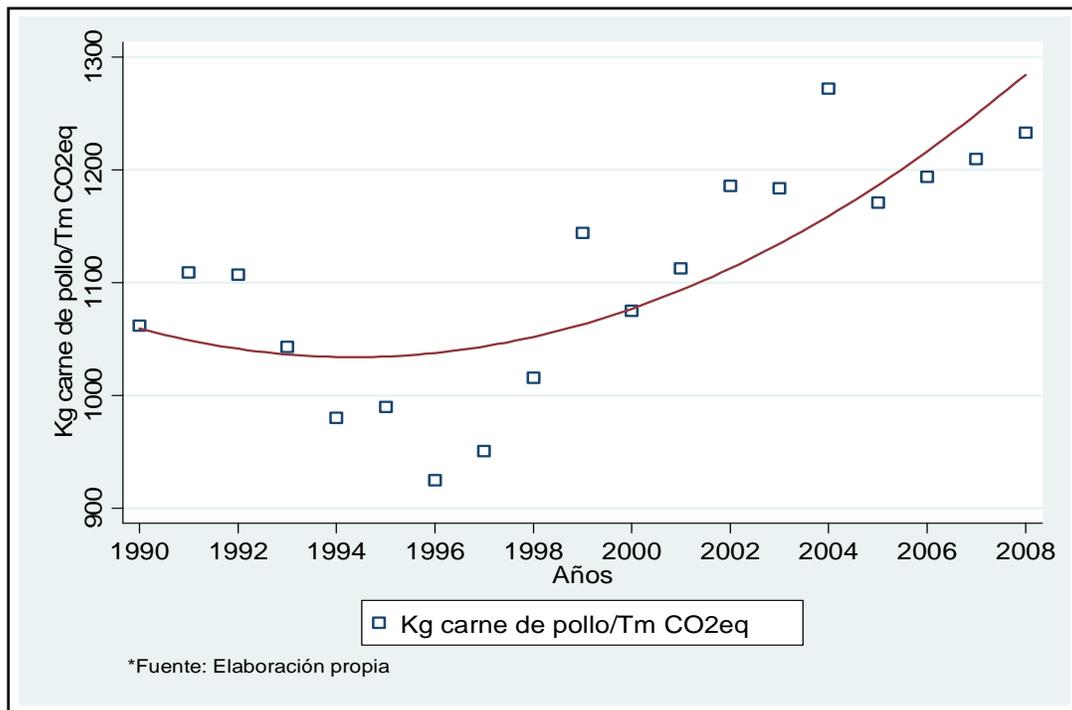


Gráfico 333. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a los € producto

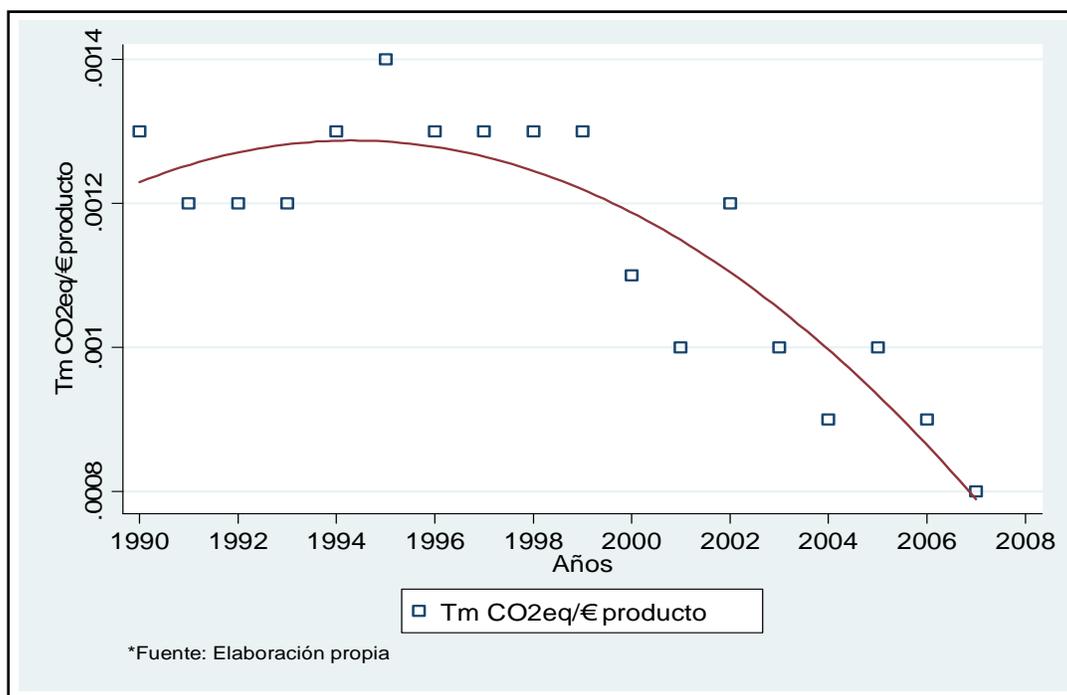
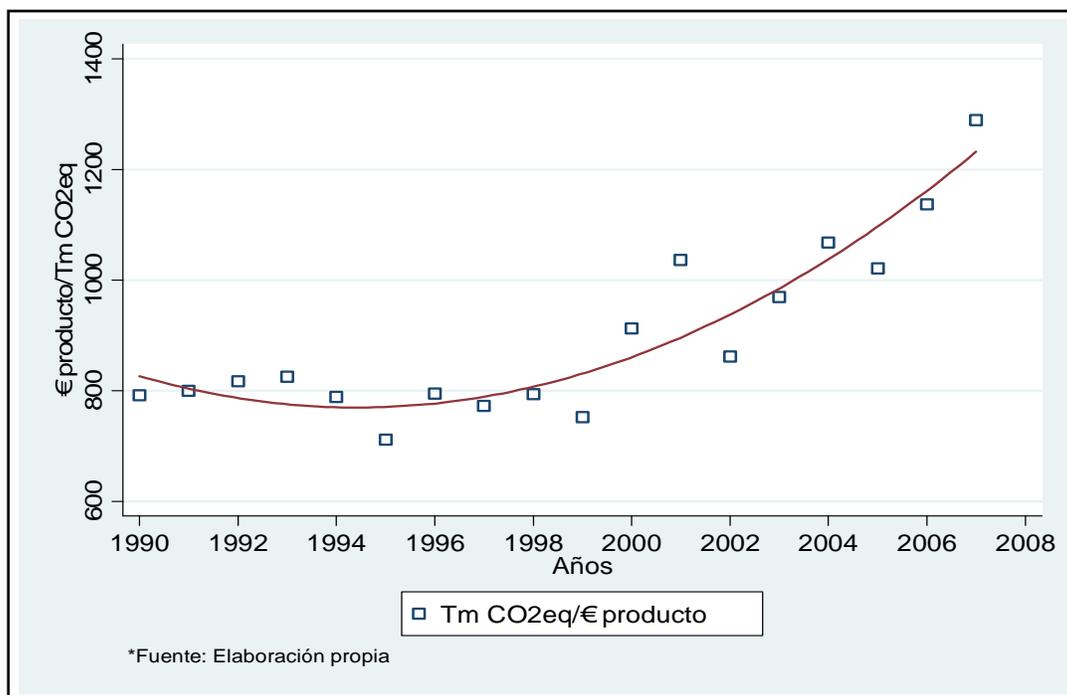


Gráfico 334. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas)



La tendencia general del indicador del Gráfico 331 y del Gráfico 333 es decreciente, pero con un cambio de esta a partir de 1998 mediante el cual el indicador empieza a descender más rápidamente. Desde 1990 hasta el 2008 el indicador del Gráfico 331 se ha reducido en un 13,8 %. El indicador del Gráfico 333, en un 38,46 %.

4.3.2.4.2 Indicadores de sostenibilidad en Aves de Puesta (Estimación de gases efecto invernadero en aves de puesta desde 1990 al 2008)

En la Tabla 58, se muestran los resultados de los indicadores de sostenibilidad referentes a las **emisiones de metano procedentes de estiércol**. Para su cálculo se ha procedido de la misma manera que para el cálculo de la Tabla 51, pero en este caso, se ha usado la Tabla 57 para obtener el CH₄ Total (ésta se ha calculado de la misma manera que la Tabla 50, pero con los datos y valores referidos a las aves de puesta).

El único dato que varía de la Tabla 58 respecto la Tabla 51, son los Kg de huevos (estos se han obtenido a partir de la Ecuación 62 y de la Tabla 36 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008).

En la Tabla 59, se observan los indicadores de sostenibilidad referentes a las **emisiones de óxido nitroso procedentes del establo**. Para la obtención de estos resultados, se han necesitado los siguientes datos:

- **Establo y CO₂eq en Gg:** Se han obtenido usando la misma metodología que para la realización de la Tabla 52 (Ver Anejo 3 apartado 3.2).
- **Kg de huevos:** A partir de la Ecuación 62 y de la Tabla 36 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

En la Tabla 60, se pueden observar **las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo**.

Para obtener los datos que se encuentran en la Tabla 60, se ha usado la misma metodología que en la Tabla 59, pero en este caso, se ha partido de las emisiones de N₂O procedentes del cultivo expresado en Gg en aves de puesta.

La Tabla 61, se ha calculado de la misma manera que la Tabla 47 y la Tabla 54, la única diferencia radica en la recogida de los datos de las emisiones de óxido nitroso que en este caso son los referentes a los de aves de puesta.

Tabla 57. Evolución y resultados de los valores referentes a las emisiones de metano procedentes de estiércol en aves de puesta

Año	Censo aves de puesta	CH₄ Total en Gg Aves	CH₄ Total en Gg Aves de puesta	CH₄ Total en Gg excluyendo reprod. pesadas
1990	44.804.411	1,17	0,42	0,40
1991	44.158.336	1,17	0,41	0,39
1992	44.331.340	1,17	0,42	0,40
1993	39.781.153	1,12	0,38	0,36
1994	44.245.821	1,35	0,42	0,40
1995	45.607.984	1,39	0,44	0,41
1996	41.155.231	1,35	0,39	0,37
1997	43.139.681	1,39	0,41	0,39
1998	41.546.737	1,38	0,40	0,38
1999	42.777.853	1,39	0,41	0,39
2000	46.442.786	1,45	0,45	0,43
2001	47.095.602	1,57	0,46	0,43
2002	46.918.762	1,52	0,46	0,44
2003	48.428.217	1,55	0,48	0,45
2004	52.432.670	1,57	0,52	0,50
2005	51.141.084	1,55	0,51	0,48
2006	51.089.874	1,53	0,51	0,48
2007	50.494.963	1,58	0,50	0,48
2008	49.994.952	1,57	0,50	0,47

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

Tabla 58. Evolución de las cantidades de metano procedentes de estiércol y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CH₄ Total en Gg	CO₂eq de CH₄ en Gg	Kg Huevos	10³ Kg CO₂/Kg huevo	Kg huevo/10³ Kg CO₂
1990	0,40	8,34	574.691.160	0,0000145	68.910
1991	0,39	8,25	549.901.380	0,0000150	66.615
1992	0,40	8,37	521.454.552	0,0000161	62.296
1993	0,36	7,52	462.715.308	0,0000163	61.501
1994	0,40	8,36	522.049.932	0,0000160	62.436
1995	0,41	8,71	538.128.120	0,0000162	61.809
1996	0,37	7,80	483.372.660	0,0000161	61.995
1997	0,39	8,23	509.437.020	0,0000162	61.878
1998	0,38	7,93	490.373.100	0,0000162	61.864
1999	0,39	8,21	508.544.580	0,0000161	61.976
2000	0,43	8,99	587.167.620	0,0000153	65.334
2001	0,43	9,11	596.399.400	0,0000153	65.473
2002	0,44	9,14	597.616.800	0,0000153	65.357
2003	0,45	9,51	619.608.000	0,0000153	65.178
2004	0,50	10,40	676.147.800	0,0000154	65.041
2005	0,48	10,16	657.116.400	0,0000155	64.649
2006	0,48	10,18	656.107.200	0,0000155	64.476
2007	0,48	10,01	654.764.400	0,0000153	65.405
2008	0,47	9,90	644.796.000	0,0000153	65.151

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 335 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol

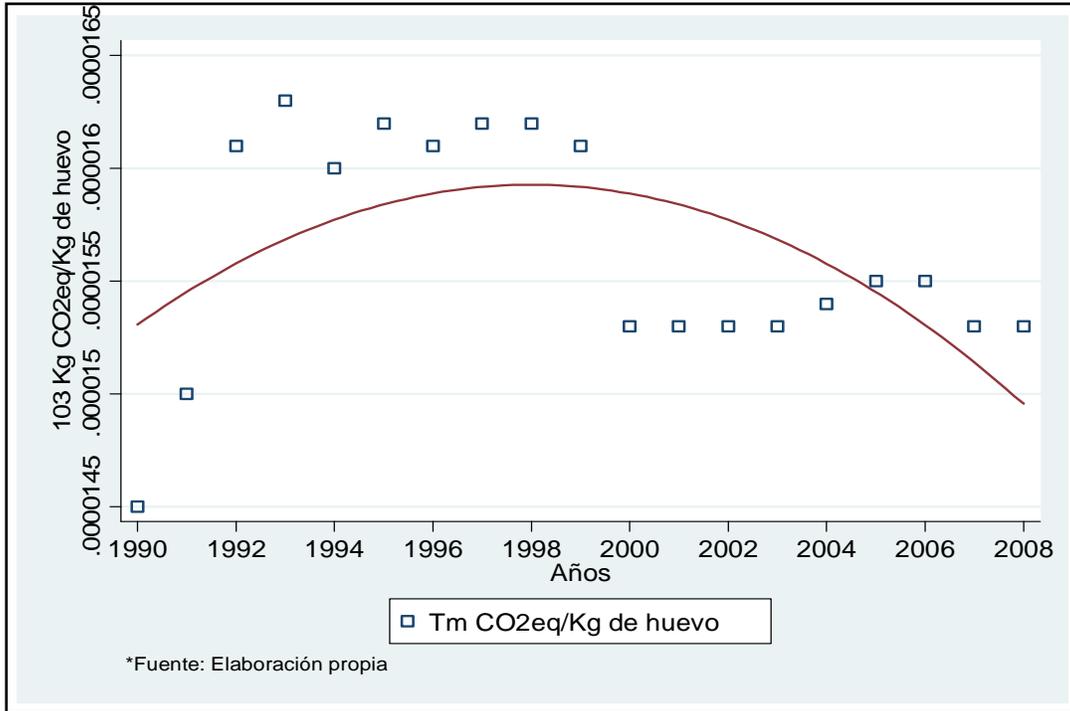


Gráfico 336 Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano procedentes de estiércol

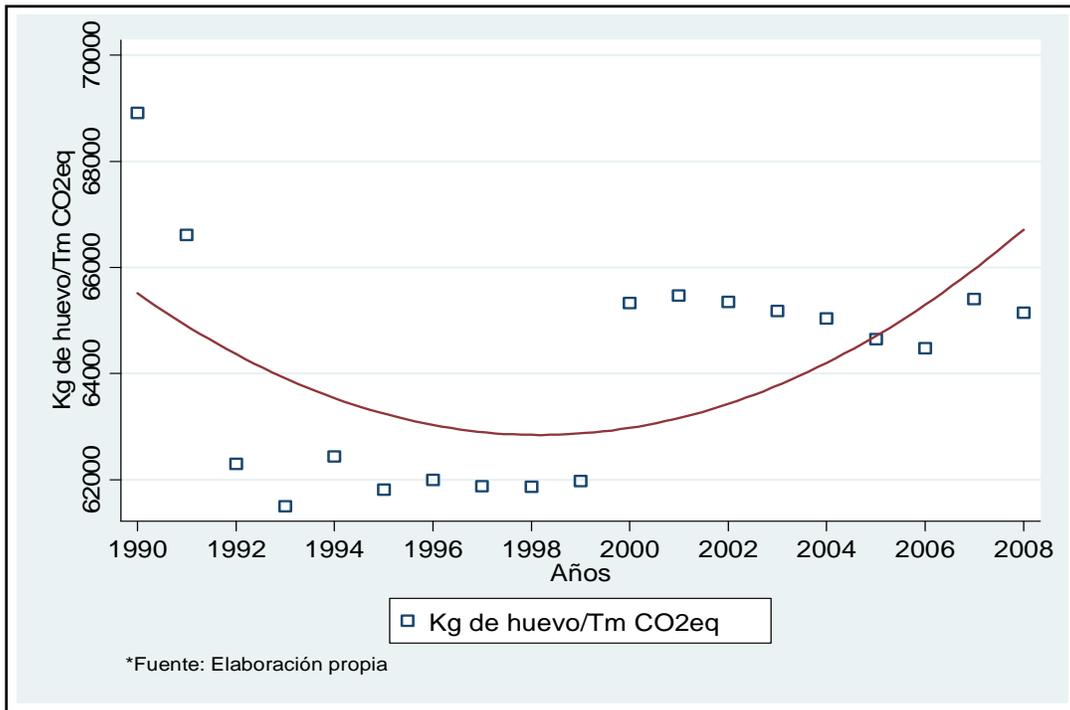


Tabla 59. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del establo y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	Establo en Gg	CO₂eq en Gg	Kg huevos	10³ Kg CO₂/Kg huevos	Kg huevos/10³ Kg CO₂
1990	0,69	212,60	574.691.160	0,000370	2.703
1991	0,67	209,18	549.901.380	0,000380	2.629
1992	0,68	209,67	521.454.552	0,000402	2.487
1993	0,60	187,50	462.715.308	0,000405	2.468
1994	0,67	208,33	522.049.932	0,000399	2.506
1995	0,69	214,31	538.128.120	0,000398	2.511
1996	0,62	192,71	483.372.660	0,000399	2.508
1997	0,65	201,50	509.437.020	0,000396	2.528
1998	0,62	193,42	490.373.100	0,000394	2.535
1999	0,64	198,59	508.544.580	0,000391	2.561
2000	0,69	214,96	587.167.620	0,000366	2.732
2001	0,70	216,93	596.399.400	0,000364	2.749
2002	0,69	215,13	597.616.800	0,000360	2.778
2003	0,71	221,11	619.608.000	0,000357	2.802
2004	0,77	238,43	676.147.800	0,000353	2.836
2005	0,75	231,61	657.116.400	0,000352	2.837
2006	0,75	231,43	656.107.200	0,000353	2.835
2007	0,74	228,72	654.764.400	0,000349	2.863
2008	0,73	226,58	644.796.000	0,000351	2.846

Fuente: A partir de comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia (Ver Anejo 3 apartado 3.2).

Tabla 60. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg procedentes del cultivo y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	Cultivo en Gg	CO₂eq en Gg	Kg huevos	10³ Kg CO₂/Kg huevos	Kg huevos/10³ Kg CO₂
1990	0,29	89,11	574.691.160	0,000155	6.450
1991	0,28	87,67	549.901.380	0,000159	6.272
1992	0,28	87,88	521.454.552	0,000169	5.934
1993	0,25	78,59	462.715.308	0,000170	5.888
1994	0,28	87,32	522.049.932	0,000167	5.979
1995	0,29	89,82	538.128.120	0,000167	5.991
1996	0,26	80,77	483.372.660	0,000167	5.985
1997	0,27	84,45	509.437.020	0,000166	6.032
1998	0,26	81,07	490.373.100	0,000165	6.049
1999	0,27	83,23	508.544.580	0,000164	6.110
2000	0,29	90,09	587.167.620	0,000153	6.517
2001	0,29	90,92	596.399.400	0,000152	6.559
2002	0,29	90,17	597.616.800	0,000151	6.628
2003	0,30	92,67	619.608.000	0,000150	6.686
2004	0,32	99,93	676.147.800	0,000148	6.766
2005	0,31	97,07	657.116.400	0,000148	6.769
2006	0,31	97,00	656.107.200	0,000148	6.764
2007	0,31	95,86	654.764.400	0,000146	6.830
2008	0,31	94,96	644.796.000	0,000147	6.790

Fuente: A partir de comunicación personal (Rincón J.J.) y elaboración propia (Ver Anejo 3 apartado 3.2).

Tabla 61. Datos referentes a cantidades de óxido nitroso procedente del establo y cultivo, emisiones directas, emisiones indirectas totales y resultados de las emisiones indirectas en avicultura desde 1990 al 2008

Año	Emisiones directas aves de puesta (establo y cultivo) en Gg	Emisiones Directas Totales (Gg)	Emisiones Indirectas Totales (Gg)	Emisiones Indirectas aves de puesta (Gg)
1990	0,97	31,38	22,76	0,706
1991	0,96	31,02	22,39	0,691
1992	0,96	29,09	21,43	0,707
1993	0,86	26,23	19,29	0,631
1994	0,95	29,45	21,75	0,704
1995	0,98	27,48	20,68	0,738
1996	0,88	32,92	24,28	0,651
1997	0,92	30,83	22,92	0,686
1998	0,89	33,48	24,37	0,645
1999	0,91	34,53	25,56	0,673
2000	0,98	36,79	26,68	0,714
2001	0,99	33,85	25,16	0,738
2002	0,98	31,90	23,78	0,734
2003	1,01	35,08	26,06	0,752
2004	1,09	32,98	24,35	0,806
2005	1,06	29,19	22,27	0,809
2006	1,06	30,43	22,95	0,799
2007	1,05	31,70	23,42	0,773
2008	1,04	27,39	20,26	0,767

Fuente: MARM (2010) y elaboración propia.

En la Tabla 62, se observan los resultados de los indicadores de sostenibilidad que se refieren al **óxido nítrico total** (incluye las emisiones directas y las indirectas) que se han recogido de la Tabla 61 mediante la Ecuación 66.

Para la obtención de los datos de la Tabla 62, se han necesitado los siguientes datos:

- **CO₂eq indirecto:** A partir del valor de las emisiones indirectas en aves de puesta (en Gg) de la Tabla 61 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq directo (establo + cultivo):** A partir de las emisiones directas (establo + cultivo) que se encuentran en la Tabla 61 y multiplicado por 310 (PRG).
- **CO₂eq Total (directo + indirecto):** Suma de los dos valores anteriores (También se podría obtener mediante la Ecuación 59 y la Tabla 61).
- **Kg huevos:** A partir de la Ecuación 62 y de la Tabla 36 del informe sobre el consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.

En la Tabla 63, se muestran los siguientes indicadores de sostenibilidad expresados en:

- **10³ Kg CO₂/€ de producto (1/H2)**
- **€ de producto/10³ Kg CO₂ (H2)**

Para su obtención, se han necesitado los siguientes datos:

- **€/Docena:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (MARM) (vv.aa) y los precios obtenidos por el Grupo INPROVO mediante comunicación personal.
- **Docenas:** A partir del Anuario de Estadística Agraria (expresado en docenas).
- **Kg huevos:** A partir de la Ecuación 62 y de la Tabla 36 del informe sobre consumo de agua en ganadería intensiva desde 1990 al 2008.
- **€ producto:** A partir de la Ecuación 65.
- **10³ Kg CO₂:** Valor CO₂ q de CH₄ Total (en Gg) + Valor CO₂eq de N₂O Total (en Gg) extraídos de la Tabla 58 y de la Tabla 62 respectivamente.

Tabla 62. Evolución de las cantidades de óxido nitroso expresadas en Gg de CO₂ equivalentes procedentes del establo, cultivo, emisiones indirectas y resultados de los indicadores de sostenibilidad

Año	CO₂eq (indirecto) en Gg	CO₂eq (directo) en Gg	CO₂eq Total en (directo e indirecto) en Gg	Kg huevos	10³ Kg CO₂/Kg huevos	Kg huevos/10³Kg CO₂
1990	218,87	301,71	521	574.691.160	0,000906	1.104
1991	214,31	296,86	511	549.901.380	0,000930	1.076
1992	219,18	297,54	517	521.454.552	0,000991	1.009
1993	195,72	266,09	462	462.715.308	0,000998	1.002
1994	218,34	295,64	514	522.049.932	0,000985	1.016
1995	228,88	304,13	533	538.128.120	0,000990	1.010
1996	201,70	273,48	475	483.372.660	0,000983	1.017
1997	212,60	285,95	499	509.437.020	0,000979	1.022
1998	199,83	274,49	474	490.373.100	0,000967	1.034
1999	208,62	281,82	490	508.544.580	0,000964	1.037
2000	221,19	305,05	526	587.167.620	0,000896	1.116
2001	228,80	307,86	537	596.399.400	0,000900	1.111
2002	227,60	305,30	533	597.616.800	0,000892	1.121
2003	233,13	313,78	547	619.608.000	0,000883	1.133
2004	249,85	338,35	588	676.147.800	0,000870	1.150
2005	250,76	328,68	579	657.116.400	0,000882	1.134
2006	247,61	328,42	576	656.107.200	0,000878	1.139
2007	239,77	324,58	564	654.764.400	0,000862	1.160
2008	237,78	321,54	559	644.796.000	0,000867	1.153

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. Valores referentes a los indicadores de sostenibilidad: € de producto/10³ Kg CO₂ y su inverso en aves de puesta desde 1990 al 2008

Año	€/docena	Docenas	€ producto	10³ Kg CO₂	10³ Kg CO₂/€ producto	€ producto/10³ CO₂
2001	0,58	993.999.000	576.519.420	545.765	0,00095	1.056
2002	0,57	996.028.000	567.735.960	542.042	0,00095	1.047
2003	0,71	1.032.680.000	733.202.800	556.414	0,00076	1.318
2004	0,50	1.126.913.000	563.456.500	598.601	0,00106	941
2005	0,49	1.095.194.000	536.645.060	589.602	0,00110	910
2006	0,58	1.093.512.000	634.236.960	586.211	0,00092	1.082
2007	0,73	1.091.274.000	796.630.020	574.356	0,00072	1.387

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 63, se han recogido datos de 2001 hasta el 2007. No se han estimado los años que van desde 1990 al 2000, ya que no hay constancia de precios de origen reales de la docena de huevos alrededor de estos años. Así pues, el estudio de los dos indicadores que se muestran en la Tabla 63, se han realizado a partir del 2001. Los datos del 2008 se encuentran en el Anuario de Estadística Agraria (MARM) pero de manera provisional y por tanto, tampoco se han tenido en cuenta en este estudio.

Gráfico 337. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

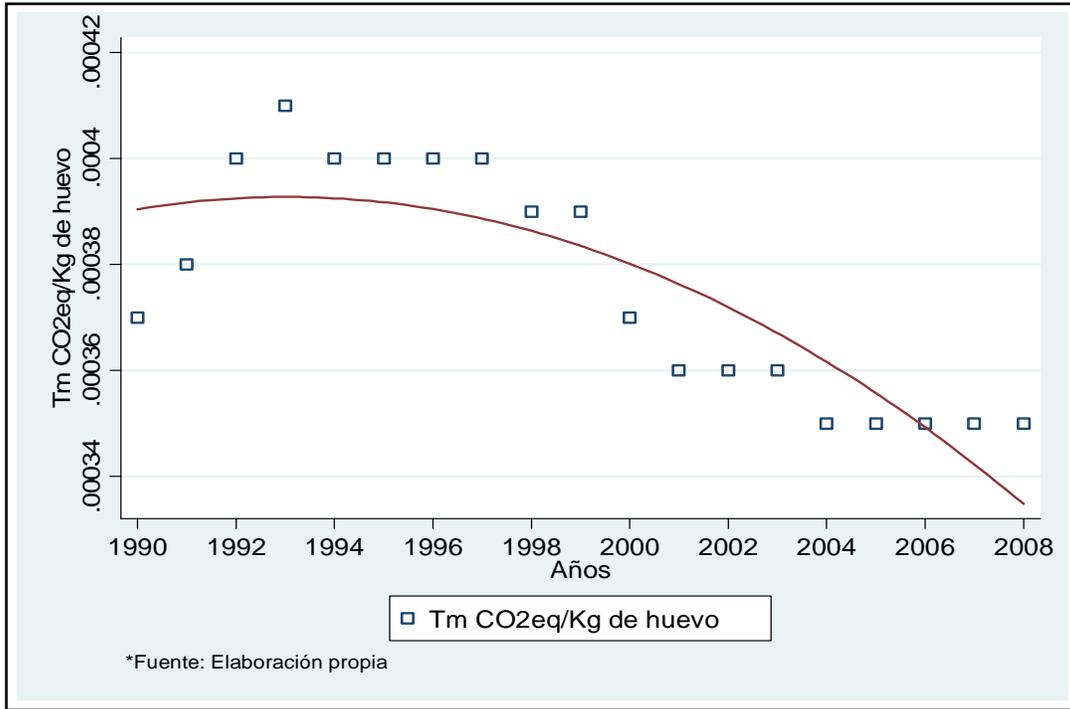


Gráfico 338. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del establo

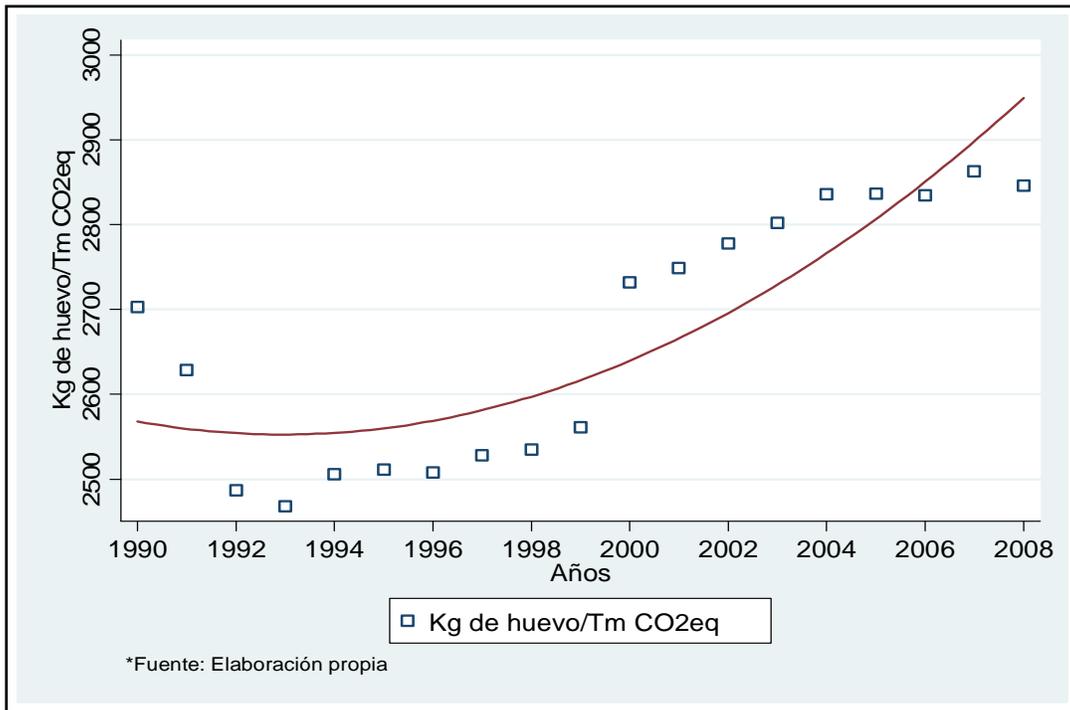


Gráfico 339. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

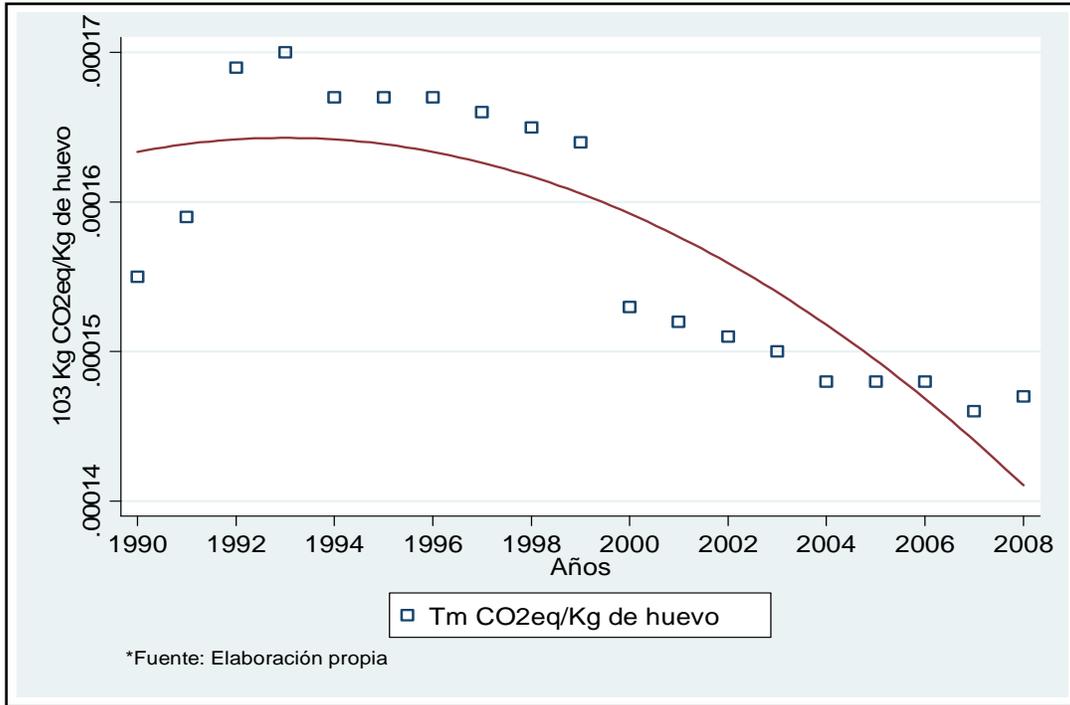


Gráfico 340. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nitroso procedentes del cultivo

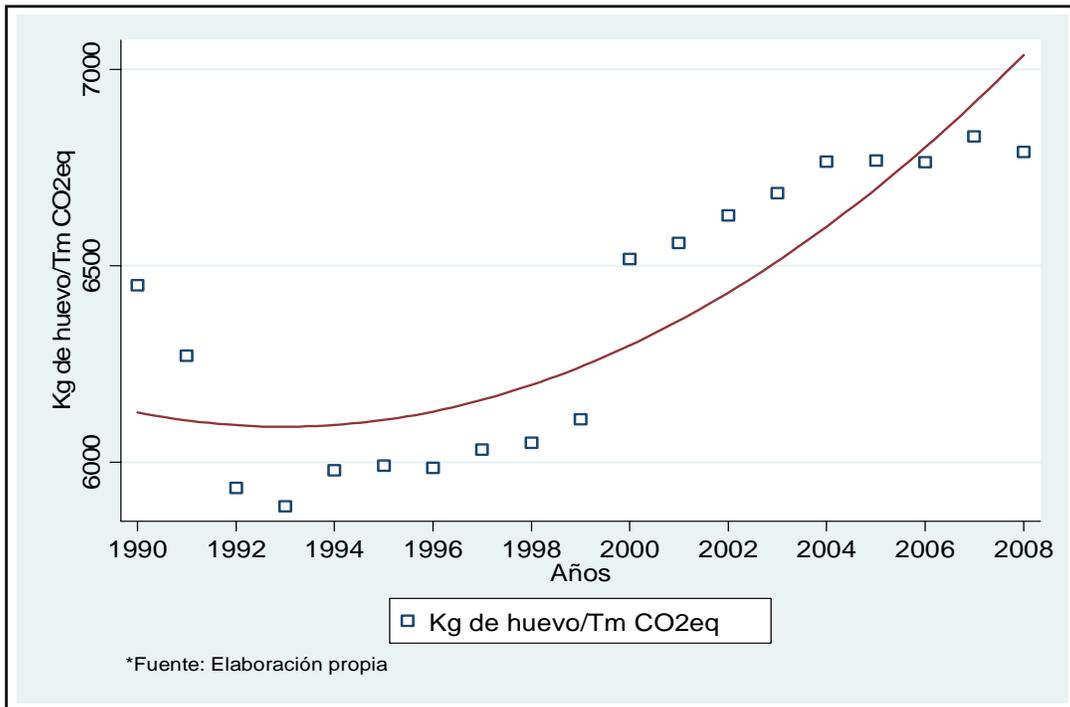


Gráfico 341. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

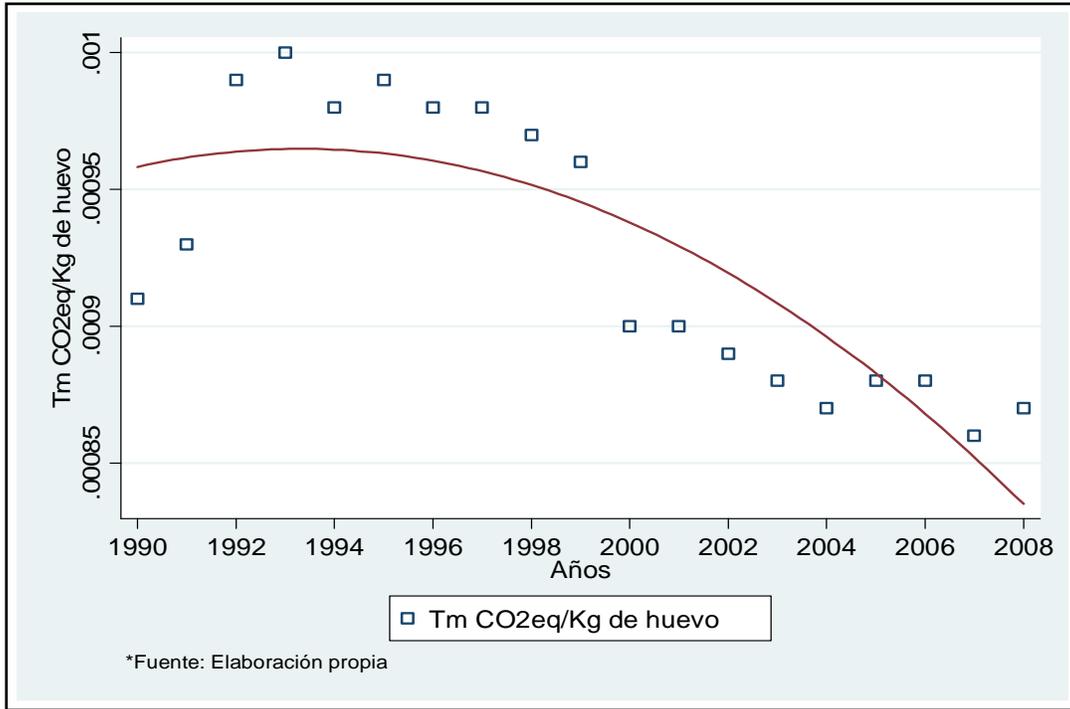


Gráfico 342. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de óxido nítrico procedentes del establo, cultivo y emisiones indirectas

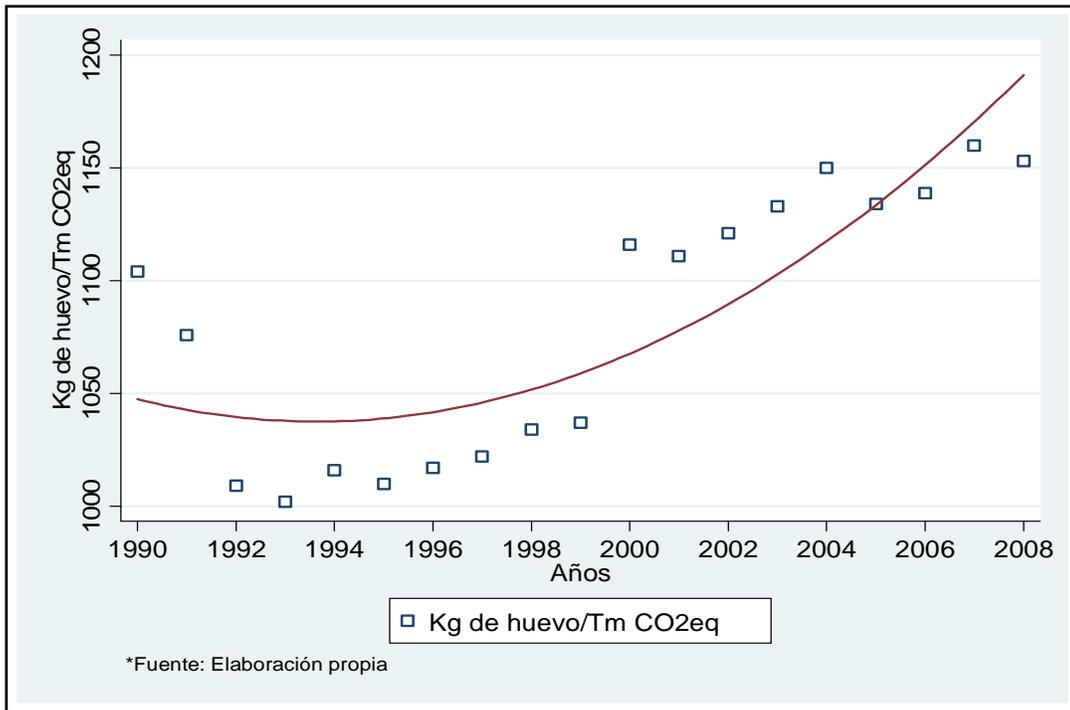


Gráfico 343. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas) en relación a € producto

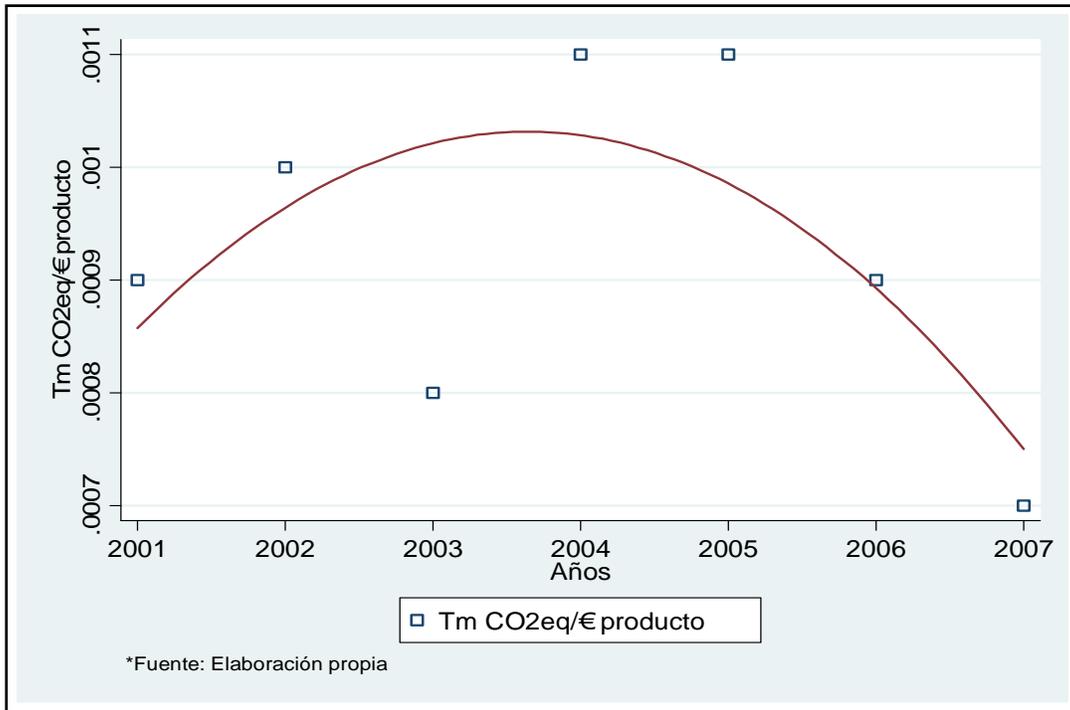
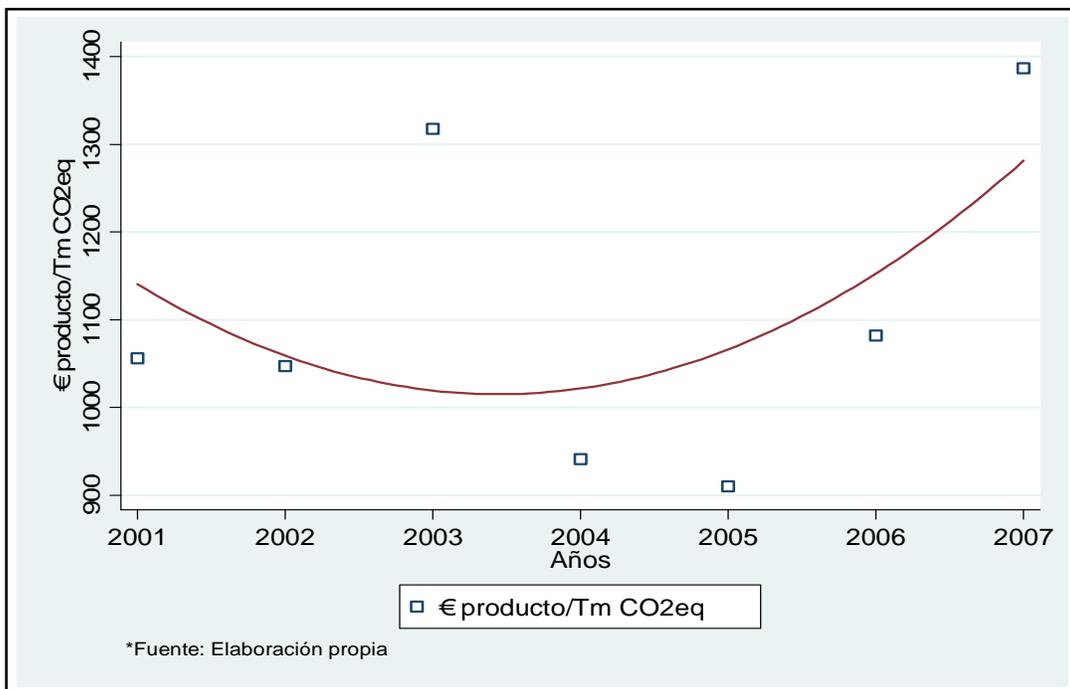


Gráfico 344. Evolución del indicador de sostenibilidad correspondiente a € producto en relación a las emisiones de metano (estiércol) y óxido nitroso (establo, cultivo y emisiones indirectas)



En los indicadores del Gráfico 341 y del Gráfico 342, se observa que la evolución de los datos obtenidos en el estudio varía claramente a partir del año 2000. Esto es debido a un cambio de metodología en la obtención de los datos referidos a la producción de huevos y que provienen del Anuario de Estadística Agraria (MARM).

El indicador del Gráfico 341, tiene una tendencia general negativa con tasa decreciente. Así pues, este ha disminuido respecto al año base (1990) en una proporción de un 4,23%.

En el indicador del Gráfico 343, se observa un cambio de tendencia negativa con tasa decreciente a partir del 2004, (esto es debido a una fluctuación importante de los precios de origen en la producción de huevos), en un 27,24 %.

4.3.2.5 CONCLUSIONES

Las emisiones de gases efecto invernadero procedentes de metano y óxido nitroso han disminuido con los años en ganadería intensiva (en el sector porcino y avícola) desde 1990 al 2008.

Esto es debido en gran parte por:

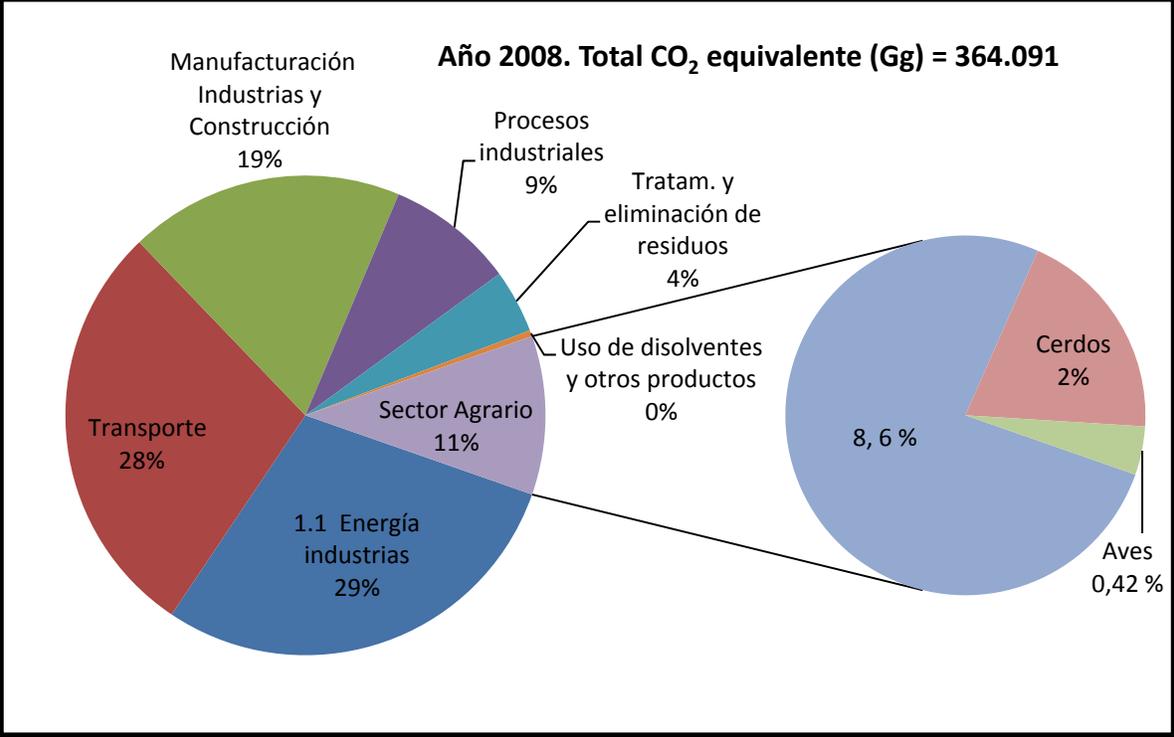
- **Mejora de la genética animal.**
- **Mejora del sistema de manejo.**
- **Mejora en la nutrición animal.**

Según un estudio realizado por la universidad de Cranfield, el sistema de producción intensivo en aves de carne y puesta (en batería) tiene un menor impacto sobre el calentamiento global respecto otros tipos de manejo en avicultura (Van der Sluis, Wiebe. 2007).

La nutrición animal ha evolucionado positivamente, ofreciendo a las especies ganaderas una alimentación equilibrada, eficiente y específica según la fase productiva que se encuentre el animal y dependiendo de sus necesidades. Así como la adición de enzimas en aves y porcino, que facilitan la digestibilidad y consecuentemente, producen menos emisiones de dióxido de carbono. Un ejemplo de ello son las fitasas, enzimas que mejoran la utilización de los nutrientes tales como proteína, aminoácidos, carbohidratos, grasa, fósforo (menos eliminación de fósforo preservando al medio ambiente) y minerales traza, produciendo menos residuos por animal.

La contribución media de las diferentes fuentes al efecto invernadero se muestra en la Figura 17. El sector agrario en su conjunto supone en España alrededor de un 8,6 % del total. Las emisiones procedentes del sector porcino, en el año 2008 representan un 2 % y en aves tan sólo un 0,42 % tal y como se puede observar en la siguiente Figura 17:

Figura 17. Contribución proporcional de de las principales fuentes de efecto invernadero en España.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.6 BIBLIOGRAFÍA

Chatellier, V., Verité, R. 2003. INRA *Productions Animales*, 16, 231-249.

De Blas, C., Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Torres, A.G. 2008. XXIV *Curso de Especialización FEDNA*. pp. 122-127.

Grupo INPROVO. 2010. Comunicación personal.

Hacala. 2006. *Les ruminants et le réchauffement climatique*. Institut de l'Élevage Adame. Octubre. 141 pp.

MARM. 2010. Comunicación personal (Rincón J.J.).

MARM. 2010. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España e información adicional. Años 1990 – 2008*. Comunicación a la secretaría del convenio marco sobre cambio climático y protocolo de Kioto. MARM. Secretaria de Estado de Cambio Climático. D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental. D.G. Oficina Española de Cambio Climático.

IPCC. 2006. En 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use. Hayama (Kanagawa), Japan, pp. 87.

Johnson, K.A., Johnson, D.E. 1995. *J. Anim. Sci.* 73, 2483 – 2492.

Khalil, N.A.K., Rasmussen, R.A., Moraes, F. 1993. *J. Geophys. Res.* 98, 14753.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*. Varios números. (disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. *Boletín Mensual de Estadística*. Varios números. (disponible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/publicaciones/BME/introduccion.htm>)

Ministerio de Medio Ambiente. 2007a. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España. Años 1990-2005*. Comunicación a la Comisión Europea. Decisiones 28/2004/CE y 2005/166/CE. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain. pp. 330.

Ministerio de Medio Ambiente. 2007b. *Inventario de gases de efecto invernadero de España. Edición 2007 (Serie 1990-2005)*. Sumario de resultados. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain. pp. 30.

Rhode, H. 1990. *Science* 249, 1217.

Soussana, J.F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., Arrouays, D. 2004. *Soil Use and Management* 20, 219 – 230.

Tragsega. *Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España: Volumen 4. Porcino Intensivo*. Grupo TRAGSA. (disponible en: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/618.php).

Tragsega. *Bases zootécnica para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones en la ganadería. Volumen 6. Aves de puesta*. Grupo TRAGSA. (disponible en: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/618.php).

Tragsega. *Bases zootécnica para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones en la ganadería. Volumen 7. Aves de carne*. Grupo TRAGSA. (disponible en: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/618.php).

Van der Sluis, Wiebe. 2007. *Intensive Poultry Production*. World Poultry. Vol. 23 No 12. (Disponible en: [www. WordIPoultry.net](http://www.WordIPoultry.net))

Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2º Ed. Comstock, Cornell University Press. 476 pp.

Vermorel, M. 1995. INRA. *Productions Animales* 8 (4), 265 – 272.

MIEMBROS DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

	Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos		Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes
	Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas		Asociación de Fabricantes de Agua y Riegos Españoles
	Asociación para la Investigación de la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA)		Asociación Nacional de Comerciantes Ganado Porcino
	Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes		Asociación Nacional de Obtenedores Vegetales
	Asociación Nacional de Productores de Ganado Porcino		Asociación Nacional de Maquinaria Agropecuaria, Forestal y de Espacios Verdes
	Asociación Nacional de Transportistas de Ganado		Asociación Española de Productores de Huevos
	Asociación Española de las Empresas de la Carne		Asociación Española de Productores de Vacuno de Carne
	Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para Animales		Confederación Nacional de Cunicultores
	Cooperativas Agro- Alimentarias		Asociación Nacional de Mayoristas de Sanidad Animal
	Organización Interprofesional de la Avicultura de Carne de Pollo del Reino de España		Asociación Empresarial Española de la Industria de Sanidad y Nutrición Animal



PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE



PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Spanish English

ACCESO USUARIOS



Buscar texto

OK

¿QUIÉNES SOMOS? SOSTENIBILIDAD NOTICIAS NUESTRO SECTOR CONSUMIDOR AGENDA GRUPOS DE TRABAJO ENLACES



Zona de
Prensa

VER TODOS



JORNADA PLATAFORMA

Jornada 'Sostenibilidad agraria y
tecnología: los retos del Siglo XXI'

Sevilla, 21 de diciembre, a las 10:00 horas,
en el Salón de Actos de la Consejería de
Agricultura y Pesca

En colaboración con la Consejería de
Agricultura y Pesca de la Junta de
Andalucía



PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

te invita a la jornada "SOSTENIBILIDAD AGRARIA Y
TECNOLOGÍA: LOS RETOS DEL SIGLO XXI", cuya
inauguración correrá a cargo de **M^a Isabel Salinas**,
Secretaria General del Mercado Rural y la
Producción Ecológica y que será clausurada por
Judit Andú, Directora General de Producción
Agrícola y Ganadera.

Fecha: 21 de diciembre de 2010 - 10:00 horas
Lugar: Salón de actos de la Consejería de
Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía
Dirección: C/ Tapalucía 5/A
41013 Sevilla



Síguenos en
www.agriculturasostenible.org

LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE
AGRICULTURA SOSTENIBLE ESTÁ
CONSTITUIDA POR:

AEFA, AEAC.SV, AEPLA, AFRE, AIMCRA,
ANCOPOR, ANFFE, ANOVE, ANPROGAPOR,
ANSEMAT, ANTA, ASEPRHU, ASOCARNE,
ASOPROVAC, CESFAC, CONACUN,
COOPERATIVAS AGRO-ALIMENTARIAS, EMASA,
PROPOLLO, VETERINDUSTRIA

© 2011 PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE
C/ Juan de Mena, 19 (3º D) – 28014 - Madrid
Tf.: 91 360 53 39
www.agriculturasostenible.org
E-mail: administracion@agriculturasostenible.org



PLATAFORMA TECNOLÓGICA
DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Proyecto Financiado por:

