

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO Y DE LAS ESPECIES A ESTUDIAR Y ASPECTOS METODOLÓGICOS	5
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	7
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	10
2.3.1. <i>Mullus surmuletus</i>	10
2.3.2. <i>Synaptura lusitanica</i>	12
2.3.3. <i>Scorpaena scrofa</i>	12
2.3.4. <i>Uranoscopus scaber</i>	13
2.3.5. <i>Torpedo torpedo</i>	14
2.3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	16
2.1.1. Trabajo de campo	16
2.1.2. TRABAJO DE LABORATORIO	18
2.4. BIBLIOGRAFÍA	21
3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	25
3.1. INTRODUCCIÓN	27
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
3.3. MÉTODOS	31
3.3.1. Distribución de la muestra en las áreas de pesca	31
3.3.2. Descripción de la muestra	31
3.3.3. Proporción de sexos y potencial reproductivo de las especies	32
3.3.4. Desarrollo reproductivo y madurez sexual	32
3.3.5. Reclutamiento	35
3.3.6. Relaciones Biométricas	36
3.3.6.1. Índice de Condición o Índice de Fulton (K)	36
3.3.6.2. Índice Hepatosomático (IHS)	37
3.3.6.3. Relación talla-peso	37
3.3.6.4. Edad y crecimiento	37
3.3.7. Análisis Estadístico de los resultados	39
3.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.4.1. Distribución de la muestra en las áreas de pesca	41
3.4.2. Descripción de la muestra a partir de la talla de los individuos	46
3.4.3. Proporción de sexos y potencial reproductivo de las especies	52
3.4.4. Desarrollo reproductivo y madurez sexual	56
3.4.4.1. <i>Mullus surmuletus</i>	57
3.4.4.2. <i>Synaptura lusitanica</i>	59
3.4.4.3. <i>Scorpaena scrofa</i>	60

3.4.4.4. <i>Torpedo torpedo</i>	62
3.4.4.5. <i>Uranoscopus scaber</i>	64
3.4.5. Reclutamiento	66
3.4.6. Relaciones biométricas de las especies estudiadas	68
3.4.6.1. Estudio de la variación de las reservas corporales mediante índices biométricos	68
3.4.6.2. Relación talla-peso	76
3.4.6.3. Edad y crecimiento	78
3.4.7. Impacto sobre la pesca	86
3.5. BIBLIOGRAFÍA	89
4. ESTUDIO DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS Y DE LA DINÁMICA TRÓFICA	97
4.1. INTRODUCCIÓN	99
4.1.1. Antecedentes de los métodos de estudio de la alimentación y dinámica trófica en peces	102
4.1.2. Antecedentes de los estudios sobre alimentación y dinámica trófica en las especies seleccionadas en este trabajo	105
4.1.3. Justificación del estudio	106
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	108
4.2.1. Dinámica alimentaria	108
4.2.2. Composición de la dieta	108
4.2.3. Relaciones tróficas	109
4.3. MÉTODOS	109
4.3.1. Extracción de los estómagos	109
4.3.2. Tratamiento de los contenidos estomacales	110
4.3.3. Análisis de la Dinámica alimentaria	111
4.3.3.1. Índice de vacuidad	111
4.3.3.2. Peso del contenido estomacal	112
4.3.3.3. Índice de llenado o de repleción (I_{LI} ó IR)	112
4.3.3.4. Peso promedio de las presas por estómago (W_p)	112
4.3.3.5. Número promedio de presas por estómago (N_m)	113
4.3.4. Estudio de la Composición trófica de la dieta	113
4.3.4.1. Métodos numéricos	113
4.3.4.2. Método gravimétrico (G%)	115
4.3.4.3. Métodos combinados	116
4.3.4.4. Evaluación de la estrategia alimentaria	120
4.3.5. estudio de las estructuras relacionadas con la alimentación	122
4.3.5.1. Índice intestinal (I_i)	122
4.3.5.2. Área bucal	123
4.3.6. estudio de las relaciones tróficas	123
4.3.6.1. Diversidad alimentaria y la amplitud del nicho trófico	124

4.3.6.2. Índice de solapamiento o similitud trófica (α)	126
4.3.6.3. Determinación de niveles tróficos	126
4.3.7. Análisis Estadístico de los resultados	128
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	130
4.4.1. Dinámica alimentaria	130
4.4.1.1. Índice de vacuidad	130
4.4.1.2. Peso del contenido estomacal (W_{ce}) y cálculo del índice de llenado o repleción (IR)	136
4.4.1.3. Peso promedio de las presas por estómago (W_p)	145
4.4.1.4. Número promedio de presas por estómago (N_m)	151
4.4.2. Composición trófica de la dieta	154
4.4.2.1. <i>Mullus surmuletus</i>	155
4.4.2.2. <i>Synaptura lusitanica</i>	171
4.4.2.3. <i>Scorpaena scrofa</i>	179
4.4.2.4. <i>Torpedo torpedo</i>	188
4.4.2.5. <i>Uranoscopus scaber</i>	195
4.4.2.6. Evaluación de la estrategia alimentaria	204
4.4.3. Resumen de los hábitos alimenticios en las especies estudiadas	208
4.4.3.1. <i>Mullus surmuletus</i>	208
4.4.3.2. <i>Synaptura lusitanica</i>	210
4.4.3.3. <i>Scorpaena scrofa</i>	210
4.4.3.4. <i>Torpedo torpedo</i>	211
4.4.3.5. <i>Uranoscopus scaber</i>	212
4.4.4. Estudio de las estructuras relacionadas con la alimentación	212
4.4.4.1. Índice intestinal (I_i)	212
4.4.4.2. Área bucal	218
4.4.5. Estudio de las relaciones tróficas	223
4.4.5.1. Diversidad alimentaria y amplitud del nicho trófico (índices de diversidad de Shannon (H') y Levin (β_j))	223
4.4.5.2. Índice de solapamiento o similitud trófica (α)	228
4.4.5.3. Determinación de Niveles Tróficos	244
4.5. BIBLIOGRAFÍA	249
5. ESTUDIO DEL CONTENIDO DE METALES	259
5.1. INTRODUCCIÓN	261
5.1.1. Generalidades sobre los metales pesados en el ambiente marino	261
5.1.1.1. Metales pesados y elementos traza	261
5.1.1.2. Fuentes y vías de entrada de los metales pesados en el medio marino	262
5.1.1.3. Comportamiento y lugares de acumulación de los metales en el ambiente	264

5.1.1.4. Generalidades sobre el comportamiento y la ecotoxicidad de cadmio, cinc, plomo, cobre en el medio marino	266
5.1.1.5. Acumulación de metales pesados en organismos marinos	269
5.1.2. Antecedentes de los estudios de acumulación de metales en animales marinos en el medio natural	272
5.1.3. Importancia del medio marino litoral, especialmente en el entorno vecino de las desembocaduras de ríos: desembocadura del Júcar (bahía de Cullera)	275
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	277
5.3. MÉTODOS	279
5.3.1. Procesado de peces y sedimentos previo a la determinación de metales	279
5.3.2. Determinación de las concentraciones de metales	280
5.3.3. Modelación de la bioacumulación	286
5.3.4. Análisis estadístico de los resultados	287
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	288
5.4.1. Contenido de metales en sedimento	288
5.4.2. Contenido de Metales en peces	296
5.4.2.1. <i>Mullus surmuletus</i>	296
5.4.2.2. <i>Synaptura lusitanica</i>	301
5.4.2.3. <i>Scorpaena scrofa</i>	306
5.4.2.4. <i>Torpedo torpedo</i>	311
5.4.2.5. <i>Uranoscopus scaber</i>	315
5.4.2.6. Comparaciones entre especies	320
5.4.2.7. Discusión acerca de los patrones de acumulación de metales en peces	323
5.4.3. Modelación de la Bioacumulación	334
5.4.3.1. Análisis espacial de la distribución de metales en el sedimento de la bahía de Cullera.	334
5.4.3.2. Análisis de la acumulación de metales en los contenidos alimenticios	336
5.4.3.3. Determinación de FBA _s y FBA _A .	339
5.4.4. Importancia ecológica y consideraciones de tipo legal	347
5.5. BIBLIOGRAFÍA	350
6. CONCLUSIONES	381
ANEXOS	391
ANEXO I. Datos biométricos de los peces	
ANEXO II. Contenido de metales en sedimento	
ANEXO III. Contenido de metales en peces	
ANEXOS IV. Concentraciones de metales obtenidas por diversos autores en diversas localidades y en diversas especies de peces (µg/g P.S.)	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Fechas de muestreo y número de peces obtenidos por especie	17
Tabla 3.1. Escala de madurez para <i>M. surmuletus</i> , <i>S. lusitanica</i> , <i>S. scrofa</i> y <i>U. scaber</i>	34
Tabla 3.2. Escala de madurez para <i>T. torpedo</i>	34
Tabla 3.3. Lugares de pesca más comunes en la bahía de Cullera	41
Tabla 3.4. Descripción de la muestra	47
Tabla 3.5. Diferencias en la talla con respecto al sexo y a la época del año	48
Tabla 3.6. Distribución de la muestra por tallas	50
Tabla 3.7. Diferencias de IGS con respecto al sexo, la talla y la época del año en <i>M. surmuletus</i>	58
Tabla 3.8. Diferencias de IGS con respecto al sexo, la talla y la época del año en <i>S. lusitanica</i>	60
Tabla 3.9. Diferencias de IGS con respecto al sexo, la talla y la época del año en <i>S. scrofa</i>	62
Tabla 3.10. Diferencias de IGS con respecto al sexo, la talla y la época del año en <i>T. torpedo</i>	63
Tabla 3.11. Diferencias de IGS con respecto al sexo, la talla y la época del año en <i>U. scaber</i>	65
Tabla 3.12. Diferencias de K con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>M. surmuletus</i>	70
Tabla 3.13. Diferencias de IHS con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>M. surmuletus</i>	71
Tabla 3.14. Diferencias de K e IHS con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>S. lusitanica</i>	72
Tabla 3.15. Diferencias de K e IHS con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>S. scrofa</i>	73
Tabla 3.16. Diferencias de K e IHS con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>T. torpedo</i>	73
Tabla 3.17. Diferencias de K e IHS con respecto al sexo, la talla y la época del año para <i>U. scaber</i>	74
Tabla 3.18. Valores morfométricos (media \pm DE) de la sagitta y resultados de las pruebas t-student. LO = largo de la sagitta; AO= ancho de la sagitta	80
Tabla 3.19. Comparación de los valores morfométricos (media \pm DE) de la sagitta entre machos y hembras y resultados de las pruebas t-student. LO = largo de la sagitta; AO= ancho de la sagitta	81
Tabla 3.20. Parámetros de la regresión lineal de los caracteres morfométricos de la sagitta en relación con la longitud total del pez	82
Tabla 3.21. Análisis de edades	83
Tabla 4.1. Factores con influencia significativa en el índice de vacuidad, de acuerdo con la prueba de χ^2	133
Tabla 4.2. Resultados del análisis de la varianza del peso promedio de las presas con respecto de la época del año, la talla, el sexo o la madurez, en las 5 especies del estudio	146

Tabla 4.3. Composición trófica de las especies estudiadas	154
Tabla 4.4. Composición trófica de la dieta de <i>M. surmuletus</i>	156
Tabla 4.5. Composición trófica de la dieta de <i>S. lusitanica</i>	172
Tabla 4.6. Composición trófica de la dieta de <i>S. scrofa</i>	180
Tabla 4.7. Composición trófica de la dieta de <i>T. torpedo</i>	190
Tabla 4.8. Composición trófica de la dieta de <i>U. scaber</i>	197
Tabla 4.9. Índice intestinal de las especies estudiadas	213
Tabla 4.10. Regresiones lineales entre la Longitud total del pez y la longitud del intestino y entre la Longitud total del pez y el índice intestinal (Ii)	216
Tabla 4.11. Valores medios del área de la boca en las especies estudiadas	218
Tabla 4.12. Valores de diversidad alimentaria de Shannon (H'), diversidad máxima (Hmax), índice de diversidad de Levin (β) y homogeneidad de la dieta (J') de Shannon	223
Tabla 4.13. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos en <i>M. surmuletus</i>	229
Tabla 4.14. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos en <i>S. lusitanica</i>	231
Tabla 4.15. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos en <i>S. scrofa</i>	232
Tabla 4.16. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos en <i>T. torpedo</i>	235
Tabla 4.17. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos en <i>U. scaber</i>	236
Tabla 4.18. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener entre especies	237
Tabla 4.19. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos entre <i>U. scaber</i> y <i>T. torpedo</i>	239
Tabla 4.20. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos entre <i>S. scrofa</i> y <i>U. scaber</i>	241
Tabla 4.21. Valores del índice de solapamiento (α) de Schoener, por épocas, tallas y sexos entre <i>S. scrofa</i> y <i>T. torpedo</i>	242
Tabla 4.22. Niveles tróficos de las especies estudiadas	245
Tabla 5.1. Niveles de cadmio presentes en los sedimentos marinos de diferentes localidades.	294
Tabla 5.2. Longitud y peso medio en <i>M. surmuletus</i>	297
Tabla 5.3. Longitud y peso medio en <i>S. lusitanica</i>	301
Tabla 5.4. Longitud y peso medio en <i>S. scrofa</i>	306
Tabla 5.5. Longitud y peso medio en <i>T. torpedo</i> .	311
Tabla 5.6. Longitud y peso medio en <i>U. scaber</i>	315
Tabla 5.7. Concentración de metales en el sedimento	336
Tabla 5.8. Concentración de metales en los contenidos estomacales	339
Tabla 5.9. FBA _S en branquias (verano)	339
Tabla 5.10. FBA _A en branquias (verano)	340
Tabla 5.11. FBA _S en hígado (verano)	341
Tabla 5.12. FBA _S en hígado (invierno)	342
Tabla 5.13. FBA _A en hígado (verano)	342

Tabla 5.14. FBA _A en hígado (invierno)	342
Tabla 5.15. FBA _S en músculo (verano)	343
Tabla 5.16. FBA _S en músculo (invierno)	344
Tabla 5.17. FBA _A en músculo (verano)	344
Tabla 5.18. FBA _A en músculo (invierno)	345
Tabla 5.19. FBA _A en contenido estomacal	346
Tabla 5.20. Peso máximo semanal ingerible de carne de pescado dentro de los límites que marca la OMS para el Cd y Pb en alimentación humana, calculados para una persona de 65 kg	349

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Localización del área de estudio	7
Figura 2.2. Perfil de la bahía de Cullera y zona de pesca	9
Figura 3.1. Distribución de las especies en el área de estudio	42
Figura 3.2. Porcentaje de peces en cada lugar de pesca	43
Figura 3.3. Porcentaje de pesca por especie y lugar	43
Figura 3.4. Distribución de cada una de las especies del estudio en el área de pesca de acuerdo a sexo y clase de talla	45
Figura 3.5. Tamaño en el cual el 50% de los individuos han alcanzado la madurez sexual	50
Figura 3.6. Potencial reproductivo de las especies estudiadas	53
Figura 3.7. Distribución de la muestra por sexos a lo largo de los meses de muestreo	54
Figura 3.8. Diferentes estados de madurez de las especies estudiadas (a. <i>S. scrofa</i> I; b. <i>S. lusitanica</i> hembra II; c. <i>U. scaber</i> hembra II; d. <i>U. scaber</i> macho II; e. <i>M. surmuletus</i> hembra III; f. <i>S. scrofa</i> hembra IV)	56
Figura 3.9. Diferentes estados de madurez de <i>T. torpedo</i> (a. hembra II; b. macho II; c. hembra III)	57
Figura 3.10. Evolución temporal de los estados de madurez de <i>M. surmuletus</i> durante el período de estudio	57
Figura 3.11. Evolución temporal de los estados de madurez de <i>S. lusitanica</i> durante el período de estudio	59
Figura 3.12. Evolución temporal de los estados de madurez de <i>S. scrofa</i> durante el período de estudio	61
Figura 3.13. Evolución temporal de los estados de madurez de <i>T. torpedo</i> durante el período de estudio	63
Figura 3.14. Evolución temporal de los estados de madurez de <i>U. scaber</i> durante el período de estudio	64
Figura 3.15. Tallas promedio de reclutamiento de juveniles	67
Figura 3.16. IHS y K en las especies estudiadas a lo largo de la época de muestreo con respecto al IGS	69
Figura 3.17. Relación talla – peso en las especies estudiadas	76
Figura 3.18. Curvas de crecimiento y parámetros de von Bertalanffy	84
Figura 4.1. Representación gráfica del GII (Assis, 1996)	119
Figura 4.2. Diagrama interpretativo del método gráfico de Costello (Costello, 1990) (G – índice gravimétrico; F – frecuencia de ocurrencia)	120
Figura 4.3. Representación gráfica del método propuesto por Tokeshi (1991)	121
Figura 4.4. Índice de vacuidad en los estómagos de las especies estudiadas y variación con respecto a la época del año	131
Figura 4.5. Variación del índice de vacuidad en los estómagos de las especies estudiadas con respecto a la talla, el sexo y el estado de madurez gonadal.	132
Figura 4.6. Peso del contenido estomacal (Wce) e Índice de repleción (IR) para las especies estudiadas	136

Figura 4.7. Variaciones en los índices de Vacuidad y Repleción en las épocas de muestreo	137
Figura 4.8. Variaciones en el peso del contenido estomacal e índice de repleción en <i>M. surmuletus</i> debido a la estacionalidad, talla, sexo y estados de madurez gonadal	138
Figura 4.9. Variaciones en el peso del contenido estomacal e índice de repleción en <i>S. lusitanica</i> debido a la estacionalidad, talla, sexo y estados de madurez gonadal	140
Figura 4.10. Variaciones en el peso del contenido estomacal e índice de repleción en <i>S. scrofa</i> debido a la estacionalidad, talla, sexo y estados de madurez gonadal	141
Figura 4.11. Variaciones en el peso del contenido estomacal e índice de repleción en <i>T. torpedo</i> debido a la estacionalidad, talla, sexo y estados de madurez gonadal	142
Figura 4.12. Variaciones en el peso del contenido estomacal e índice de repleción en <i>U. scaber</i> debido a la estacionalidad, talla, sexo y estados de madurez gonadal	143
Figura 4.13. Peso promedio de las presas	145
Figura 4.14. Peso promedio de las presas en <i>M. surmuletus</i>	147
Figura 4.15. Peso promedio de las presas en <i>S. lusitanica</i>	148
Figura 4.16. Peso promedio de las presas en <i>S. scrofa</i>	149
Figura 4.17. Peso promedio de las presas en <i>U. scaber</i>	150
Figura 4.18. Número promedio de presas por estómago	152
Figura 4.19. Variación del número promedio de presas por estómago y por especie debidas a la época de muestreo, talla, sexo y estado de madurez gonadal.	152
Figura 4.20. Promedio de taxones consumidos por cada especie en la dieta	154
Figura 4.21. Variación del número promedio de grupos taxonómicos consumidos por <i>M. surmuletus</i> debidas a la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal	155
Figura 4.22. Tipos de presas consumidas por <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con el índice numérico (N%), frecuencia de ocurrencia (F%), índice gravimétrico (G%), índice de importancia relativa propuesto por George y Hadley (RI%), índice de importancia relativa modificado por Hacunda (IRI), índice de preponderancia (IP%)	159
Figura 4.23. Índice de Importancia Relativa de la dieta de <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con la variación estacional	161
Figura 4.24. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con las tallas	162
Figura 4.25. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con el sexo	163
Figura 4.26. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con el estado de madurez gonadal	164
Figura 4.27. Jerarquización y clasificación de las presas en la dieta de <i>M. surmuletus</i> de acuerdo con el índice de importancia geométrica	165

Figura 4.28. Variación del número promedio de grupos taxonómicos consumidos por <i>S. lusitanica</i> debidas a la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal	171
Figura 4.29. Tipos de presas consumidas por <i>S. lusitanica</i> de acuerdo con el índice numérico (IN%), frecuencia de ocurrencia (F%), índice gravimétrico (IG%), índice de importancia relativa propuesto por George y Hadley (RI%), índice de importancia relativa modificado por Hacunda (IRI), índice de preponderancia (IP%)	173
Figura 4.30. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>S. lusitanica</i> de acuerdo con la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal.	174
Figura 4.31. Jerarquización y clasificación de las presas en la dieta de <i>S. lusitanica</i> de acuerdo con el índice de importancia geométrica	176
Figura 4.32. Variación del número promedio de grupos taxonómicos consumidos por <i>S. scrofa</i> debidas a la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal	179
Figura 4.33. Tipos de presas consumidas por <i>S. scrofa</i> de acuerdo con el índice numérico (N%), frecuencia de ocurrencia (F%), índice gravimétrico (G%), índice de importancia relativa propuesto por George y Hadley (RI%), índice de importancia relativa modificado por Hacunda (IRI), índice de preponderancia (IP%)	181
Figura 4.34. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>S. scrofa</i> de acuerdo con la época de muestreo	183
Figura 4.35. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>S. scrofa</i> de acuerdo con la talla	184
Figura 4.36. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>S. scrofa</i> de acuerdo con el sexo	184
Figura 4.37. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>S. scrofa</i> de acuerdo con el estado de madurez gonadal	185
Figura 4.38. Jerarquización y clasificación de las presas en la dieta de <i>S. scrofa</i> de acuerdo con el índice de importancia geométrica	186
Figura 4.39. Variación del número promedio de grupos taxonómicos consumidos por <i>T. torpedo</i> debidas a la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal	189
Figura 4.40. Tipos de presas consumidas por <i>T. torpedo</i> de acuerdo con el índice numérico (IN%), frecuencia de ocurrencia (F%), índice gravimétrico (IG%), índice de importancia relativa propuesto por George y Hadley (RI%), índice de importancia relativa modificado por Hacunda (IRI), índice de preponderancia (IP%)	190
Figura 4.41. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>T. torpedo</i> de acuerdo con la época de muestreo	192
Figura 4.42. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>T. torpedo</i> de acuerdo con la talla	192
Figura 4.43. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>T. torpedo</i> de acuerdo con el sexo	193
Figura 4.44. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>T. torpedo</i> de acuerdo con el estado de madurez gonadal	193
Figura 4.45. Jerarquización y clasificación de las presas en la dieta de <i>T. torpedo</i> de acuerdo con el índice de importancia geométrica	194
Figura 4.46. Variación del número promedio de grupos taxonómicos consumidos por <i>U. scaber</i> debidas a la estacionalidad, talla, sexo y madurez gonadal	196

Figura 4.47. Tipos de presas consumidas por <i>U. scaber</i> de acuerdo con el índice numérico (N%), frecuencia de ocurrencia (F%), índice gravimétrico (G%), índice de importancia relativa propuesto por George y Hadley (RI%), índice de importancia relativa modificado por Hacunda (IRI), índice de preponderancia (IP%)	198
Figura 4.48. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>U. scaber</i> de acuerdo con la estacionalidad	200
Figura 4.49. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>U. scaber</i> de acuerdo con la talla	201
Figura 4.50. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>U. scaber</i> de acuerdo con el sexo	201
Figura 4.51. Variación del Índice de Importancia Relativa en la dieta de <i>U. scaber</i> de acuerdo con el estado de madurez gonadal	202
Figura 4.52. Jerarquización y clasificación de las presas en la dieta de <i>U. scaber</i> de acuerdo con el índice de importancia geométrica	203
Figura 4.53. Estrategia alimentaria en cada una de las especies estudiadas de acuerdo con el método de Costello (1990)	204
Figura 4.54. Resumen de las estrategias alimentarias de las especies estudiadas según el método propuesto por Tokeshi (1991)	206
Figura 4.55. Longitud total del pez con relación a: (a) longitud del intestino y (b) índice intestinal (I _i), en las especies estudiadas	215
Figura 4.56. Área promedio de la boca por talla y sexo en las especies estudiadas	221
Figura 4.57. Regresión entre la longitud total y el área de la boca para las cuatro especies de peces del estudio	222
Figura 4.58. Variaciones en la diversidad (H') y (β_j) y en la homogeneidad (J') debidas a la época de muestreo, tallas y sexos en la dieta de las especies estudiadas	225
Figura 4.59. Dendrograma del análisis de la composición de la dieta de <i>M. surmuletus</i> mediante conglomerados en las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	230
Figura 4.60. Dendrograma del análisis de la composición de la dieta de <i>S. lusitanica</i> mediante conglomerados en las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	231
Figura 4.61. Dendrograma del análisis de la composición de la dieta de <i>S. scrofa</i> mediante conglomerados en las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	233
Figura 4.62. Dendrograma del análisis de la composición de la dieta de <i>T. torpedo</i> mediante conglomerados en las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	235
Figura 4.63. Dendrograma del análisis de la composición de la dieta de <i>U. scaber</i> mediante conglomerados en las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	237

Figura 4.64. Comparación del tipo de dieta entre las especies con un índice alto de solapamiento	238
Figura 4.65. Dendrograma del análisis de conglomerados de la composición de la dieta entre <i>U. scaber</i> y <i>T. torpedo</i> según las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	240
Figura 4.66. Dendrograma del análisis de conglomerados de la composición de la dieta entre <i>S. scrofa</i> y <i>U. scaber</i> según las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	241
Figura 4.67. Dendrograma del análisis de conglomerados de la composición de la dieta entre <i>S. scrofa</i> y <i>T. torpedo</i> según las diferentes épocas del año (P=primavera, V=verano, O= Otoño-invierno); tallas (T1, T2 y T3) y sexos (H=hembra, M=macho)	243
Figura 4.68. Evolución del nivel trófico por clase de talla en las cinco especies estudiadas	247
Figura 4.69. Relación entre el área de la boca y el nivel trófico	248
Figura 5.1. Distribución de los metales en el sedimento (Verano)	289
Figura 5.2. Perfil vertical de la concentración de metales en el sedimento para el verano.	290
Figura 5.3. Distribución de los metales en el sedimento (Invierno)	291
Figura 5.4. Contenido de metales por órganos en <i>M. surmuletus</i>	297
Figura 5.5. Comparación del contenido de metales en verano e invierno en <i>M. surmuletus</i>	298
Figura 5.6. Comparación del contenido de metales entre machos y hembras en <i>M. surmuletus</i>	299
Figura 5.7. Concentración de metales con respecto al tamaño y a la edad del pez para <i>M. surmuletus</i>	300
Figura 5.8. Contenido de metales por órganos en <i>S. lusitanica</i>	302
Figura 5.9. Comparación del contenido de metales en verano e invierno en <i>S. lusitanica</i>	303
Figura 5.10. Comparación del contenido de metales entre machos y hembras en <i>S. lusitanica</i>	304
Figura 5.11. Concentración de metales con respecto al tamaño y a la edad del pez para <i>S. lusitanica</i>	305
Figura 5.12. Contenido de metales por órganos en <i>S. scrofa</i>	307
Figura 5.13. Comparación del contenido de metales en verano e invierno en <i>S. scrofa</i>	308
Figura 5.14. Comparación del contenido de metales entre machos y hembras en <i>S. scrofa</i>	309
Figura 5.15. Concentración de metales con respecto al tamaño y a la edad del pez para <i>S. scrofa</i>	310
Figura 5.16. Contenido de metales por órganos en <i>T. torpedo</i>	312
Figura 5.17. Comparación del contenido de metales en verano e invierno en <i>T. torpedo</i>	313

Figura 5.18. Comparación del contenido de metales entre machos y hembras en <i>T. torpedo</i>	314
Figura 5.19. Concentración de metales con respecto al tamaño del pez para <i>T. torpedo</i>	315
Figura 5.20. Contenido de metales por órganos en <i>U. scaber</i>	316
Figura 5.21. Comparación del contenido de metales en verano e invierno en <i>U. scaber</i>	317
Figura 5.22. Comparación del contenido de metales entre machos y hembras en <i>U. scaber</i>	318
Figura 5.23. Concentración de metales con respecto al tamaño y a la edad del pez para <i>U. scaber</i>	319
Figura 5.24. Concentración de metales por especie y órgano	321
Figura 5.25. Comparación entre Factores de Bioacumulación (FBA _S y FBA _A) de Cd, Cu, Pb y Zn en branquias	340
Figura 5.26. Comparación entre los Factores de Bioacumulación (FBA _S y FBA _A) en hígado, para invierno y verano	343
Figura 5.27. Comparación entre los Factores de Bioacumulación (FBA _S y FBA _A) en músculo, para invierno y verano	345
Figura 5.28. Factores de Bioacumulación (FBA _S) en los contenidos alimenticios	346