



1.3.3.4.1. <i>El calcio en el suelo</i> .....	93
1.3.3.4.2. <i>El magnesio en el suelo</i> .....	94
1.3.3.4.3. <i>El azufre en el suelo</i> .....	95
1.3.3.4.4. <i>Fuentes de calcio, magnesio y azufre en la agricultura sostenible</i>	97
1.3.3.5. <i>Microelementos</i> .....	97
1.3.3.5.1. <i>Formas de los microelementos en el suelo</i> .....	98
1.3.3.5.2. <i>Principales factores que afectan a la asimilación de los microelementos</i> .....	99
1.3.3.5.3. <i>Movimiento de los microelementos hacia las raíces y absorción</i> ...	101
1.3.3.5.4. <i>Correctores de carencias de microelementos en la agricultura sostenible</i> .....	102
<b>1.3.4. Las extracciones de nutrientes por los cultivos</b> .....	102
<b>1.3.5. Balances de nutrientes en los agrosistemas</b> .....	106
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	109
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	115
<b>3.1. Comparación de la producción ecológica versus la producción integrada</b> .....	117
3.1.1. <i>Localización de los experimentos</i> .....	117
3.1.2. <i>Características del suelo y del agua de riego</i> .....	118
3.1.3. <i>Cultivos de las rotaciones y calendarios de siembras o transplantes y recolección</i> .....	120
3.1.4. <i>Características del abono orgánico (estiércol)</i> .....	126
3.1.5. <i>Características de la fertirrigación</i> .....	126
3.1.6. <i>Protección fitosanitaria</i> .....	129
<b>3.2. Comparación entre las modalidades de manejo de los restos de cultivo</b> .....	129
<b>3.3. Determinaciones en el material vegetal</b> .....	130
3.3.1. <i>Peso medio de los productos cosechados</i> .....	130
3.3.2. <i>Preparación de las muestras vegetales</i> .....	131
3.3.3. <i>Determinación de la materia seca</i> .....	131
3.3.4. <i>Características químicas del material vegetal</i> .....	131
3.3.4.1. <i>Determinación del nitrógeno orgánico</i> .....	132
3.3.4.2. <i>Determinación de macronutrientes (fósforo, potasio, calcio y magnesio) y sodio</i> .....	132
<b>3.4. Determinaciones en las muestras de suelo</b> .....	133
3.4.1. <i>Toma y preparación de las muestras de suelo</i> .....	133
3.4.2. <i>Caracterización físico-química del suelo</i> .....	134
3.4.2.1. <i>Determinación del pH</i> .....	134
3.4.2.2. <i>Conductividad eléctrica (C.E.) del extracto de saturación</i> .....	135
3.4.3. <i>Caracterización química del suelo</i> .....	135
3.4.3.1. <i>Determinación del carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno total Kjeldahl y la relación C/N</i> .....	135
3.4.3.2. <i>Determinación del nitrógeno nítrico (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i> .....	137
3.4.3.3. <i>Determinación del fósforo asimilable</i> .....	137
3.4.3.4. <i>Determinación del potasio y del magnesio asimilable en el suelo</i> .....	138
3.4.3.5. <i>Determinación de los cationes Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> (calcio, magnesio, potasio y sodio) en el extracto de saturación</i> .....	138

3.4.3.6. Determinación de los carbonatos y bicarbonatos ( $\text{CO}_3^-$ y $\text{HCO}_3^-$ ) en el extracto de saturación.....	138
3.4.3.7. Determinación de cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) y sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) en el extracto de saturación.....	139
3.4.3.8. Determinación de los micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn) asimilables...	139
<b>3.5. Análisis químico del agua de riego.....</b>	<b>139</b>
<b>3.6. Características biológicas del suelo.....</b>	<b>140</b>
3.6.1. <i>Biomasa microbiana</i> .....	140
3.6.2. <i>Actividad fosfatasa alcalina</i> .....	141
3.6.3. <i>Actividad deshidrogenasa</i> .....	142
<b>3.7. Cálculo de las extracciones de (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO) por los cultivos.....</b>	<b>142</b>
<b>3.8. Cálculo de las aportaciones de (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO) mediante la aplicación del Abono orgánico.....</b>	<b>143</b>
<b>3.9. Cálculo de las aportaciones de N, K<sub>2</sub>O y MgO mediante el agua de riego.....</b>	<b>144</b>
<b>3.10. Determinación de los balances de nutrientes.....</b>	<b>145</b>
<b>3.11. Análisis estadístico.....</b>	<b>145</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>147</b>
<b>4.1 Producción ecológica versus producción integrada.....</b>	<b>149</b>
4.1.1. <i>Rendimiento comercial</i> .....	149
4.1.2. <i>Destrío</i> .....	155
4.1.3. <i>Peso medio de los productos cosechados</i> .....	157
4.1.4. <i>Contenido de materia seca en los productos cosechados</i> .....	160
4.1.5. <i>Contenido de macronutrientes en los productos cosechados</i> .....	163
4.1.5.1. Nitrógeno.....	163
4.1.5.2. Fósforo.....	166
4.1.5.3. Potasio.....	169
4.1.5.4. Magnesio.....	172
4.1.6. <i>Contenidos armonizados de materia seca en los productos cosechados en el periodo 1998-2006</i> .....	175
4.1.7. <i>Contenidos amonizados de macronutrientes en los productos cosechados En el periodo 1998-2002</i> .....	176
4.1.7.1. <i>Sandía</i> .....	177
4.1.7.2. <i>Coliflor</i> .....	178
4.1.7.3. <i>Patata</i> .....	179
4.1.7.4. <i>Hinojo</i> .....	180
4.1.7.5. <i>Maíz dulce</i> .....	181
4.1.7.6. <i>Alcachofa</i> .....	182
4.1.7.7. <i>Lechuga</i> .....	183
4.1.7.8. <i>Apio</i> .....	184
4.1.7.9. <i>Judía</i> .....	184
4.1.8. <i>Extracción de nutrientes originada por los productos cosechados</i> .....	185
4.1.9. <i>Balances simplificados de los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio)</i> .....	189
4.1.9.1. Nitrógeno.....	194
4.1.9.2. Fósforo.....	195
4.1.9.3. Potasio.....	197
4.1.9.4. Magnesio.....	198

<b>4.1.10. Efectos del sistema de cultivo sobre las características físico-químicas del suelo</b> .....	199
4.1.10.1. pH.....	199
4.1.10.2. Conductividad eléctrica.....	201
<b>4.1.11. Efectos sobre las características químicas del suelo</b> .....	202
4.1.11.1. Materia orgánica.....	202
4.1.11.2. Nitrógeno orgánico.....	204
4.1.11.3. Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	205
4.1.11.4. Nitrógeno nítrico.....	206
4.1.11.5. Fósforo asimilable.....	207
4.1.11.6. Potasio asimilable.....	209
4.1.11.7. Magnesio disponible.....	210
4.1.11.8. Cationes (calcio, magnesio, potasio y sodio) en el extracto de saturación.....	211
4.1.11.9. Aniones (cloruro, sulfato y bicarbonato) en el extracto de saturación.....	212
4.1.11.10. Micronutrientes asimilables.....	213
<b>4.1.12. Características biológicas del suelo</b> .....	215
4.1.12.1. Biomasa microbiana.....	215
4.1.12.2. Actividad fosfatasa alcalina.....	216
4.1.12.3. Actividad deshidrogenasa.....	217
<b>4.2. Comparación de las modalidades de gestión de los restos de cultivo</b> .....	218
<b>4.2.1. Rendimiento</b> .....	218
<b>4.2.2. Destrío</b> .....	224
<b>4.2.3. Peso medio de los producciones cosechados</b> .....	226
<b>4.2.4. Efectos sobre las características físico-químicas del suelo</b> .....	228
4.2.4.1. pH del suelo.....	228
4.2.4.2. Conductividad eléctrica.....	229
<b>4.2.5. Efectos sobre las características químicas del suelo</b> .....	230
4.2.5.1. Materia orgánica.....	230
4.2.5.2. Nitrógeno orgánico.....	231
4.2.5.3. Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	232
4.2.5.4. Nitrógeno nítrico.....	233
4.2.5.5. Fósforo asimilable.....	234
4.2.5.6. Potasio asimilable.....	236
4.2.5.7. Magnesio asimilable.....	237
4.2.5.8. Cationes (calcio, magnesio, potasio y sodio) en el extracto de saturación.....	238
4.2.5.9. Aniones (cloruro, sulfato y bicarbonato) en el extracto de saturación.....	239
4.2.5.10. Micronutrientes (Fe, Cu, Mn y Zn) asimilables.....	239
<b>4.2.6. Efectos sobre las Características biológicas del suelo</b> .....	240
4.2.6.1. Biomasa microbiana.....	240
4.2.6.2. Actividad fosfatasa alcalina.....	242
4.2.6.3. Actividad deshidrogenasa.....	243
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	245
<b>6. REFERENCIAS</b> .....	251
<b>7. ANEJOS</b> .....	273

