



**Evaluación del impacto
causado por el Mejillón Cebra
(*Dreissena polymorpha*)
sobre las poblaciones de
bivalvos autóctonos en el
Sistema de Embalses del
Zadorra**

**INFORME REALIZADO POR
ACEBI-INVESTIGACIÓN AMBIENTAL**

TIPO DE DOCUMENTO: Informe.

TÍTULO DEL DOCUMENTO: Evaluación del impacto causado por el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las poblaciones de bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra.

ELABORADO POR: ACEBI-Investigación y Consultoría Ambiental SC.

AUTORES: M^a José Madeira, Iker Ayala.

EQUIPO COLABORADOR DE LA UPV/EHU: Benjamín J. Gómez Moliner, Catedrático de Zoología, Departamento de Zoología y Biología Celular Animal, Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.

FECHA: 30-12-2018.

Índice

Evaluación del impacto causado por el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las poblaciones de bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra

Informe. 2018

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes y Estado Actual del Tema	1
1.2. Introducción al Grupo de las Náyades Ibéricas	2
1.3. Las Náyades en la Comunidad Autónoma del País Vasco.....	3
2. Objetivos	7
3. Metodología.....	9
3.1 Muestreos	9
3.2 Análisis de la Afección del Mejillón sobre las Poblaciones de Náyades.....	9
4. Resultados obtenidos en el seguimiento y control del Embalse de Urrúnaga.....	11
4.1 Embalse de Urrúnaga: Zona A.....	14
4.1.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	14
4.2 Embalse de Urrúnaga: Zona B	18
4.2.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	18
4.3 Embalse de Urrúnaga: Zona C.....	21
4.3.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	22
4.4 Embalse de Urrúnaga: Zona E.....	26
4.4.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	26
4.5 Embalse de Urrúnaga: Zona H.....	30

4.5.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	30
4.6	Embalse de Urrúnaga: Zona L.....	34
4.6.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	34
4.7	Embalse de Urrúnaga: Zona P.....	37
4.7.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	37
4.8	Embalse de Urrúnaga: Zona Q.....	41
4.8.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	41
5.	Resultados obtenidos en el seguimiento del Embalse de Ullívarri-Gamboa.....	45
5.1	Embalse de Ullívarri: Zona F.....	49
5.1.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	49
5.2	Embalse de Ullívarri: Zona G.....	53
5.2.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	53
5.3	Embalse de Ullívarri: Zona I.....	57
5.3.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	57
5.4	Embalse de Ullívarri: Zona Q.....	61
5.4.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	61
5.5	Embalse de Ullívarri: Zona R.....	65
5.5.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	65
5.6	Embalse de Ullívarri: Zona U.....	70
5.6.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	70
5.7	Embalse de Ullívarri: Zona V.....	74
5.7.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	74
6.	Discusión.....	79
6.1.	Situación y Conservación de las Poblaciones de Náyades del Sistema de Embalses del Río Zadorra.....	79
6.1.1	Embalse de Ullívarri-Gamboa.....	81
6.1.2	Embalse de Urrúnaga.....	82

6.2. Afección del Mejillón cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>) sobre las Poblaciones de Náyades.....	87
6.2.1 Embalse de Ullíbarri-Gamboa.....	89
6.2.1.1. Colonización anual sobre las poblaciones de náyades.....	90
6.2.2 Embalse de Urrúnaga.....	93
6.2.2.1 Colonización anual sobre las poblaciones de náyades.....	93
6.2.3 Frecuencias de tamaños de los ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i>	98
6.3. Evolución de las Poblaciones de Náyades.....	103
6.4. Síntesis y Conclusiones Principales.....	109
7. Bibliografía.....	119
8. ANEXO I.....	127

Índice de tablas

Evaluación del impacto causado por el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las poblaciones de bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra

Informe. 2016

Tabla 1	Síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las zonas muestreadas en el Embalse de Ullívarri durante las diferentes campañas de muestreos. _____	85
Tabla 2	Síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las zonas muestreadas en el Embalse de Urrúnaga durante las diferentes campañas de muestreos. _____	86
Tabla 3	Síntesis de los resultados obtenidos para el análisis de la afección del mejillón cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>) sobre la población de náyades en cada una de las zonas prospectadas en las campañas del 2013, 2014, 2015 y 2016 en el embalse de Ullívarri. ____	112
Tabla 4	Síntesis de los resultados obtenidos para el análisis de la afección del mejillón cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>) sobre la población de náyades en cada una de las zonas prospectadas en las campañas del 2013, 2014, 2015 y 2016 en el embalse de Urrúnaga. ____	115

Índice de figuras

Evaluación del impacto causado por el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las poblaciones de bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra

Informe. 2018

Figura 3	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona A. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	16
Figura 4	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona A. Año 2018	17
Figura 5	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	17
Figura 6	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	17
Figura 7	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	20
Figura 8	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2. Año 2018	21
Figura 9	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.	21
Figura 10	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	21
Figura 11	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	24

Figura 12	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C. Año 2018	25
Figura 13	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	25
Figura 14	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	25
Figura 15	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 15 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona E. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	28
Figura 16	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 15 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona E. Año 2018	29
Figura 17	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	29
Figura 18	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	29
Figura 19	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 5 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona H. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	32
Figura 20	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 5 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona H. Año 2018	33
Figura 21	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona H, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	33
Figura 22	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona H, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	33
Figura 23	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona L. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	35
Figura 24	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona L. Año 2018	36
Figura 25	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	36

Figura 26	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	36
Figura 27	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona P. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	38
Figura 28	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona P. Año 2018	39
Figura 29	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	39
Figura 30	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	39
Figura 31	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	43
Figura 32	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q. Año 2018	44
Figura 33	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	44
Figura 34	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	44
Figura 35	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona F. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	51
Figura 36	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona F. Año 2018	52
Figura 37	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	52
Figura 38	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	52
Figura 39	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona G. Gráfico	

	B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	54
Figura 40	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona G. Año 2018	55
Figura 41	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	55
Figura 42	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	55
Figura 43	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona I. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	59
Figura 44	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona I. Año 2018	60
Figura 45	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona I, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	60
Figura 46	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona I, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	60
Figura 47	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	63
Figura 48	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q. Año 2018	64
Figura 49	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	64
Figura 50	Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	64
Figura 51	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en las Zonas R1 y R2. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	67
Figura 52	Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona R. Año 2018	69

Figura 53	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona R, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	69
Figura 54	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona R, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	69
Figura 55	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona U. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2018	72
Figura 56	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona U. Año 2018	73
Figura 57	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona U, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	73
Figura 58	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona U, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	73
Figura 59	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta</i> recapturados en la Zona V. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta</i> recapturados. Año 2018	76
Figura 60	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de <i>Anodonta</i> recapturados en la Zona V. Año 2018	77
Figura 61	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	77
Figura 62	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	77
Figura 63	Tendencias a largo plazo que pueden experimentar las poblaciones de mejillón cebra	97
Figura 64	Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Ullíbarri, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento	97
Figura 65	Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Urrúnaga, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento	98

1.

Introducción

1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

De acuerdo a los datos ofrecidos por la IUCN, la introducción, accidental o intencionada, de especies exóticas invasoras (EEI) constituyen la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global, después de la destrucción del hábitat natural, siendo en algunos casos, como muchas islas, el factor principal. La llegada de EEI a un nuevo hábitat puede causar graves daños en los ecosistemas terrestres y acuáticos que se traducen en la modificación y/o pérdida del hábitat, desequilibrios ecológicos entre las poblaciones nativas de flora y fauna, invasión de nichos ecológicos de las especies nativas con su consecuente desplazamiento e incluso extinción, reducción de la diversidad genética y transmisión de enfermedades. Ante esta creciente amenaza el Convenio de Diversidad Biológica ha venido desarrollando líneas específicas de trabajo, con adopción, en los años 2000 y 2002 respectivamente, de la Decisiones V/8 y VI/23, que animan a las Partes a adoptar estrategias y planes de trabajo en esta materia, siguiendo unas directrices comunes. El Consejo de Europa ha elaborado así mismo, una Estrategia Europea sobre esta materia.

La intensidad y magnitud de las alteraciones que producen las EEI dependen de las características biológicas de la especie invasora y del ecosistema receptor. En el caso de *Dreissena polymorpha* (mejillón cebra) actualmente se reconoce como una de las especies potencialmente más peligrosas de las clasificadas como EEI. Gracias a la bibliografía sabemos que la presencia de este bivalvo invasor está causando alteraciones ecológicas dramáticas y pérdidas económicas millonarias. Los impactos ecológicos y socioeconómicos producidos por esta especie son de los más severos de todos los conocidos hasta ahora producidos por una especie introducida. Esta especie es capaz de modificar sustancialmente, de forma directa e indirecta, las características fisicoquímicas de las masas de agua donde se asienta, alterando dramáticamente las condiciones ecológicas en que se desarrollan las comunidades naturales. Los últimos estudios apuntan a un desplazamiento e incluso desaparición de las especies bentónicas nativas, entre las que se encuentran los bivalvos. En Norteamérica ha quedado claramente demostrada su relación directa con la disminución o extinción de numerosas poblaciones y especies de bivalvos autóctonos, también conocidos como náyades, como consecuencia de la competencia por el hábitat, el alimento y sobre todo porque coloniza las conchas provocando la muerte directa de las náyades por asfixia (Schloesser & Nalepa 1994, Nalepa y col., 1996, Schloesser y col., 2006).

Durante los últimos 50 años estamos asistiendo a una disminución dramática de las poblaciones de náyades en todo el mundo, fundamentalmente debido a las acciones antrópicas que alteran el medio natural donde habitan (eutrofización, infraestructuras y captaciones dentro del medio fluvial) provocando su desaparición. Actualmente las náyades constituyen uno de los grupos de invertebrados más amenazados del planeta estando

algunas de sus especies, como *Margaritifera auricularia* y *Margaritifera margaritifera*, ambas en la península Ibérica, amparadas por las principales normativas europeas para la protección de especies. Es obligado, por tanto, aumentar el conocimiento sobre la diversidad de los moluscos de este grupo, con el fin de poder proponer las medidas de gestión adecuadas para la protección de sus poblaciones. Para ello se requiere conocer la distribución de las especies, su estado de conservación y las amenazas concretas que se ciernen sobre cada una de ellas. Una vez conocidas estas premisas, se podrán proponer también las medidas de protección necesarias para cada población y los hábitats que las albergan.

1.2. INTRODUCCIÓN AL GRUPO DE LAS NÁYADES IBÉRICAS

Las náyades o mejillones de agua dulce pertenecen al orden Unionoida (Subclase Paleoheterodonta) dentro del cual, en la península Ibérica, podemos encontrar especies pertenecientes a los géneros *Margaritifera*, *Unio*, *Potomida* y *Anodonta*, que incluyen algunos de los moluscos más amenazados del mundo. Hasta hace unas décadas constituían la mayor parte de la biomasa del bentos (lecho de ríos y lagos), donde intervienen en la dinámica de los nutrientes de los sistemas acuáticos, removiendo fitoplancton, bacterias y materia orgánica del agua y sedimento y colaborando en la bioturbación de los fondos aumentando su contenido de oxígeno (Strayer y col., 1999; Vaughn y col., 2008). Son además especies con un alto poder bioindicador, lo que probablemente ha querido reflejar el nombre de náyade, ya utilizado por el Caballero Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) para referirse a estos bivalvos, en referencia a las hadas o ninfas que mantienen la pureza de las aguas dulces. De este modo, la presencia (o la desaparición documentada) de poblaciones reproductoras de estos moluscos, puede ser de gran utilidad para conocer cambios en el estado de calidad y conservación de las aguas superficiales, lo que hace de las náyades excelentes especies centinelas.

Todas las especies del grupo de las náyades comparten además un singular ciclo vital que, sin duda, es también necesario conocer para comprender la situación actual del grupo. La particularidad del proceso consiste en que a lo largo de su ciclo vital pasan por una etapa “parásita” que requiere la presencia de un pez como hospedador. Inicialmente, la fecundación e incubación se realiza en las branquias de las hembras de las náyades grávidas. Sin embargo, a partir de los huevos fertilizados no se desarrollan directamente los juveniles de náyades, sino que cada huevo da lugar a una larva parásita de peces que se conoce con el nombre de gloquidio. Los gloquidios son liberados en el agua y, para completar su desarrollo y convertirse en ejemplares juveniles, deben sufrir una metamorfosis mientras viven adheridos a las branquias o aletas de un pez. Es importante resaltar que esta relación no es aparentemente nociva para el hospedador, e incluso se piensa que existe un beneficio mutuo o simbiosis a largo plazo. Es decir, por una parte, el molusco aumenta su capacidad de dispersión gracias al pez que actúa como hospedador, mientras que la actividad vital del molusco mejora el hábitat del pez al oxigenar el sustrato y mejorar las condiciones de los lugares de puesta, por lo que no se trataría de un auténtico parasitismo. Una de las características que condiciona la viabilidad del ciclo vital es la estrecha relación que existe entre la especie de bivalvo y de pez hospedador, siendo muy pocas las especies de peces en las que los gloquidios pueden llevar a cabo su completo desarrollo. Este hecho, supone que, en ausencia del pez hospedador requerido, las náyades no pueden completar su ciclo vital, produciendo un efecto negativo y directo sobre las poblaciones de náyades.

La taxonomía de las náyades, basada principalmente en la morfología de la concha es muy compleja, sobre todo dentro de los géneros *Anodonta*, *Potomida* y *Unio*, cuyas conchas presentan un elevado polimorfismo, siendo en ocasiones muy variables incluso entre los ejemplares de una misma población. Esta variabilidad y el complejo entramado de especies y subespecies que engloban algunos géneros a menudo han dado lugar a diversas confusiones e identificaciones erróneas dentro este complicado grupo. Recientemente se ha presentado un trabajo (Araujo y col. 2009) en el que se recogen los resultados de numerosos estudios llevados a cabo durante los últimos años y en el que se ofrece una visión actualizada de las especies de náyades distribuidas en la península Ibérica, su diversidad, variabilidad, adscripción taxonómica, distribución y estado

de conservación. De acuerdo a este estudio, son diez las especies de náyades (moluscos bivalvos de la superfamilia Unionoidea) que actualmente pueblan los ríos ibéricos: *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793), *M. margaritifera* (L., 1758), *Potomida littoralis* (Cuvier, 1798), *Unio mancus* Lamarck, 1819, *U. gibbus* Spengler, 1793, *U. delphinus* Spengler, 1793, *U. tumidiformis* Castro, 1885, *U. ravoissieri* Deshayes, 1847, (L. 1758) y *A. cygnea* (L., 1758). Este trabajo, refleja claramente como la tasa actual de extinción de las poblaciones de las dos especies del género *Margaritifera* es catastrófica y aunque no de forma tan grave o bien documentada, los otros géneros de náyades (*Unio*, *Potomida* y *Anodonta*) están también en franca regresión.

1.3. LAS NÁYADES EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

En la CAPV se conoce o se sospecha la existencia actual o pasada de seis de las diez especies descritas para la península Ibérica: *Margaritifera auricularia* y *Unio mancus* en los ríos mediterráneos del Territorio Histórico de Álava, *Margaritifera margaritifera* y *Unio delphinus* en los ríos cantábricos de los Territorios Históricos de Gipuzkoa y Bizkaia, y *Potomida littoralis* y distribuidas en ambas vertientes. A excepción de la información generada recientemente, a partir del año 2006, la bibliografía disponible acerca de la distribución histórica de las náyades en la CAPV es prácticamente anecdótica:

-Azpeitia (1933) cita la presencia de la especie *M. auricularia* en el río Ebro a su paso por la localidad de Elciego (Rioja Alavesa), donde recientemente se ha constatado la desaparición de la especie en este lugar (Araujo, Madeira & Ayala, 2009). Este mismo trabajo hace referencia a la presencia de la especie *Rhombunio litorales*, hoy conocida como *Potomida littoralis*, en el río Zadorra.

-Puente (1949) publica una revisión sobre las náyades del río Zadorra en el que cita la presencia de tres especies diferentes a las que nombra como *Rhombunio litorales*, *Unio requieni* y *Anodonta cygnea*, haciendo referencia a las especies hoy conocidas como *Potomida littoralis*, *Unio mancus* y , respectivamente. En este trabajo el autor cita una publicación previa del Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Baraibar, 1908) en el que ya se mencionaba la presencia de náyades en el río Zadorra. En prospecciones recientes se han muestreado los mismos tramos visitados por Puente (1949) y se ha comprobado la desaparición de muchas de las colonias a las que él hace referencia y que citaba como numerosas en aquella época (Madeira, Araujo & Ayala, 2009).

-Ruiz de Gaona (1949) publica un trabajo sobre la presencia de diversas especies de gasterópodos de agua dulce en los ríos guipuzcoanos, en el que cita de soslayo la presencia de un bivalvo de la especie *Unio margaritifera*, hoy conocida como *Margaritifera margaritifera*, en algunos ríos, sin especificar las cuencas.

Estas referencias apuntaban la existencia de poblaciones de una u otra especie y podían dar una idea de la distribución pasada de las mismas en la CAPV, pero sin llegar a ser definitivas. Además, es muy posible que muchas poblaciones estén desapareciendo más deprisa de lo que se tarda en detectarlas.

Ante esta situación, en el año 2006 se llevó a cabo el primer estudio dirigido a lograr un conocimiento básico acerca de este grupo de bivalvos en la CAPV. Bajo el título “Estatus y distribución de las poblaciones de náyades (bivalvos dulceacuícolas) en el Territorio Histórico de Álava” y financiado por el Departamento de Biodiversidad del Gobierno Vasco, se realizó una primera prospección de las diferentes cuencas hidrográficas del Territorio Histórico de Álava. Gracias a este trabajo se pudo obtener una aproximación inicial acerca de la riqueza de náyades, su distribución, el estado de sus poblaciones y su nivel de conservación en esta área. Además, durante el desarrollo de este trabajo, se detectó la presencia de la especie exótica invasora *Dreissena polymorpha* en el río Ebro a su paso por la localidad de Puentelarrá.

En el año 2009 un estudio financiado por Torre Madariaga: Centro de la Biodiversidad de Euskadi (Ihobe,

Gobierno Vasco), permitió obtener los primeros resultados sobre la presencia de náyades en el eje principal de algunos de los principales ríos de los Territorios Históricos de Bizkaia y Gipuzkoa.

Finalmente, el Departamento de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Álava ha apoyado en los últimos años diferentes estudios en el Territorio Histórico de Álava (2007, 2009, 2010, 2011 y 2012), con el fin de establecer un control sobre las poblaciones de náyades ya detectadas, además de promover nuevas prospecciones para ir ampliando paulatinamente el conocimiento sobre la distribución de náyades en este territorio. Estos trabajos han permitido conocer la tipología de las amenazas que afecta a cada población y poder mejorar su estado de conservación. Durante estos trabajos se ha incidido especialmente en la Unidad Hidrológica del Zadorra, en la que se incluyen los embalses de Urrúnaga y Ullíbarri-Gamboa. La intensificación de los muestreos en esta cuenca permitió detectar en el embalse de Urrúnaga una población importante de la especie *Unio mancus*, la segunda especie de náyade menos abundante en la cuenca del río Ebro después de *M. auricularia* considerada “En Peligro de Extinción” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas e IUCN (Araujo, Madeira & Ayala, 2007; Gómez & Araujo, 2008).

Los datos que aportan estos informes técnicos realizados recientemente apuntan a una desaparición gradual y generalizada de las poblaciones de náyades en la CAPV. Por razones de diversa índole, pero todas ellas relacionadas con la degradación y desaparición progresiva de su hábitat, hoy en día muchas de estas especies se encuentran gravemente amenazadas en esta región. Este hecho, pone manifiesto la necesidad de promover estudios que permitan precisar la distribución y estado actual de conservación de las poblaciones de náyades que habrían pasado prácticamente inadvertidas hasta ahora.

Actualmente, a la alteración y pérdida del hábitat hay que sumarle, además, la presencia del bivalvo invasor conocido como mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), considerada una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas a nivel mundial y que puede agravar más la situación de las poblaciones de bivalvos autóctonos y acelerar su desaparición en un corto plazo de tiempo en este territorio.

Los controles periódicos que se han establecido en los diferentes embalses de la CAPV para la detección temprana de *Dreissena polymorpha*, permitieron localizar en el año 2010 la presencia de una única larva de mejillón cebra en el embalse de Urrúnaga situado en el Territorio Histórico de Álava. Aunque este dato hacía suponer la presencia de una densidad muy baja de esta especie, en el 2011 se pudieron localizar los primeros ejemplares adultos en este pantano en unas densidades muy elevadas y en el año 2012 se confirma una expansión muy significativa de esta especie invasora en este embalse.

En el embalse de Ullíbarri-Gamboa, los controles efectuados permitieron detectar la presencia de larvas de *Dreissena polymorpha* en el año 2008. Sin embargo, hasta finales del año 2012 no se detectó la presencia de los primeros ejemplares adultos en este el humedal. Los últimos datos obtenidos en 2013 señalan una expansión y aumento de las poblaciones, pero en una densidad mucho menor que la observada en el embalse de Urrúnaga.

En el año 2012 URA promovió y financió el estudio titulado “EVALUACIÓN DEL IMPACTO CAUSADO POR EL MEJILLÓN CEBRA (*Dreissena polymorpha*) SOBRE LAS POBLACIONES DE BIVALVOS AUTÓCTONOS EN LA CUENCA DEL RÍO ARRATIA Y EN LOS EMBALSES DE URRÚNAGA Y ULLÍBARRI-GAMBOA”, y posteriormente en los años 2013-2017 ha promovido una serie de trabajos sucesivos, todos ellos titulados “EVALUACIÓN DEL IMPACTO CAUSADO POR EL MEJILLÓN CEBRA (*Dreissena polymorpha*) SOBRE LAS POBLACIONES DE BIVALVOS AUTÓCTONOS EN EL SISTEMA DE EMBALSES DEL ZADORRA (URRÚNAGA Y ULLÍBARRI-GAMBOA)”, que continúan con el seguimiento, control y evaluación de las poblaciones de náyades de ambos humedales. Gracias a los datos obtenidos en estos estudios se comprobó que los Embalses del Sistema del Zadorra actúan hoy en día como un reservorio importante para las náyades



en la CAPV, y que muchas de las poblaciones del embalse de Urrúnaga se encuentran seriamente amenazadas ante la invasión de *Dreissena polymorpha*. Es importante continuar con este tipo de muestreos con el fin de poder realizar un seguimiento que permita analizar la respuesta y el grado de afección de las poblaciones de bivalvos autóctonos ante esta especie exótica.

2.

Objetivos

Los objetivos que se persiguen en este trabajo son:

1. Realizar un seguimiento sobre las poblaciones de náyades detectadas en campañas anteriores con el fin de valorar la evolución de la colonización de *D. polymorpha* en el tiempo.
2. Realizar un seguimiento detallado y una comparativa en el tiempo de la invasión del mejillón cebra sobre poblaciones de situadas en ambientes diferentes, con el fin de corroborar si existen diferencias significativas de afección en función de las características del lugar donde se encuentran las náyades. Sobre las poblaciones seleccionadas se examinarán todos los ejemplares que se consigan rescatar y se comparará como varía la evolución de la colonización de *D. polymorpha* entre los diferentes puntos en función de sus características ambientales.
3. Intentar estimar en qué medida la infestación de mejillón cebra que sufren las poblaciones de náyades en estos embalses es la causa de la disminución progresiva de las poblaciones de náyades que se viene observando en los últimos años.
4. Continuar el cartografiado de las poblaciones de náyades con el fin de ampliar el conocimiento que se tiene sobre estos bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra y determinar la afección que sufren como consecuencia de la presencia de *D. polymorpha* en estas aguas.
5. Determinar en cada uno de los embalses cuales podrían constituir las mejores zonas para establecer refugios de náyades, entendiendo como mejores zonas aquellas que sean aptas para albergar náyades y donde la afección por mejillón cebra sea menor.

3.

Metodología

3.1 MUESTREOS

El método de muestreo empleado en cada área ha dependido de sus características y fundamentalmente del tipo de sustrato. Incluso dentro de una misma zona se han utilizado métodos distintos en los diferentes transectos cuando el tipo de sustrato variaba significativamente. Cada tramo ha sido muestreado por un mínimo de dos personas y un máximo de cuatro. En los tramos de sustrato duro (gravas, guijarros, bloques de piedra...), con una colmatación escasa y condiciones de visibilidad muy buenas, el muestreo se efectuó mediante vadeo con mirafondos u observación directa del fondo en las zonas más someras y mediante “snorkeling” hasta llegar a una profundidad de 1,5-2 m (en estos embalses a partir de este punto, o incluso antes, se produce una disminución de la visibilidad que no hace posible un conteo correcto de las náyades). En zonas de sustrato blando, donde predomina un sustrato de tipo limo-arcilloso o fangoso, la colmatación dificulta enormemente la visibilidad ya que al vadear la zona el sedimento del fondo se queda en suspensión enturbiando el área de muestro. Para evitar esto, el protocolo de muestreo en estas áreas consistió en vadear las zonas más someras de las orillas palpando el fondo, mientras que, para las zonas más profundas, se empleó el método de “snorkeling” pero sin tocar el fondo en ningún momento, excepto para recoger los animales. En este último caso, para ayudar a mantener la flotación y evitar de esta manera tocar el fondo y levantar el sustrato se utilizó unas tablas diseñadas específicamente para estos muestreos que permitían el deslizamiento únicamente por la superficie. Es necesario aclarar que este tipo de trabajos no se pueden llevar a cabo con éxito en condiciones climáticas o hidrológicas adversas.

3.2 ANÁLISIS DE LA AFECCIÓN DEL MEJILLÓN CEBRA SOBRE LAS POBLACIONES DE NÁYADES

Para el análisis de la afección del mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades en cada una de las zonas prospectadas, tanto en el embalse de Ullívarri como en Urrúnaga se han tomado como datos el número y el tamaño de todos los mejillones cebra adheridos sobre una muestra de 20 náyades tomadas al azar a lo largo de todo el recorrido efectuado en cada zona del pantano. Pero, además, durante este año 2018 se ha vuelto a repetir el mismo tipo de muestreo que el efectuado en el cartografiado inicial de cada población, con el fin de evaluar si se ha producido un cambio en la densidad de náyades que ocupan esta área a lo largo de este tiempo como consecuencia de la presencia de *Dreissena polymorpha*.

El seguimiento de la evolución anual de la colonización del mejillón cebra sobre los ejemplares de náyades marcados desde el estudio realizado en el 2013 en el embalse de Urrúnaga, se ha llevado a cabo sobre la Zona A, Zona B, Zona C, Zona E, Zona H, Zona L, Zona M, Zona P y Zona Q. Para ello se han tomado como datos el número y el tamaño de todos los mejillones cebra adheridos sobre una muestra de 20 náyades

marcadas con anterioridad, libres de mejillones y recapturadas de nuevo durante este estudio.

En el embalse de Ullibarri-Gamboa se ha realizado un seguimiento de la evolución anual de la colonización del mejillón cebra sobre los ejemplares de náyades marcados desde los estudios realizados en el 2013-2016. Las zonas analizadas son la Zona F, Zona G, Zona I, Zona Q, Zona R, Zona U y Zona V. Para ello se han tomado como datos el número y el tamaño de todos los mejillones cebra adheridos sobre una muestra de 20 náyades marcadas con anterioridad, libres de mejillones y recapturadas durante este estudio.

Todos los ejemplares de mejillón cebra fueron recogidos durante el final de la época estival y principios de otoño, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos para cada zona. Los mejillones cebra correspondientes a cada ejemplar de náyade fueron embolsados individualmente *in situ* en el lugar de muestreo e inmediatamente trasladados al laboratorio de Zoología y B.C.A de la Universidad del País Vasco para proceder a su congelación. Posteriormente, tras la campaña de muestreos se procedió a su conteo y análisis de tamaños.

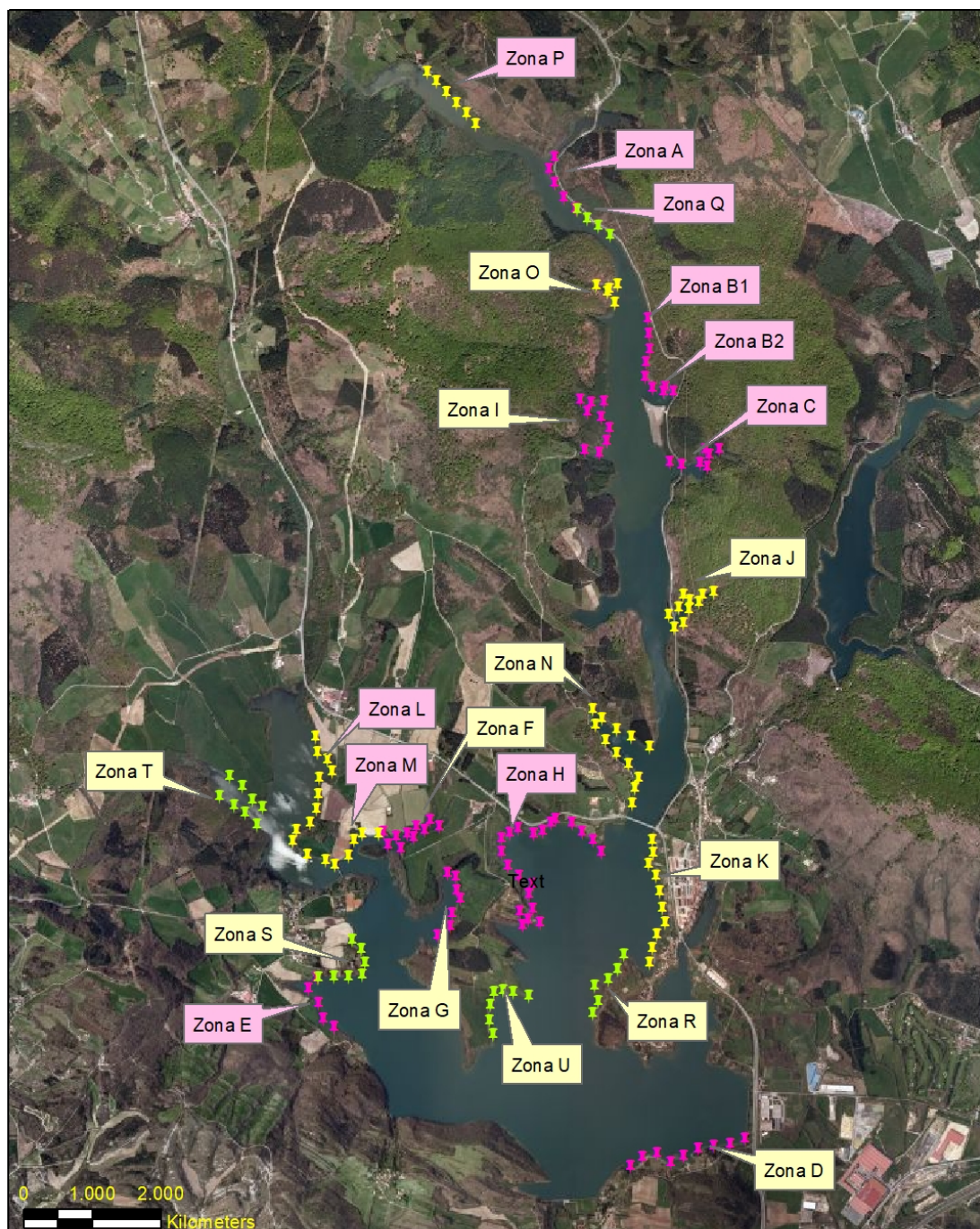


Análisis de los mejillones cebra recogidos sobre las náyades

4.

Resultados obtenidos en el seguimiento y control del Embalse de Urrúnaga

Mapa 1 Zonas analizadas en el embalse de Urrúnaga



ZONAS PROSPECTADAS EN EL EMBALSE DE URRÚNAGA

- | | |
|---|---|
| <p>✱ Zonas prospectadas durante el año 2012</p> <p>✱ Zonas prospectadas durante el año 2013</p> | <p>✱ Zonas prospectadas durante el año 2014</p> <p>✱ Zonas controladas durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018</p> |
|---|---|

4.1 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA A

Zona cartografiada durante el trabajo desarrollado en el año 2012, donde se detectaron 88 ejemplares vivos pertenecientes a la especie de los cuales, se marcaron 55 individuos que fueron devueltos al cauce entre el punto 2 y 3, donde se detectaron un mayor número de animales (Anexo I, Mapa 1). Se realizaron 4 transectos en esta zona, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 480 metros caracterizado por un sustrato mayoritariamente de tipo limoso con alternancia de gravas en algunos puntos.

En el 2012 se dedicó un gran esfuerzo al cartografiado de las poblaciones de náyades de este embalse y no se realizó un análisis cuantitativo detallado de las poblaciones de mejillones cebra presentes sobre cada una de las colonias de náyades. Estos análisis comenzaron a realizarse en el año 2013, por lo que esta campaña de muestreos debe considerarse como el sexto año de seguimiento de la afección del mejillón cebra sobre esta colonia de náyades.

4.1.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Este año se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados en años anteriores, con el fin de evaluar el grado de colonización que va experimentado esta población de náyades a lo largo del tiempo. Los resultados obtenidos durante esta campaña se muestran en las figuras 4-7. Se han contabilizado un total de **6.410 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 de náyades marcadas. Estos resultados se traducen en una media de **320,5 mejillones/uniónido**. Los resultados obtenidos en 2018 son muy superiores a los observados durante el periodo de seguimiento 2013-2017, cuando se detectaron unos índices de 10,8, 171,5, 10,5, 26,4, 112,4 mejillones/uniónido, respectivamente. Hasta esta última campaña, los resultados de infestación más elevados en esta zona correspondían al año 2014 (2.230 mejillones medidos sobre las 20 náyades marcadas; 171,5 mejillones/uniónido), cuando se produjo un pico de colonización e infestación muy significativo sobre esta colonia de náyades que, en los años 2015 y 2016, volvió a disminuir a los valores bajos de afección detectados inicialmente (2013). En el año 2017 se volvió a observar un incremento significativo en la densidad de mejillones cebra sobre esta colonia, que en 2018 ha triplicado su valor, llegando a alcanzar una media de 320,5 mejillones/uniónido, muy por encima del ratio de 100 mejillones/uniónido, umbral a partir del cual se puede considerar letal la infestación para una náyade.

El tamaño predominante de los mejillones recolectados es ≤ 5 mm. que caracteriza al 64,1% (4.107 individuos) de los mejillones recolectados en esta población, seguido de un 29,1% de individuos (1.867 mejillones) con tamaños comprendido entre 0,5-1 cm. Estos tamaños podrían corresponder a los dreissenidos fijados en dos periodos diferentes de la época de verano en el que toma especial relevancia el último pico de reproducción, probablemente producido entre el mes de agosto y septiembre. Estos datos coinciden con la dinámica observada en las campañas 2013, 2014, 2015 y 2017. Sin embargo, presenta una diferencia notable respecto a los resultados del año 2016, donde tan solo un 8,8% de mejillones presentaban un tamaño ≤ 5 mm.

En la figura 7 se observa las diferencias en el grado de colonización sufrida por esta población durante los diferentes años de seguimiento. La principal diferencia radica en el número de ejemplares fijados entre finales del verano y principios del otoño (talla ≤ 5 mm). Excepto en el año 2016, en el resto de campañas de seguimiento (2013, 2014, 2015, 2017 y 2018) esta ha sido la talla predominante de los mejillones recogidos en esta población, indicando un importante reclutamiento de individuos entre finales de verano y principios de otoño. En el año 2016 resultaron mayoritarios los ejemplares procedentes del pico de reproducción de inicios de verano (50,5%, 1-1,5 cm), observando también un aumento significativo, en comparación con los años precedentes, de los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (13,5%, 1-1,5 cm) y de los individuos fijados en años anteriores que habían conseguido establecerse (13,9%, 2-2,5 cm). El aumento observado en 2016 de ejemplares de mayor tamaño que han conseguido fijarse y establecerse en la población

de náyades, quizás sea la respuesta al aumento significativo de la tasa de fijación sobre las náyades observada en la campaña del 2017.

A la presencia de una mayor densidad de mejillones ceбра en la anterior campaña del 2017, hay que sumar el mayor volumen de agua presente en este embalse a lo largo de la época estival y otoñal, por encima de la media de los últimos años. Generalmente, este embalse sufre una disminución paulatina de la cota de agua a lo largo del último trimestre anual, llegando en ocasiones a alcanzar niveles por debajo del 50% del volumen del embalse. Esta disminución de volumen de agua embalsada tiende a provocar una mortandad de los agregados de mejillones ceбра situados en las zonas del embalse que quedan expuestas. Sin embargo, en el 2018 la disminución de la cota de agua durante la época estival y otoñal resultó mucho menor que la observada en años anteriores, favoreciendo la supervivencia de los mejillones situados en zona más someras que no han quedado expuestos a la desecación. Este hecho podría ser la causa del incremento de la densidad de mejillones ceбра fijados sobre la colonia de náyades que ocupa esta zona, que hasta el momento se había mantenido como una de las zonas con menor densidad de mejillones medidos sobre las náyades que ocupan este embalse.



Imágenes que muestran el aspecto del área de muestreo en la Zona A y la afección que sufren las náyades en este punto por parte de la especie *Dreissena polymorpha*.

Figura 3 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

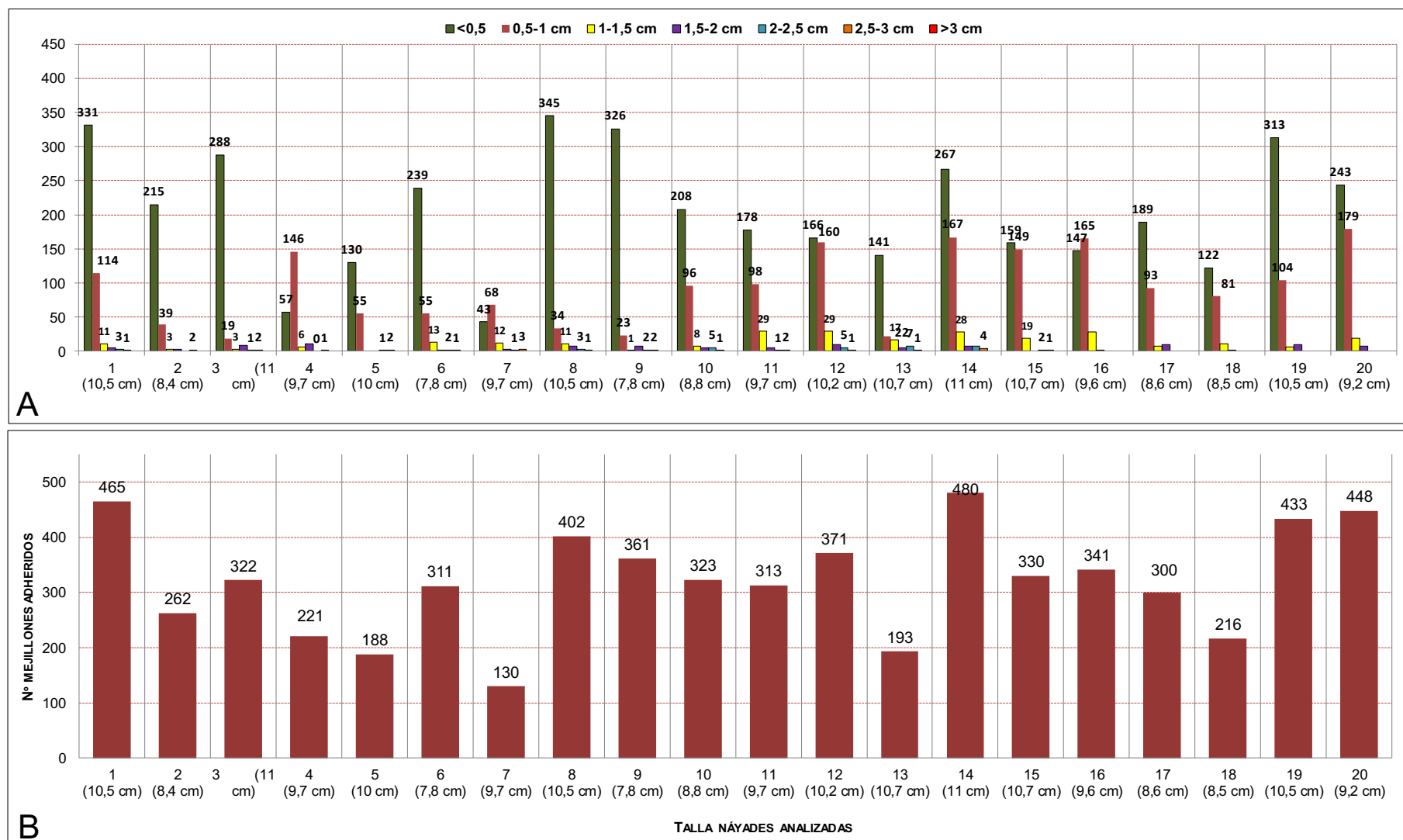


Figura 4 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Año 2018.

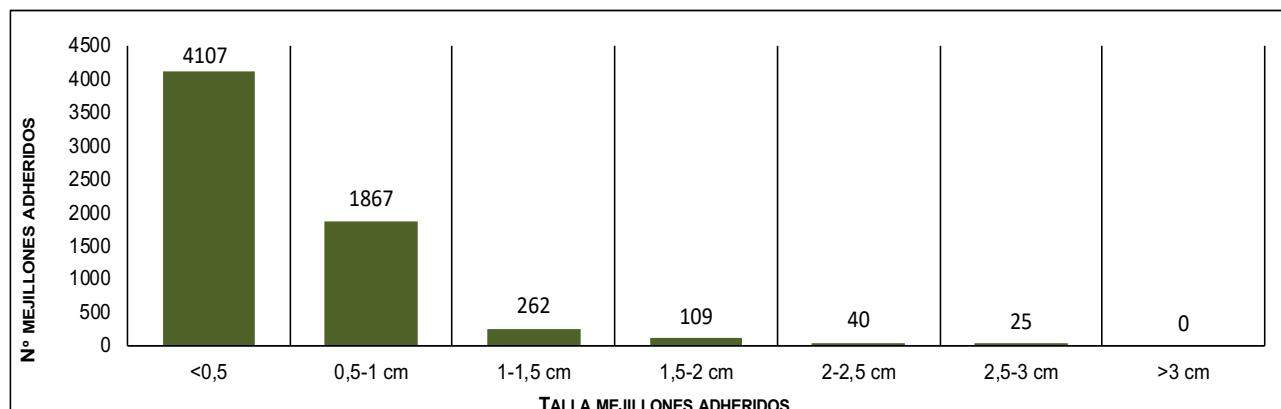


Figura 5 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

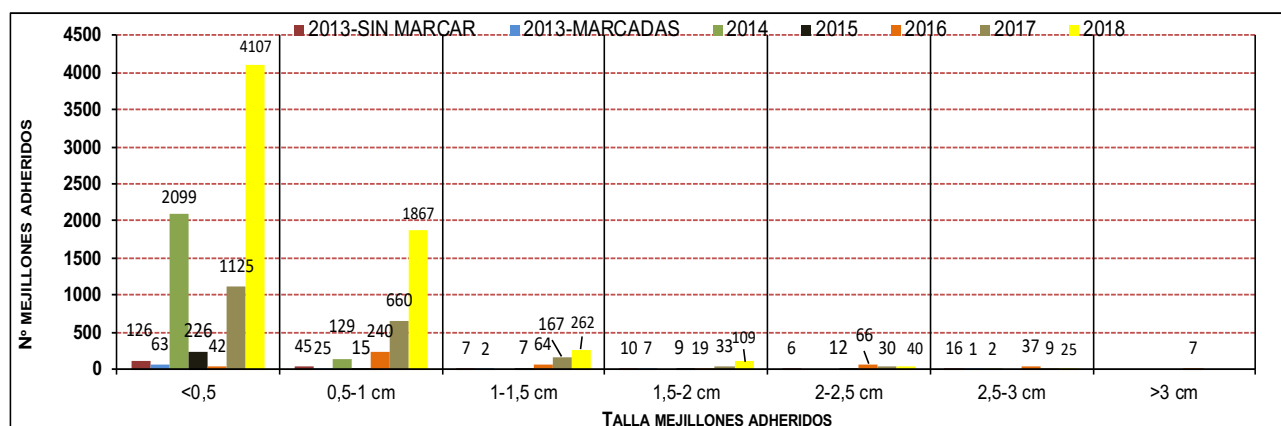
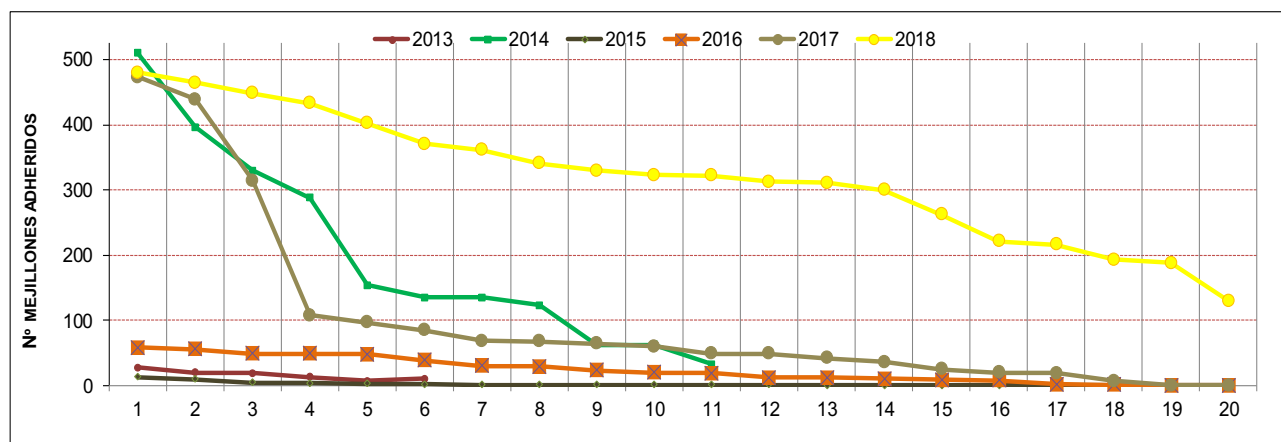


Figura 6 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-Nº total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
6.410 individuos (320,5 individuos/uniónido).

4.2 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA B

Zona cartografiada durante el trabajo desarrollado en el año 2012, donde se muestrearon 8 transectos, correspondientes a un perímetro de aproximadamente unos 950 metros (Anexo I; Mapa 3). Durante ese año se localizó en esta zona la colonia de *Anodonta anatina* más numerosa detectada hasta el momento en este embalse. Se contabilizaron 542 ejemplares vivos de los cuales se marcaron 415 individuos. Atendiendo principalmente a las características del sustrato y a la morfología de las orillas, se diferenciaron dos áreas muy distintas e interesantes para poder establecer una comparativa entre ambas, en cuanto al grado de infestación y afección del mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades de esta zona:

1. Zona B1: área correspondiente a la zona abierta del embalse, de orillas prácticamente rectas y con alguna pequeña entrada de agua que se seca en la época de otoño y que no resulta óptima para albergar náyades (transectos 5, 6, 7, 8 y 9). Domina un sustrato muy homogéneo donde predominan las gravas asentadas, muy favorables para la presencia de unionidos, algo colmatadas por finos justo en la zona de la orilla. En algunos puntos también se observaron cantos y bloques de piedra, abundantes a lo largo del recorrido. En esta área se recogieron 450 ejemplares, de los cuales se marcaron 323.
2. Zona B2: correspondiente a un área de ensenada, de orillas sinuosas y con pendiente pronunciada, donde domina un sustrato blando de tipo limosos con zonas donde se acumula el fango (transectos 10, 11 y 12). En esta área se recogieron y marcaron 92 ejemplares que se devolvieron al agua en el área situada entre el punto 12 y 13, donde se observó la mayor densidad de unionidos y una menor presencia de *Dreissena polymorpha* sobre las náyades.

Aunque esta zona se evaluó por primera vez en el año 2012, hasta el año 2013 no se comenzó a realizar un análisis cuantitativo detallado de la población de mejillón cebra que infesta estas colonias de náyades. Por lo tanto, aunque este sería el sexto año de evaluación de esta zona, esta última campaña de muestreos (año 2018) debe considerarse como el sexto año del seguimiento de la afección del mejillón cebra sobre las náyades marcadas en 2012, recapturadas y desinfestadas en años sucesivos. En la anterior campaña de muestreos (año 2017) se intentó continuar con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados en estas dos áreas, pero tan solo fue posible evaluar la población B2 debido a que tan solo se pudieron recapturar 6 de los ejemplares marcados sobre los que se lleva efectuando el seguimiento a lo largo de este tiempo. El problema para detectar los ejemplares de esta zona se atribuyó entonces a las condiciones que presentaba el embalse en la época en la que se efectuaron los muestreos. Al hecho de que resulta muy complicado distinguir las piedras tapizadas de mejillones y las náyades colonizadas por agregados de mejillón cebra, en 2017 se sumaba una proliferación masiva de macrófitos y algas que tapizaban extensas superficies de sustrato en esta zona. Sin embargo, durante esta última campaña, en 2018, se ha vuelto a realizar un muestreo exhaustivo de la zona B1 y, a pesar de que no se han detectado grandes densidades de macrófitos tapizando el sustrato, tan solo se han podido recuperar 3 ejemplares, insuficientes para poder continuar con el seguimiento de esta zona. Hay que destacar que, durante los muestreos del 2018, este embalse presentaba un nivel de agua superior a la media de los últimos 10 años, lo que podría influir en la detección de las náyades. No obstante, en 2016 se estimó una pérdida del 89% de la población de náyades que ocupaba esta zona, situación que, de acuerdo a los datos obtenidos durante esta campaña se ha agravado aún más durante los dos últimos años y que seguramente sea la razón principal por la que no es posible recuperar un mayor número de ejemplares marcados en anteriores campañas.

4.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos para los 20 ejemplares recapturados en la zona B2 se muestran en las figuras 7-10.

Se han contabilizado un total de **8.789 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas, lo que se traduce en una media de **439,45 mejillones/individuo**, un índice de fijación significativamente superior al registrado en años previos (2013-2017) (Figura 10). Desde el año 2014, cuando se comenzó el seguimiento de las náyades marcadas en esta zona, se ha venido observando un incremento paulatino del índice de fijación de dresissenidos sobre esta población, alcanzando en 2017 el índice más alto medido hasta entonces, contabilizando un total de 3.250 mejillones cebra y una media de 203,1 mejillones/uniónido (Tabla 4). Sin embargo, durante el año 2018, este índice de fijación se ha duplicado, alcanzando un índice medio de 439,5 mejillones/uniónido, indicando un agravamiento de la situación que sufre esta colonia de náyades. Este incremento tan significativo, podría estar relacionado con el nivel de agua que han mantenido este embalse durante la época estival y otoñal en 2018, muy superior a los últimos años y que ha podido favorecer la supervivencia y reproducción de los ejemplares de mejillón cebra que ocupan y comparten con las náyades las zonas más someras y que en años anteriores morían cuando disminuía la cota de agua de este embalse.

Al igual que en años anteriores, el tamaño $\leq 5\text{mm}$, que caracterizaría a los ejemplares nacidos hacia finales del verano e inicio del otoño, sigue representando a la mayor parte de los ejemplares fijados durante el 2018 (5.189 individuos; 59%). Se observa un incremento, respecto a los dos años anteriores, de los ejemplares con talla comprendida entre 0,5-1 cm, procedentes de un evento reproductor a inicios del verano (2.745 individuos; 31,2%). Tan solo se ha detectado un 6,2% de ejemplares cuya talla (1-1,5 cm) corresponden a ejemplares fijados durante la época de primavera, rango de tamaño que en esta población siempre ha tenido una escasa representación, subrayando la importancia que tiene en esta zona los eventos reproductores que se dan durante la época estival y otoñal.



Imágenes que muestran el área de muestreo en la zona B2 y la afección que sufren las náyades en este punto por parte de la especie *Dreissena polymorpha*

Figura 7 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

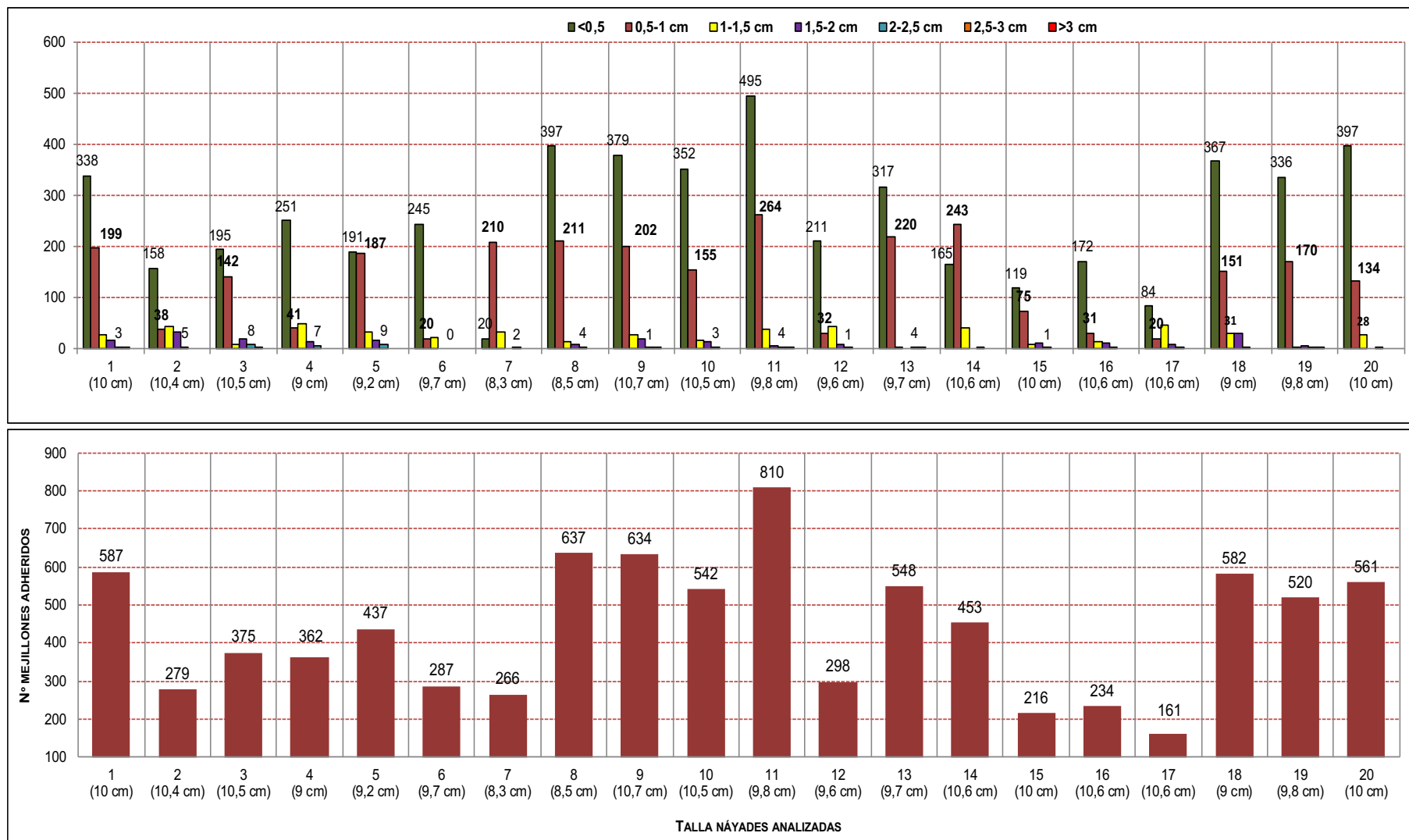


Figura 8 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Año 2018.

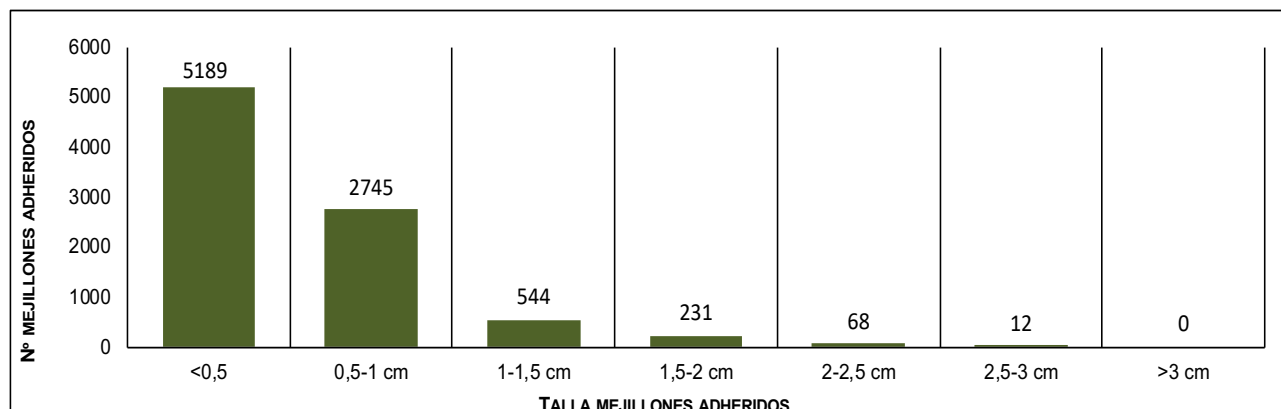


Figura 9 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

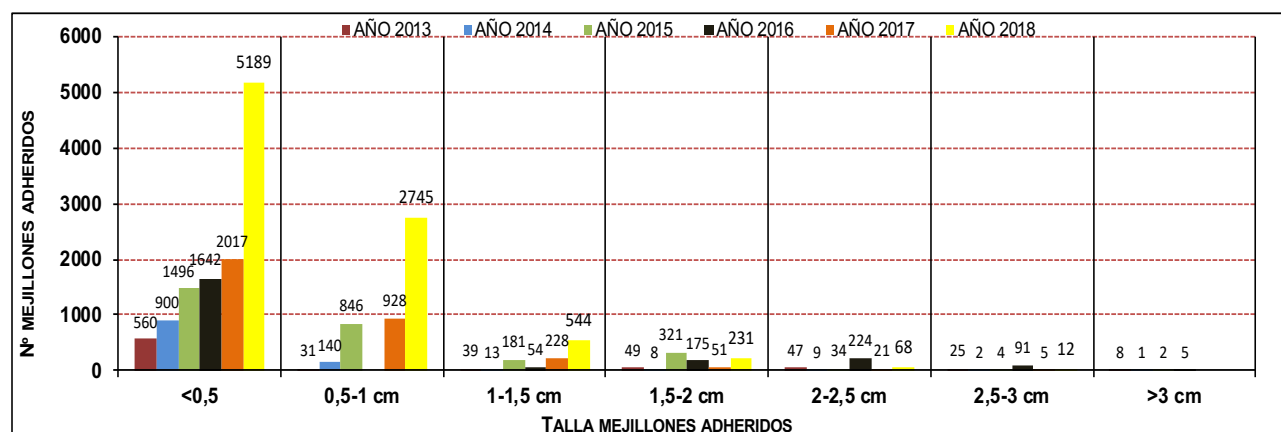
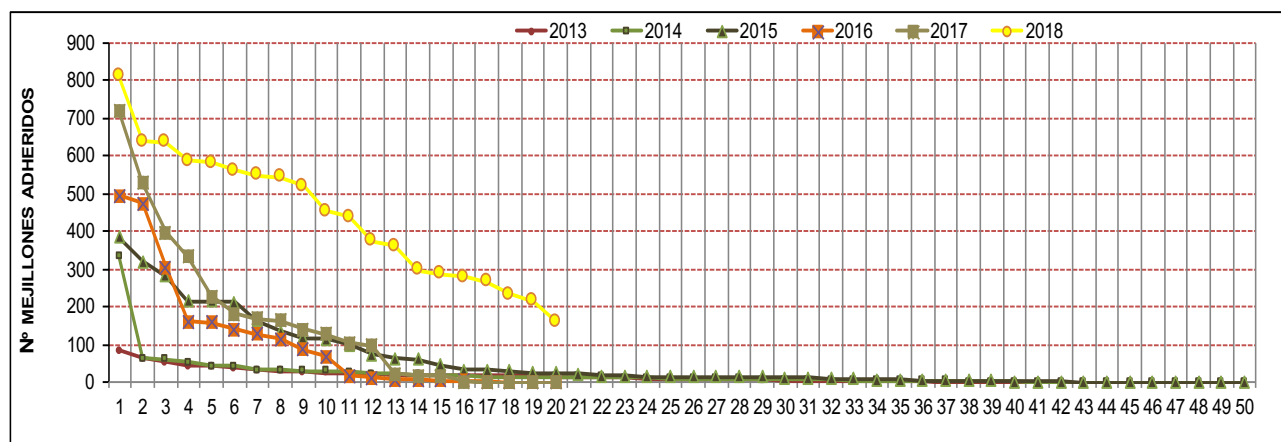


Figura 10 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
8.789 individuos (433,5 individuos/uniónido).

4.3 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA C

Zona cartografiada por primera vez en el estudio realizado en el año 2012, donde se muestrearon 6 transectos, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 740 metros (Anexo I, Mapa 5), caracterizados por un sustrato predominantemente limoso. En total se detectaron 187 ejemplares vivos pertenecientes a la especie *Anodonta anatina* de los cuales se marcaron 73 individuos. Al igual que otras zonas donde predomina el sustrato de tipo limoso, la mayor parte de los ejemplares aparecían completamente enterrados en el sustrato blando, asomando únicamente los sifones.

En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia. En este caso, durante el trabajo desarrollado en el 2013 se cuantificó el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfestados previamente en 2012, con el fin de determinar la capacidad de fijación de *Dreissena polymorpha* en esta zona en un año. Además, también se tomó una muestra de 20 anodontas a los que no se les había eliminado los dreissenidos adheridos en la anterior campaña (2012), con el fin de determinar la afección sufrida por esta colonia de náyades desde el inicio de la colonización.

4.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

En 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2017, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años. Los resultados obtenidos durante esta campaña se muestran en las figuras 11-14. El grado de colonización medido este año es significativamente superior al registrado en los primeros años de seguimiento, años 2013, 2014 y 2015 (11,95, 30,1 y 44,7 mejillones/uniónido, respectivamente). En 2016 se registró un incremento notable de este índice (1.302 individuos; 217 mejillones/uniónido), que continuó aumentando en 2017 (1.808 ejemplares; 301,3 mejillones/uniónido). Tanto en la campaña del 2016 como del 2017, el 80% de las náyades recogidas se encontraban libres de mejillón cebra, pero las almejas infestadas portaban un gran número de individuos adheridos, lo que explica los altos índices de fijación registrados durante esas dos campañas. En 2018 se han contabilizado un total de **7.458** mejillones cebra adheridos sobre las 20 náyades recapturadas, 2 de las cuales no presentaban dreissenidos fijados, lo que se traduce en una media de **414,3** mejillones/uniónido. A diferencia de años anteriores, el 90% de las náyades recapturadas en 2018 presentaban mejillones cebra adheridos, lo que explica el aumento tan significativo en el número de mejillones contabilizados.

Destacar que, tanto en 2016 como en 2017, las náyades libres de mejillón cebra se localizaban en la zona más interna de la ensenada, más resguardadas de las corrientes y caracterizada por un sustrato blando con ausencia de gravas y piedras. Además, es la zona más afectada por las oscilaciones del nivel de agua del embalse, donde en la época de otoño, cuando se produce la mayor bajada del nivel, llega a quedarse sin agua. Todo ello parece dificultar el asentamiento del mejillón cebra en esta zona. Durante 2018, esta ensenada presentaba un nivel de agua más elevado que en años anteriores, dificultando el muestreo de las náyades enterradas en el sustrato de limo. Por ello la mayor parte de los ejemplares se recolectaron en la zona más externa de la ensenada, con presencia de gravas y más fácil de muestrear con cotas altas de agua embalsada. En esta zona más externa, *Dreissena polymorpha* presenta una mayor capacidad de establecimiento, tal y como muestran los resultados obtenidos durante esta última campaña, tanto para el número de náyades infestadas como para el índice de fijación obtenido.

Al igual que años anteriores, el rango de tamaño predominante es el ≤ 5 mm. que caracteriza al 62,5% de los mejillones recolectados en esta población (4.663 individuos), seguido de un 29,4% de individuos con tamaños comprendido entre 0,5-1 cm (2.196 mejillones). Estos tamaños podrían corresponder a los dreissenidos fijados

en dos periodos diferentes de la época de verano en el que toma especial relevancia el último pico de reproducción, probablemente producido entre el mes de agosto y septiembre. La presencia de un mayor volumen de agua durante la época estival y el otoño, en comparación con años anteriores, ha podido favorecer unos mayores índices de reproducción de los dreissenidos, favoreciendo mayores índices de fijación sobre las náyades. Destacar, que al igual que se ha observado en otras poblaciones de este embalse, en esta zona también se ha producido un aumento, con respecto a años anteriores, del número de ejemplares con tamaños superiores a 1,5 cm. (325 individuos), talla que caracteriza claramente a ejemplares fijados en años anteriores. La presencia de estos ejemplares sobre estas náyades, desinfestadas en el otoño del 2017, puede deberse a la capacidad de movimiento de los ejemplares adultos para cambiar de lugar y sustrato y/o a la fijación de las larvas en la época de otoño del 2017, posteriormente al muestreo y limpieza de náyades realizado en esta población.

Atendiendo a los resultados obtenidos en esta campaña, la colonización que ha sufrido esta población a lo largo del año 2018, es superior a la detectada en años anteriores. Pero, debe diferenciarse entre los ejemplares que viven en la zona más interna de la ensenada, menos afectados que aquellos situados en la zona externa, donde la afección del mejillón cebra es mayor, seguramente favorecida por el tipo de sustrato, más propicio para su colonización y donde la población de náyades se encuentra seriamente amenazada por la especie *Dreissena polymorpha*.



A la derecha una náyade viva recogida en la zona C e infestada de mejillones cebra. A la izquierda una náyade marcada y localizada muerta durante esta campaña del 2018, con una densidad de mejillones adheridos muy similar a la que presenta la náyade que aún permanece viva en esta zona

Figura 11 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.



Figura 12 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Año 2018.

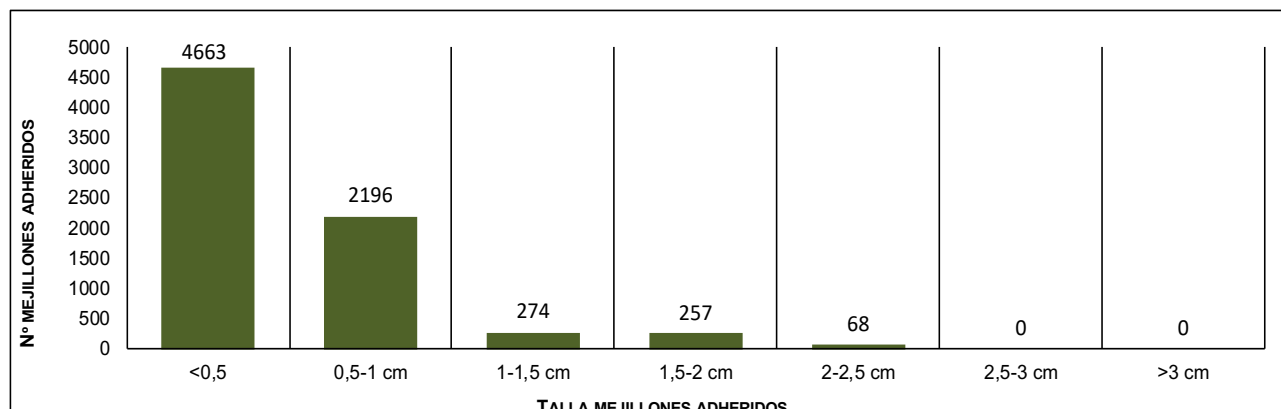


Figura 13 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

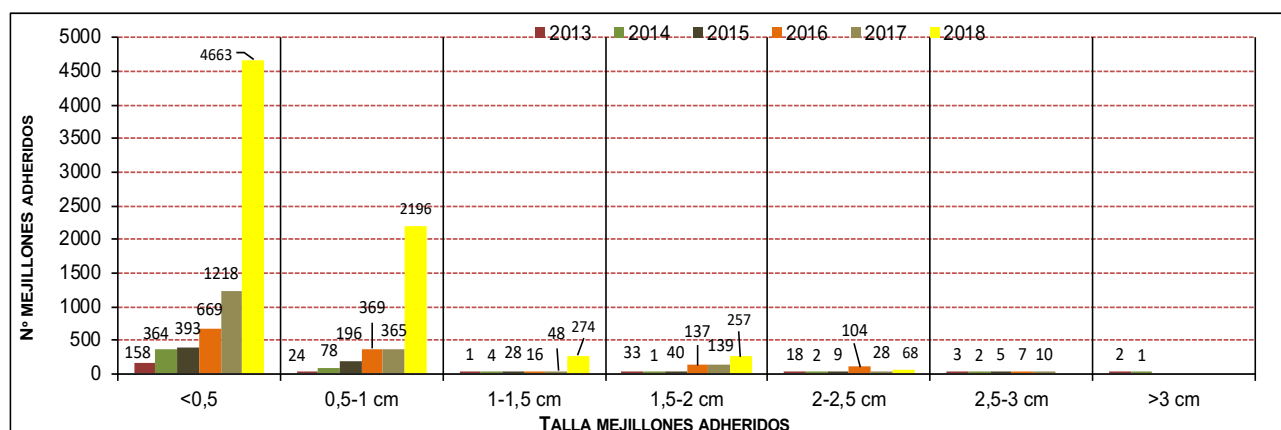
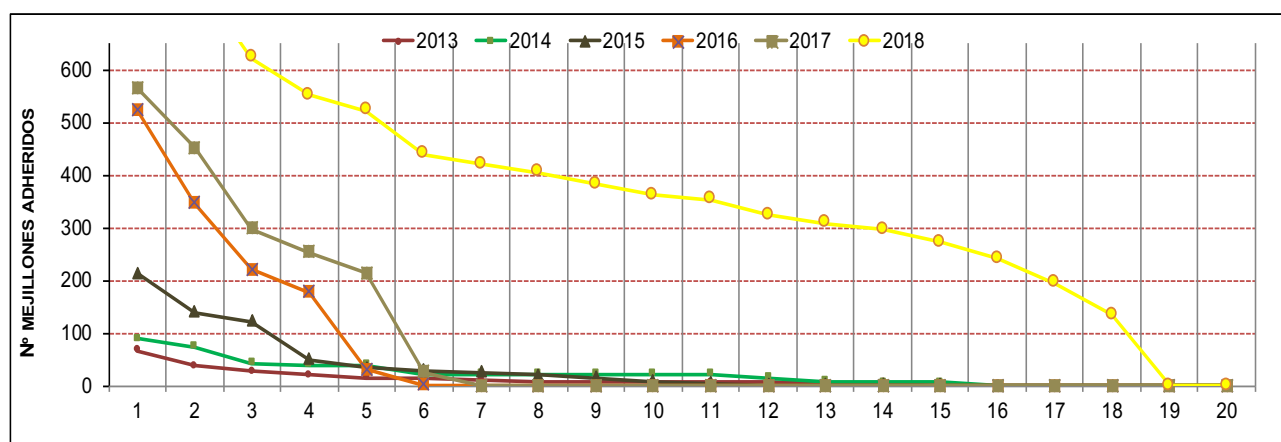


Figura 14 . Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
7.458 individuos (414,3 individuos/uniónido).

4.4 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA E

Zona cartografiada durante el trabajo desarrollado en el año 2012, donde se muestrearon 4 transectos recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 500 metros (Anexo I, Mapa 6). Se trata de una ensenada amplia donde los muestreos se focalizaron principalmente en la parte más central. En toda esta área predomina un sustrato blando de tipo limoso muy difícil de muestrear en la zona más interna de la lengua de agua debido a la colmatación por finos que sufre esta zona.

En esta población, el análisis cuantitativo de la población de mejillones cebra que afecta a la colonia de náyades se comenzó a realizar en el año 2014, cuando se tomó una muestra de 20 ejemplares, no analizados previamente, y se contabilizó la densidad de dreissenidos fijados sobre sus valvas. Desde entonces, y hasta la campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de estos ejemplares marcados, con el fin de evaluar el grado de colonización que va experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años. Por lo tanto, aunque este sería el sexto año que se visita la zona, esta campaña de muestreos debe considerarse como el quinto año del seguimiento de la afección del mejillón cebra.

4.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 15-18. Se han contabilizado un total de **12.299 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **614,9 mejillones/uniónido**, el mayor índice de fijación detectado hasta el momento en esta población y el mayor índice observado en este embalse durante la campaña de muestreos del 2018.

Atendiendo a la evolución de la colonización en esta población (Tabla 4: Figura 18), se observa un aumento del 2014 (98,5 mejillones/uniónido) al 2015 (120,3 mejillones/uniónido), seguido de un pequeño descenso en 2016 (100 mejillones/uniónido) y un nuevo incremento en 2017 (172,1 mejillones/uniónido) que se ha visto triplicado en 2018, alcanzando un índice de 614,5 mejillones/uniónido. Para entender este incremento tan significativo hay que destacar que, a diferencia de años anteriores, todas las náyades recapturadas en 2018 presentaban mejillones adheridos, aunque con diferencias muy significativas en el grado de infestación (Fig 15). El hecho de que algunas náyades porten un bajo número de mejillones (náyade nº 19: 2 mejillones adheridos), mientras que otras soporten una gran cantidad de individuos fijados (náyade nº 12: 1.399 mejillones adheridos), es atribuible a su localización. La zona E se localiza en una ensenada muy amplia, en cuyo interior predomina un sustrato blando de tipo limoso, donde la mayor parte de los ejemplares aparecían completamente enterrados en el sustrato blando, asomando únicamente los sifones y dificultando la colonización y fijación de los mejillones cebra. En las zonas más externas, el sustrato blando se alterna con zonas de gravas que favorecen el establecimiento de grandes agregados de mejillón cebra en esta zona, los cuales seguramente sean responsables del aumento de fijación sobre las náyades que se viene observando a lo largo del tiempo. Durante la campaña del 2018, se han recogido un mayor número de ejemplares en el exterior de la ensenada que en el interior, ya que el nivel de agua que presentaba este año el embalse era significativamente más elevado que en años anteriores y dificultaba significativamente el muestreo en la zona interior, con predominio de sustrato de limo y fango. Resaltar que en la zona más externa de esta ensenada se están alcanzando valores de fijación similares a los detectados en la zona B1 de este embalse, donde la colonia de náyades que ocupaba este área se puede dar prácticamente por desaparecida.

Al igual que en años anteriores, el tamaño predominante es el ≤ 5 mm que caracteriza al 47,2% de los individuos contabilizados (5.808), y que podría corresponder a los dreissenidos fijados en la época de finales de verano, principios de otoño. Sin embargo, en 2018 se observa una disminución significativa, respecto a años anteriores, en el porcentaje de esta clase de edad, favoreciendo el aumento del porcentaje de ejemplares con talla comprendida entre 0,5-1 cm (3731 individuos; 30,3%), que podrían corresponder a los ejemplares procedentes

de un pico de reproducción ocurrido al inicio del verano. El siguiente rango de tamaños en importancia durante esta campaña del 2018, corresponde a los mejillones con talla comprendida entre 1-1,5 cm (1.930 individuos; 15,7%), que podrían corresponder a los ejemplares procedentes del pico de reproducción al inicio de primavera, con escasa representación en esta población en años anteriores. Destacar, que al igual que se ha observado en otras poblaciones de este embalse, en esta zona también se han recogido ejemplares con tamaños superiores a 2 cm. (245 individuos) sobre las náyades que se limpiaron durante el otoño del 2017. La presencia de estos individuos puede deberse a la capacidad de movimiento de los ejemplares adultos para cambiar de lugar y sustrato y/o a la fijación de las larvas en la época de otoño, posteriormente al muestreo realizado en esta población.



Imagen donde se puede observar la afección que sufren las náyades que ocupan la zona E, con mejillones cebra de diferentes tamaños adheridos

Figura 15 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 15 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

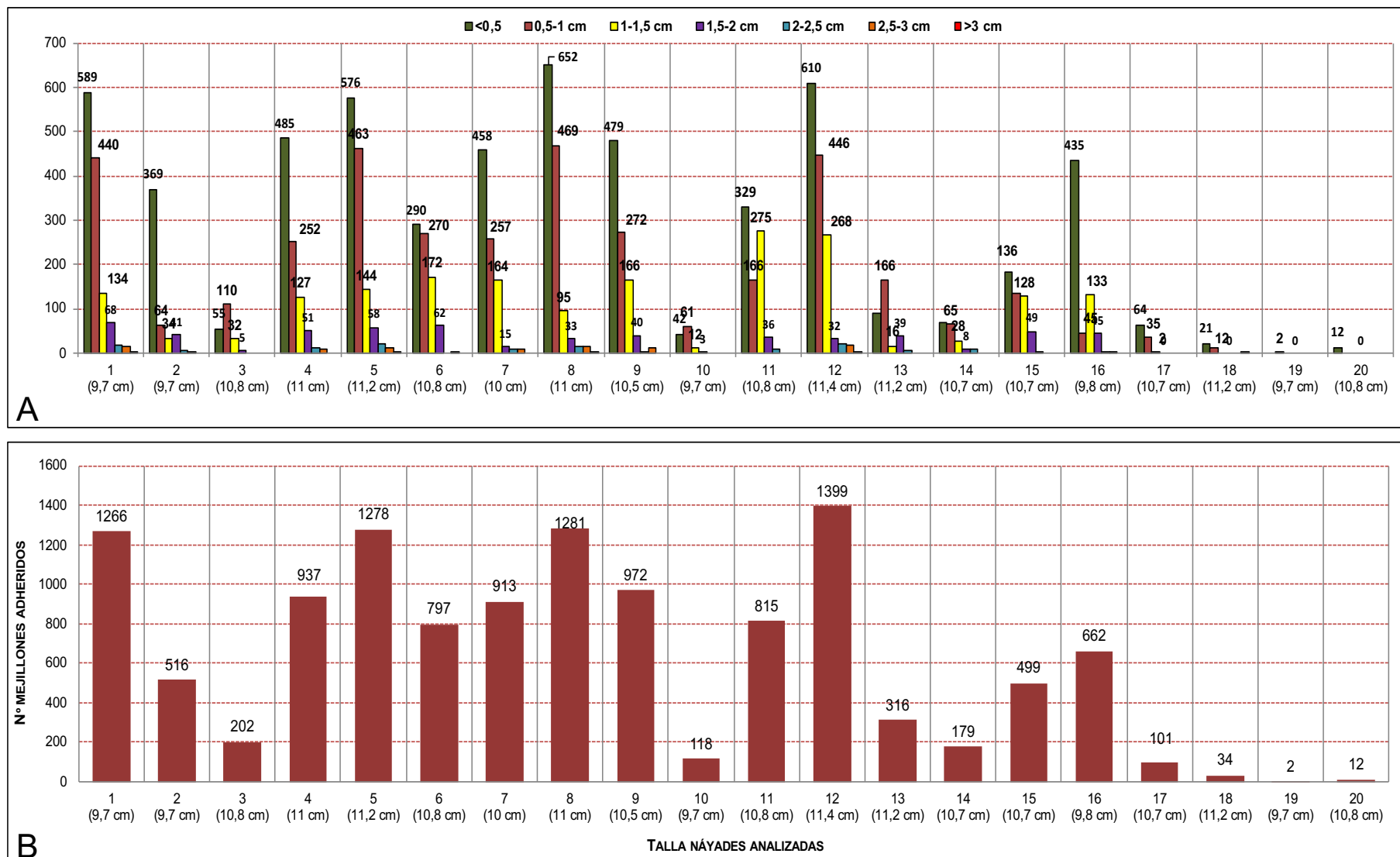


Figura 16 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 15 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Año 2018.

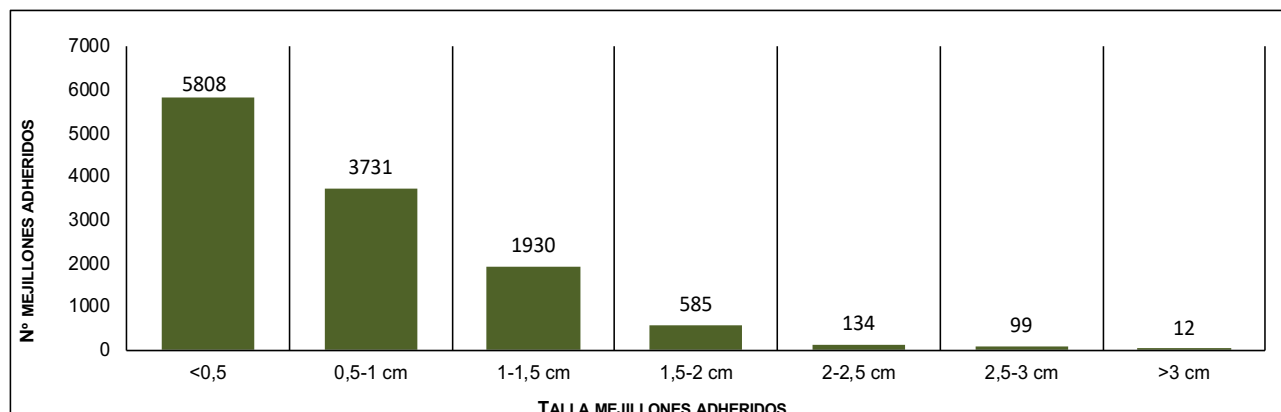


Figura 17 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 15 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

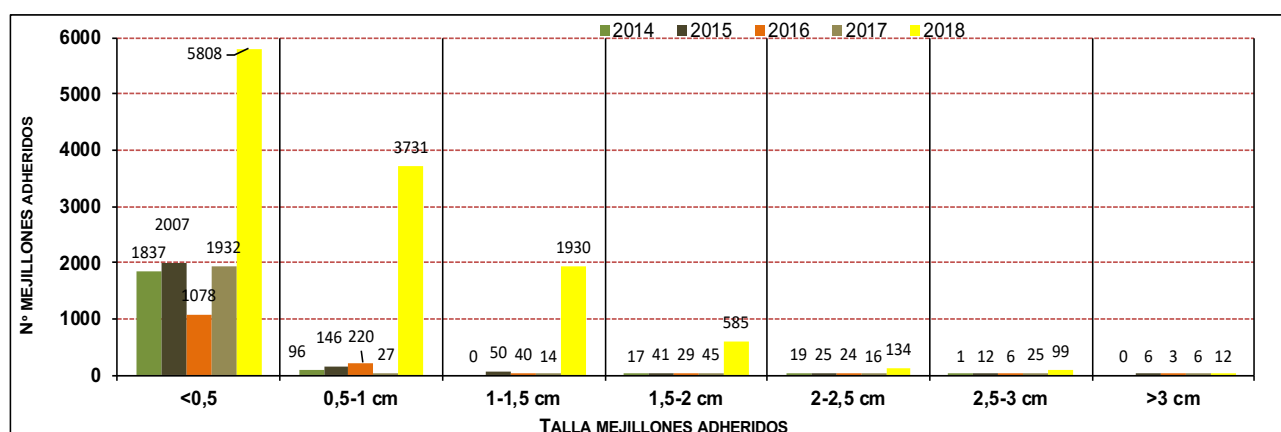
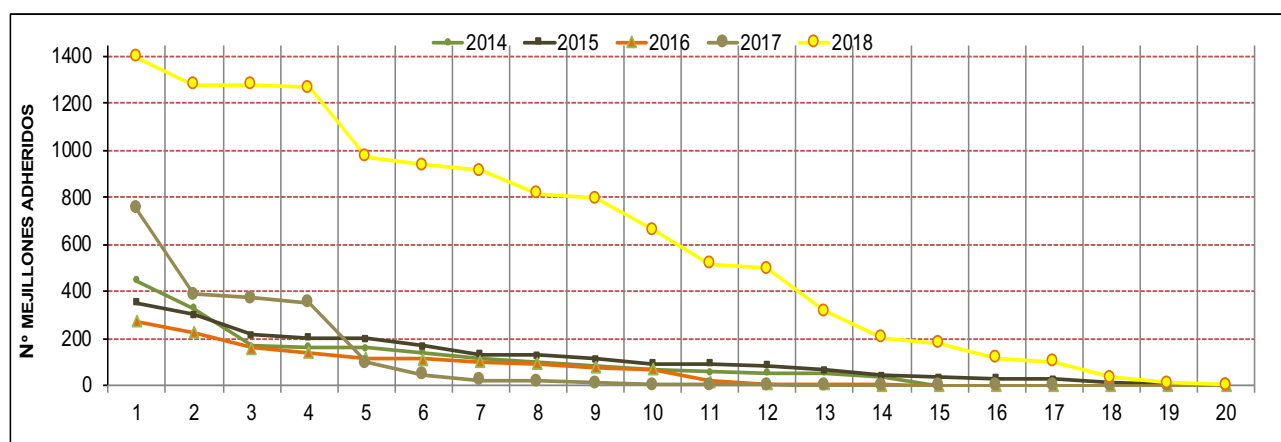


Figura 18 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 5 ejemplares de *Anodonta anatina*: **12.299 individuos (614,95 individuos/uniónido).**

4.5 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA H

Zona cartografiada por primera vez en el estudio realizado en el año 2012, donde se muestrearon 20 transectos, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 2.200 metros (Anexo I, Mapa 7), caracterizado mayoritariamente por un sustrato donde predominan las gravas, pero cubierto en muchos tramos por arcillas y limos. Al tratarse de un recorrido muy largo las náyades recogidas y marcadas en 2012 fueron devueltas a una pequeña ensenada situada en el tramo 61, donde se ha establecido el punto de control de la afección en esta área.

En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia. Durante este trabajo se cuantificó el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfestados previamente en 2012, con el fin de determinar la capacidad de fijación de *Dreissena polymorpha* en esta zona en un año. Además, también se tomó una muestra a los que no se les había eliminado los dreissenidos adheridos en la anterior campaña (2012), con el fin de determinar la afección sufrida por esta colonia de náyades desde el inicio de la colonización. Durante este año 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013- 2017, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años.

En la anterior campaña del 2017, tan solo se pudieron recuperar 12 de los ejemplares marcados que hay en esta zona de seguimiento, ya que cuando se acudió a realizar la prospección de esta zona, misma fecha aproximada que en años anteriores, la ensenada no presentaba agua. Se pensó que la mayor parte de los ejemplares de náyades que ocupan este punto se habrían desplazado a zonas más profundas aledañas, donde el muestreo resultaba muy complicado debido a la turbidez que presentaba. Durante la campaña del 2018, la ensenada presentaba suficiente agua para albergar los ejemplares, sin embargo, tan solo se pudo recuperar una muestra de 15 ejemplares vivos, además de 4 individuos muertos. Teniendo en cuenta, los resultados obtenidos en los tres últimos años, se podría afirmar que en esta zona se está produciendo un importante descenso en el número de efectivos de la colonia de náyades. A pesar de que el tamaño de muestra es reducido, los resultados obtenidos son muy significativos.

4.5.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados se muestran en las figuras 19-22. Se han contabilizado un total de **6.062 mejillones cebra** adheridos sobre las 12 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **505,2 mejillones/uniónido**. Atendiendo a lo datos registrados en los últimos cuatro años (2015-2018), lejos de estabilizarse, el grado de colonización en esta zona ha aumentado significativamente en el último año, poniendo en peligro la supervivencia de las náyades en este punto. En el 2015 y 2016 se obtuvieron datos muy similares de fijación sobre las náyades (85,35 y 89,8 mejillones/uniónido, respectivamente), lo que parecía indicar una estabilización de la colonización. Sin embargo, en 2017 este índice se disparó hasta alcanzar un valor de 309,2 mejillones/uniónido, valor que se ha visto incrementado en la última campaña del 2018 hasta 505,2, mejillones/uniónido, un valor 10 veces superior al registrado en 2013 cuando se comenzó el seguimiento de esta población. Por lo tanto, se puede considerar que esta población presenta un grado de colonización importante, muy indicativo de la situación de riesgo que presenta esta colonia de náyades, donde en 2016 se estimó una pérdida de efectivos del 56% y que seguramente se habrá visto incrementada en los dos últimos años. Señalar que este aumento tan significativo del índice de colonización, puede deberse a la presencia de una mayor densidad de mejillones cebra en 2017, a lo que se sumaría un mayor volumen de agua a lo largo de la época estival y otoñal, por encima de la media de los últimos años, que ha podido favorecer la supervivencia y reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras y que este año no han quedado expuestos a la desecación.

Los tamaños de los mejillones recolectados durante esta campaña revelan que los eventos de reproducción más importantes en esta población son los que se producen durante la época de verano [(Talla $\leq 5\text{mm}$.: 57,5%, 3.483 individuos; Talla 0,5-1 cm.: 31,9%, 1.932 individuos)], datos son muy similares a los observados en años anteriores. Al igual que en 2017, en esta ultima campaña la presencia de ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera con tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm, presentan una escasa representación (Talla 0,5-1 cm.: 9,3%, 562 individuos).



Imágenes que muestran el área de muestreo en la zona H y a una náyade recapturada en esta zona, incapaz de cerrar completamente las valvas como consecuencia de las deformaciones que le causa la fijación de los mejillones cebra.

Figura 19 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona H. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

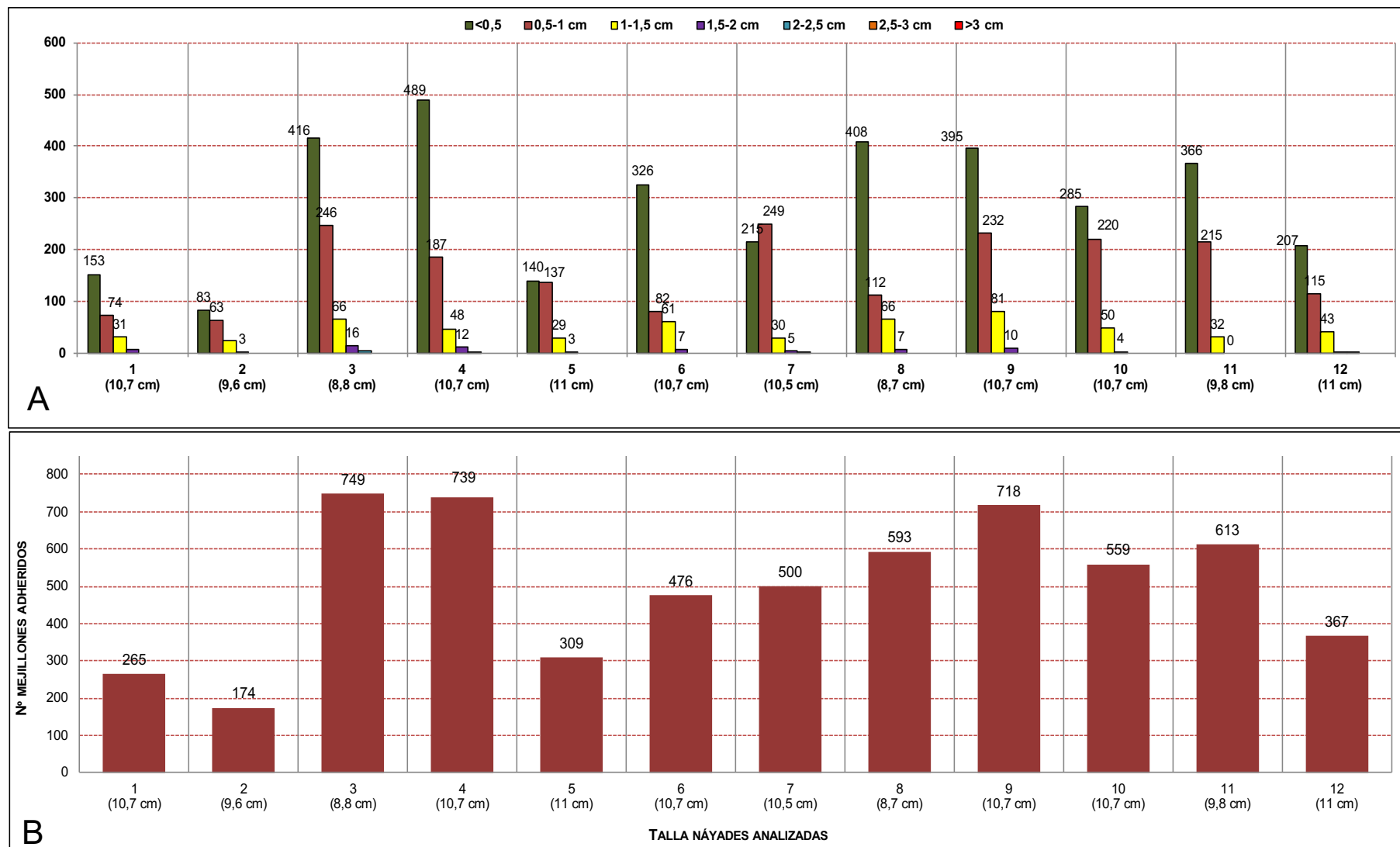


Figura 20 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona H. Año 2018.

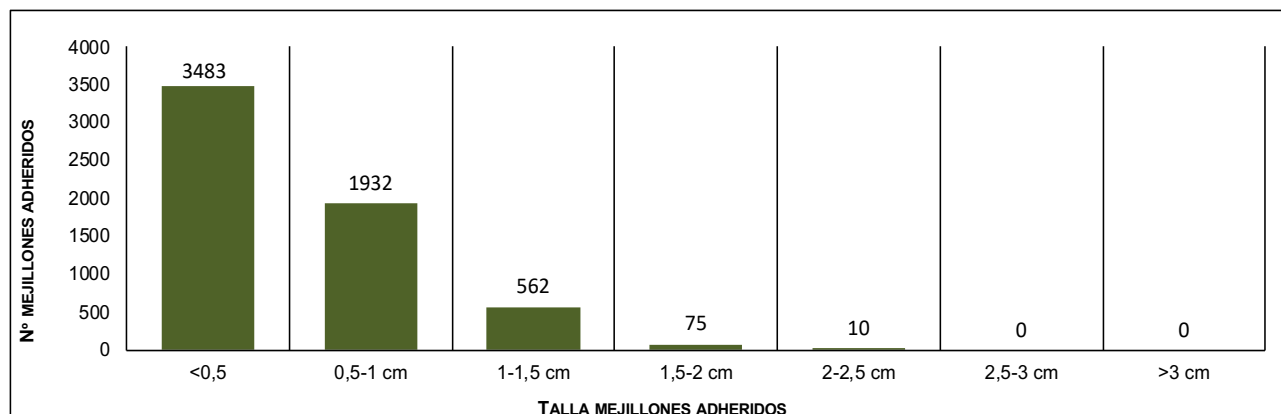


Figura 21 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona H, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

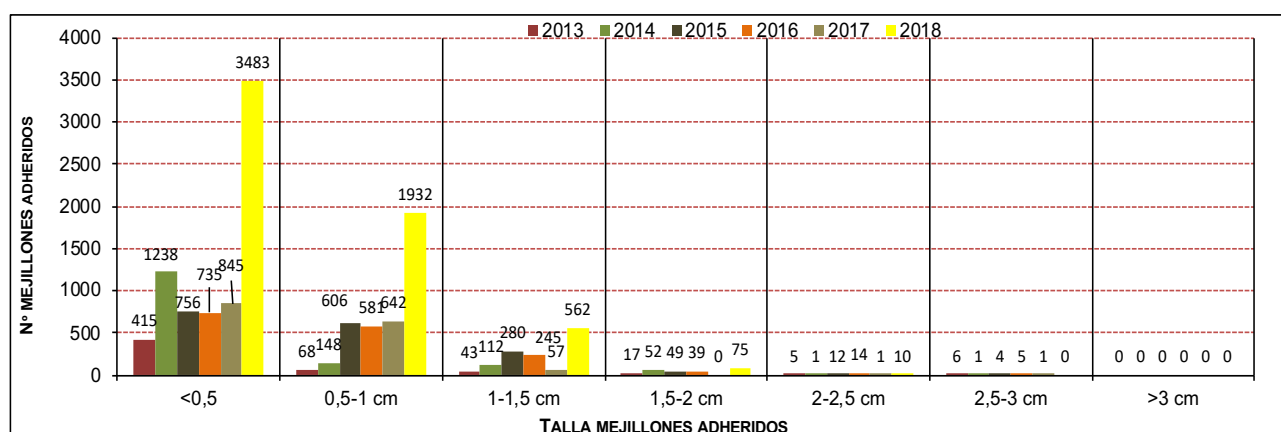
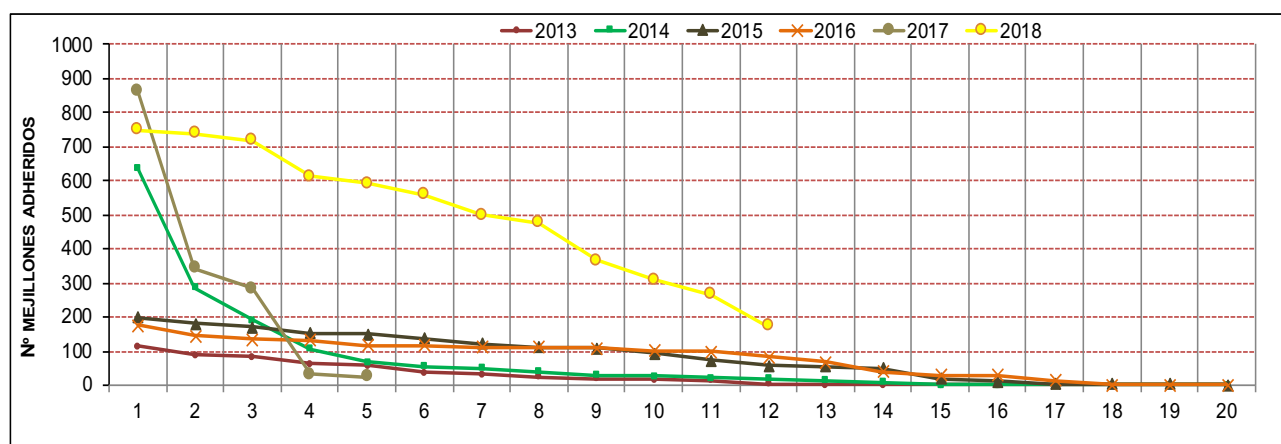


Figura 22 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona H, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 5 ejemplares de *Anodonta anatina*: **6.062 (505,2 individuos/uniónido).**

4.6 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA L

Zona cartografiada por primera vez en el estudio realizado en el año 2013, donde se muestrearon 12 transectos, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 1.3991 metros (Anexo I, Mapa 8), caracterizados por un sustrato de tipo limo-arcilloso, con presencia de algunas playas de gravas en puntos concretos. A lo largo de estos muestreos se localizaron 309 ejemplares vivos de la especie *Anodonta anatina* 202 ejemplares juveniles con tamaños comprendidos entre 3 y 5 cm. lo que apunta a esta zona como un punto muy importante a tener en cuenta en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en este embalse. Los 107 ejemplares restantes corresponden a ejemplares adultos.

En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia, cuantificando el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfestados previamente en 2012. Durante el año 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2017 con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años.

4.6.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en los Gráficos 23-26. Se han contabilizado un total de **4.630 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **231,5 mejillones/uniónido**, valores muy superiores a los obtenidos en años previos. Al igual que otras zonas de seguimiento en este embalse, los resultados obtenidos año tras año reflejan claramente un aumento paulatino del grado de colonización que sufre esta colonia, alcanzando en 2017 la tasa más alta de fijación medida hasta entonces, con una media de 92,3 mejillones/uniónido. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos en 2018, este índice se ha duplicado en tan solo un año (**231,5 mejillones/uniónido**). Aunque se trata de uno de los índices más bajos detectados a lo largo del 2018 en este embalse, es necesario señalar que durante esta campaña se ha superado en esta colonia el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades.

En anteriores campañas de seguimiento, con excepción del 2017, el mayor porcentaje de los mejillones recolectados presentaban un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm que se podrían asignar a un pico de reproducción ocurrido al inicio del verano y su posterior fijación entre julio y agosto. Sin embargo, durante el año 2017 esta dinámica varió, observando que un 99,2% de los mejillones recolectados sobre las náyades presentaban un tamaño ≤ 5 mm, procedentes de un pico de reproducción ocurrido a finales de verano. Los datos obtenidos en 2018 muestran una dinámica similar a la del 2017, donde el mayor porcentaje de los mejillones cebra adheridos sobre las náyades presentan un tamaño ≤ 5 mm (54,1%, 2.503 individuos), seguido de un 39,8% con talla comprendida entre 0,5-1 cm (39,8%; 1.843 individuos). Estos tamaños corresponderían a los dreissenidos fijados en dos periodos diferentes de la época de verano en el que toma especial relevancia el último pico de reproducción, probablemente producido entre el mes de agosto y septiembre. Este cambio de dinámica de fijación sobre esta población de náyades puede deberse a cambios en las corrientes que transportan las larvas de mejillón cebra hasta este punto. Aunque este año, la reproducción en la época estival y otoñal se ha podido ver favorecida por el mayor nivel de agua que presentaba el embalse en comparación con años anteriores en estas mismas épocas. En años anteriores, se observaba una importante mortalidad de la especie *Dreissena polymorpha*, que afectaba fundamentalmente a los mejillones situados en las zonas más someras que quedaban expuestas a la desecación, cuando comenzaba a disminuir la cota de agua del embalse. En 2018 la estabilidad de la lamina de agua ha podido favorecer su supervivencia y reproducción. En 2018 los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm) han aumentado en comparación con los datos recogidos en 2017, pero siguen teniendo una representación escasa en esta población.

Figura 23 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.



Figura 24 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L. Año 2018.

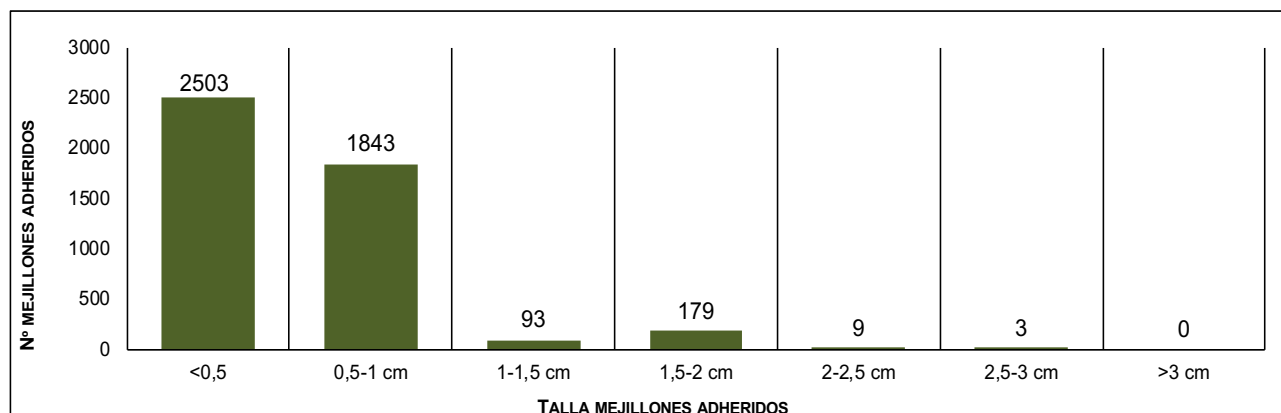


Figura 25 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

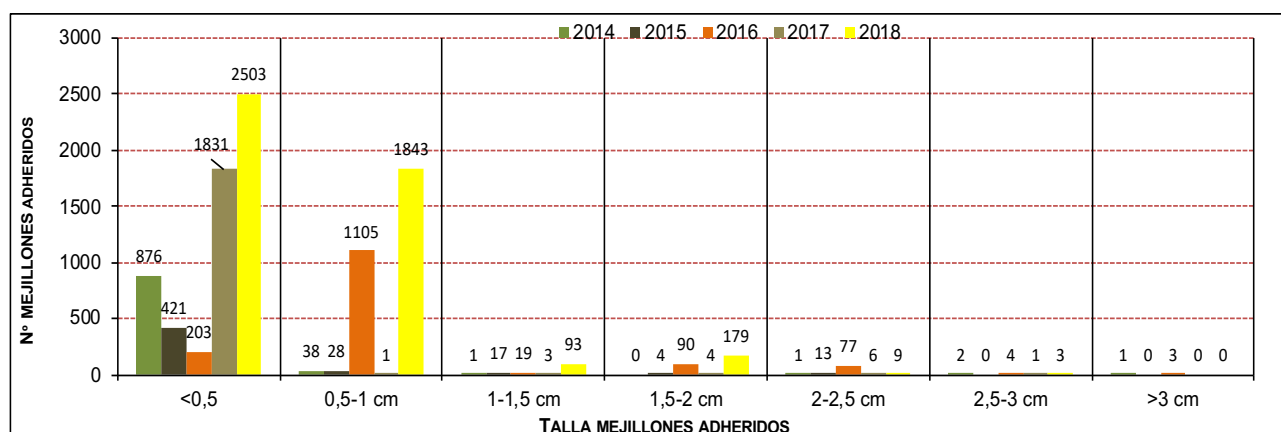
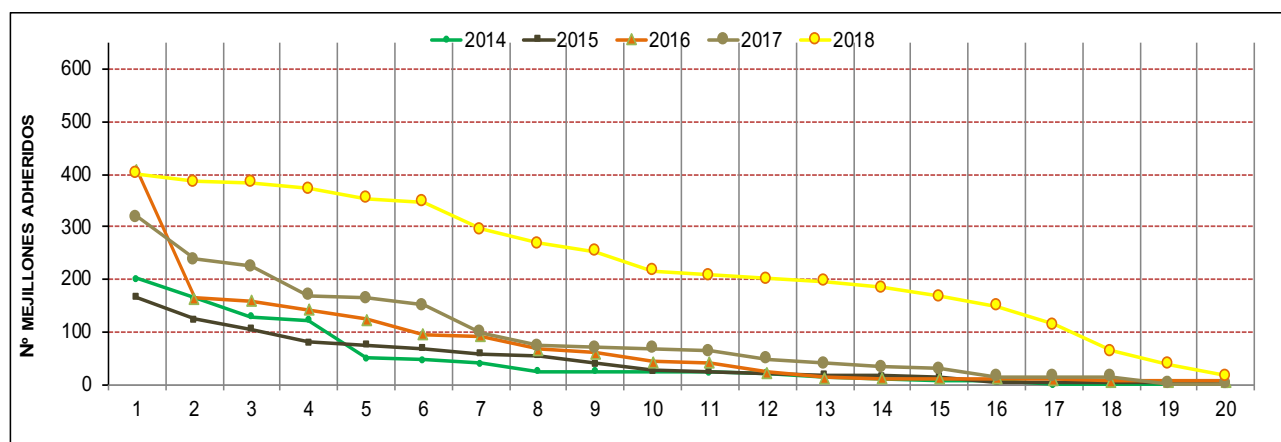


Figura 26 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
4630 individuos (231,5 individuos/uniónido).

4.7 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA P

Esta zona corresponde a la cola septentrional del embalse, en la desembocadura del río Urkiola en el barrio de Mekoleta, cartografiada por primera vez durante el trabajo desarrollado en el año 2013. En esta zona se diferenciaron dos áreas de muestreo: 1) la efectuada en la orilla izquierda de la cola, donde se han realizado 5 transectos (tramos 122, 123, 124, 125 y 126), cubriendo un perímetro de aproximadamente unos 610 metros de orilla; 2) el área prospectada en la zona de inundación, colindante al cauce del río Urkiola (Anexo I, Mapa 9). En total se localizaron 177 ejemplares de la especie, de los cuales 101 eran ejemplares juveniles con tamaños comprendidos entre 3 y 4,5 cm. Este dato señala a esta zona como un punto muy importante a tener en cuenta en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en este embalse. Se recogieron los 101 ejemplares juveniles, se marcaron y se devolvieron a la misma zona donde fueron recogidos. Los 68 ejemplares restantes corresponden a ejemplares adultos, de los cuales se marcaron 50 individuos que se devolvieron al cauce en la orilla izquierda de la cola, donde predomina un sustrato blando de tipo limo-arcilloso muy colmatado en ocasiones. Hay presencia de fango en todos los tramos, sobre todo en las zonas más someras y en las pequeñas entradas de agua que se secan al bajar la cota de agua.

En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia, cuantificando el índice de fijación sobre una muestra de 20. Durante este año, 2018, se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2017, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años.

4.7.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en los Gráficos 27-30. Se han contabilizado un total de **18 mejillones cebra** adheridos sobre 3 de las 20 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **6 mejillones/uniónido**. Se mantiene el índice de fijación obtenido en la campaña del 2017, si bien en la anterior campaña se recogieron un mayor número de náyades con mejillones cebra adheridos (Tabla 4). Este índice de fijación ha aumentado con respecto a los valores de fijación registrados en campañas anteriores a 2017. Sin embargo, se puede considerar un valor de afección muy poco significativo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el resto de puntos de seguimiento de este embalse. Actualmente, se trata de la zona del embalse con menor afección por parte de esta especie invasora. Estos datos evidencian la dificultad que presenta *Dreissena polymorpha* para establecerse en este punto del embalse, donde su capacidad de colonización y fijación sobre las náyades se ve limitada.

En el año 2013, cuando se realizó el primer análisis cuantitativo de la población de mejillones adheridos sobre las náyades, fue el año que más dreissenidos se detectaron, arrojando un índice de 10,2 mejillones/uniónido. Posteriormente este índice ha ido disminuyendo año tras año hasta alcanzar en 2017 un índice de 6,6 mejillones/uniónido, que se ha mantenido en valores similares durante el 2018. En toda la zona predomina un sustrato blando de tipo limo-arcilloso muy colmatado en ocasiones, donde las náyades permanecen completamente enterradas asomando únicamente los sifones, lo que seguramente influye y dificulta la fijación de los dreissenidos. Atendiendo a estos datos, y en comparación con el resto de zonas de seguimiento de este embalse, la colonización que ha sufrido esta población a lo largo de estos años se puede considerar muy baja. Este hecho resalta la importancia de esta cola del embalse para la conservación de esta especie de uniónido, donde, además de mantenerse libres de la afección de mejillón cebra, se ha constatado la presencia de ejemplares juveniles que evidencian la capacidad de reproducción de esta colonia.

Figura 27 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

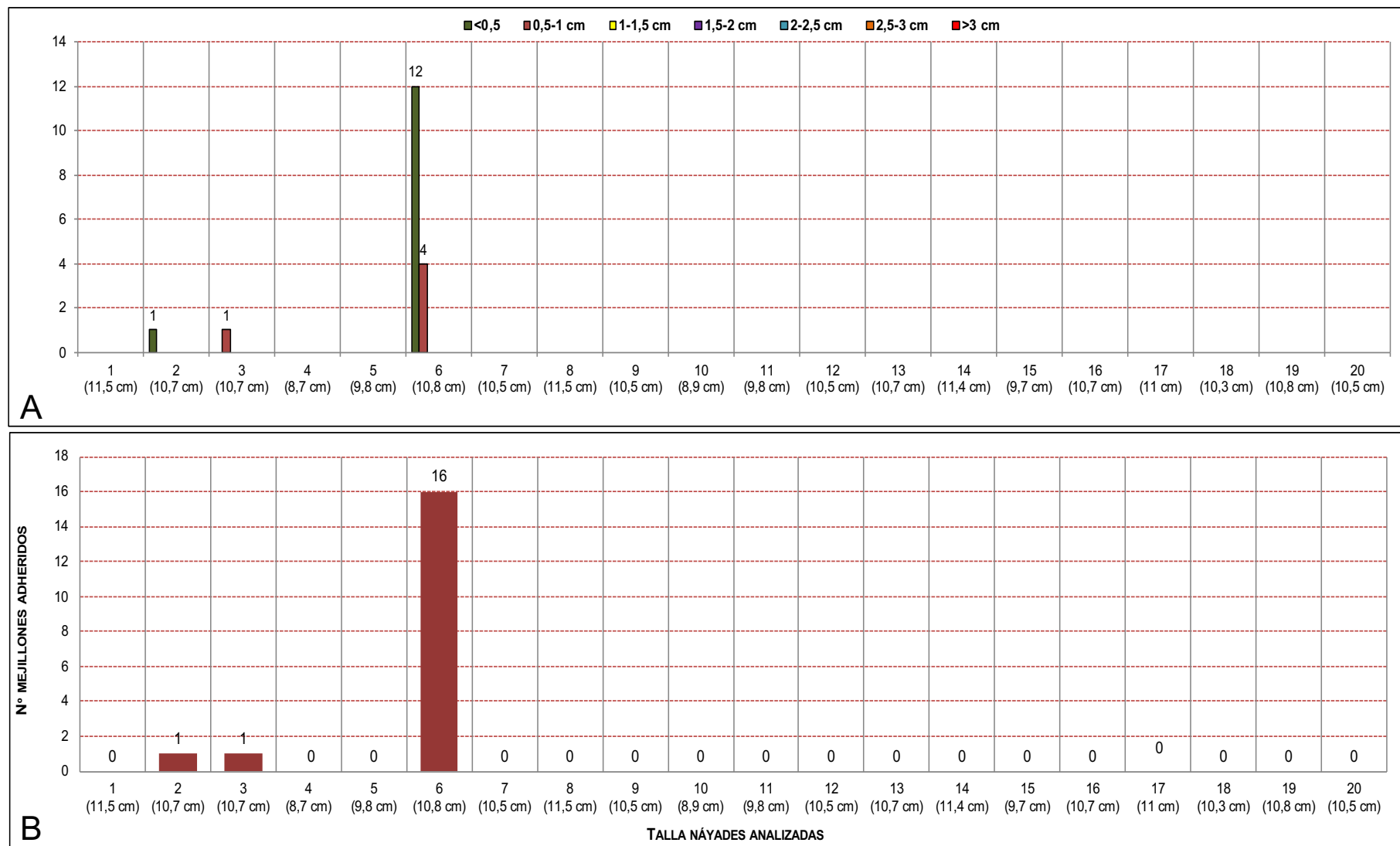


Figura 28 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P. Año 2018.

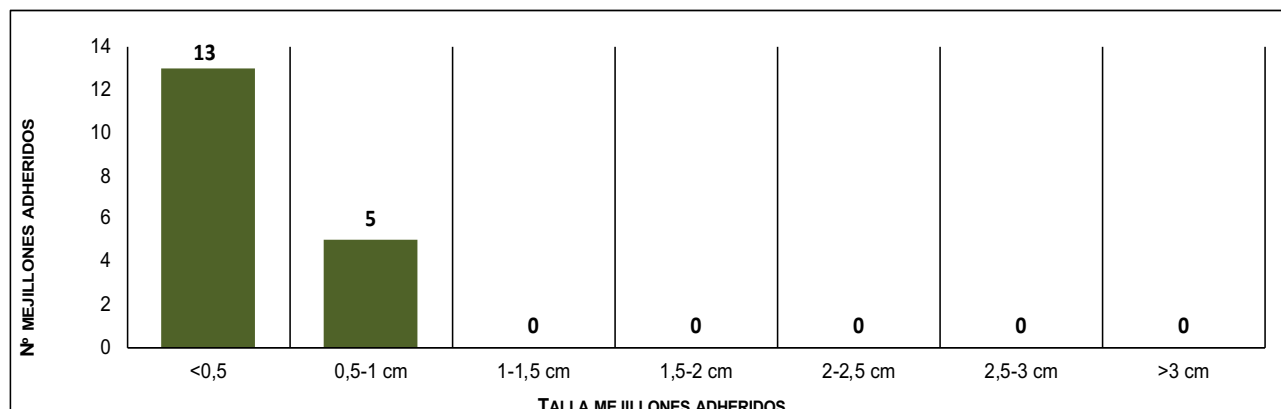


Figura 29 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

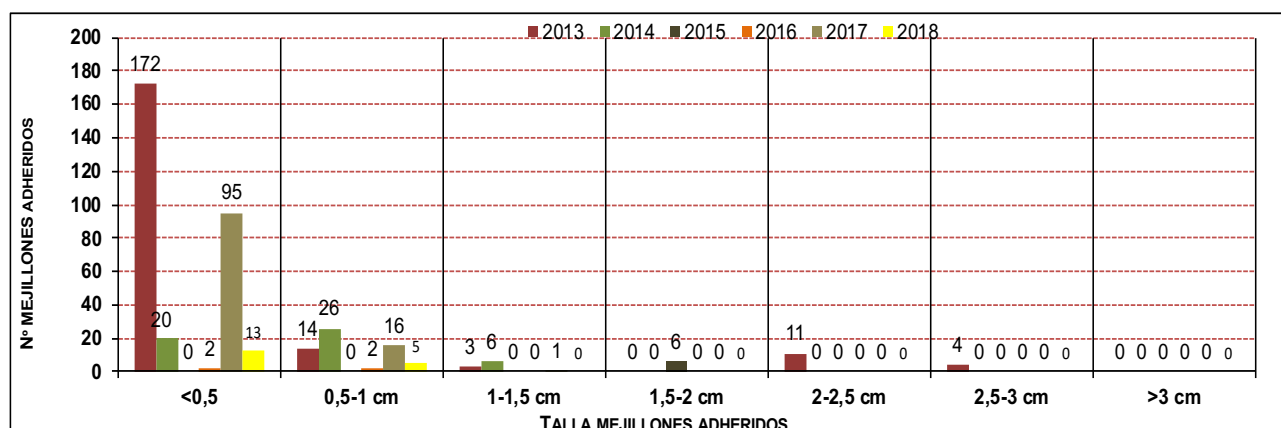
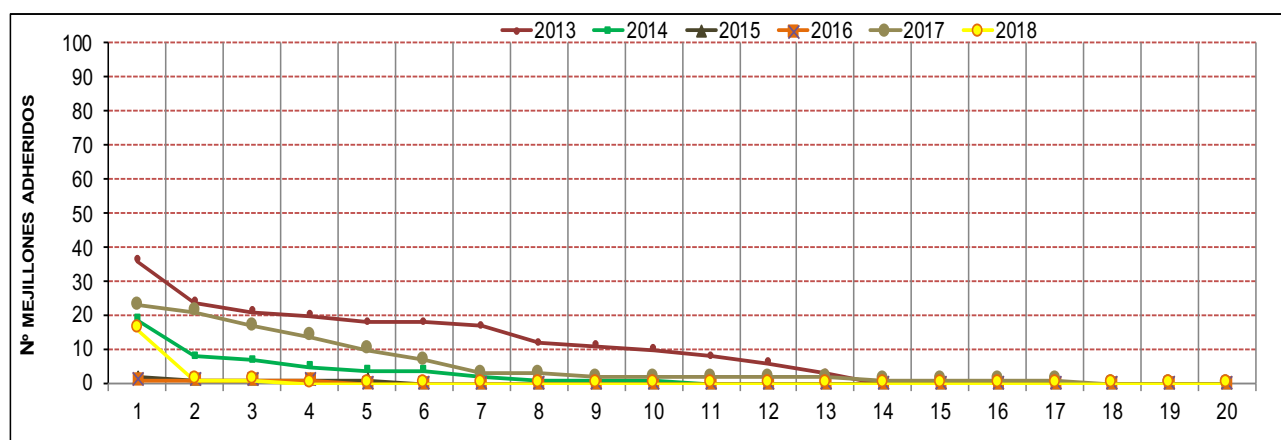


Figura 30 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
18 individuos (6 individuos/uniónido).

4.8 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA Q

Zona cartografiada durante el trabajo desarrollado en el año 2014, donde se muestrearon 3 transectos recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 350 metros (Mapa 10), caracterizados por un sustrato heterogéneo, donde predomina un fondo blando de tipo limoso, colmatado en las zonas más someras. Se localizaron un total de 30 ejemplares vivos pertenecientes a la especie, los cuales se marcaron todos para su posterior seguimiento. Dada su cercanía con la Zona B, el área más afectada por *Dreissena polymorpha*, en el año 2014 se decidió realizar el análisis cuantitativo detallado de las densidades de mejillón cebra adheridos sobre la colonia de náyades. Para ello, se tomó una muestra de 20 ejemplares, no analizados previamente, y se contabilizó la densidad de dreissenidos fijados sobre sus valvas. Durante los años 2015-2017 se continuó con el seguimiento de estos ejemplares, que se ha vuelto a repetir en el 2018 con el fin de evaluar el grado de colonización experimentado por esta población de náyades a lo largo del tiempo.

4.8.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos durante esta campaña se muestran en las figuras 31-34. Se han contabilizado un total de **6.164 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas, lo que se traduce en una media de **308,2 mejillones/uniónido**. El grado de colonización medido esta campaña es muy superior al registrado en años previos sobre las náyades marcadas, siendo una zona donde año tras año continúa aumentando la capacidad de fijación del mejillón cebra sobre estos uniónidos. En el año 2016 el número de mejillones recolectados sobre las náyades triplicó el número de mejillones detectados en el año 2015, los datos registrados en 2017 casi triplican los resultados obtenidos en 2016 y en 2018, el valor obtenido es significativamente superior al registrado en 2017.

Los primeros años de seguimiento de esta colonia era posible localizar náyades libres de mejillones adheridos, al mismo tiempo que se observaban diferencias muy significativas en el grado de infestación de las que presentaban mejillones adheridos. Sin embargo, tanto en el 2017 como en esta última campaña del 2018, todas las náyades recogidas portaban mejillones cebra adheridos, y en esta última campaña todas ellas superaron el ratio de 100 mejillones/uniónidos, considerado como el umbral a partir del cual la colonización puede resultar letal para esta especie. Estos datos evidencian un aumento continuo de la capacidad de establecimiento que presenta *Dreissena polymorpha* en esta zona y que puede poner en riesgo en un corto plazo de tiempo la continuidad de esta colonia.

El mayor porcentaje de individuos detectados sobre las náyades presentaban un tamaño ≤ 5 mm (3.746 individuos, 60,8% mejillones/uniónido), indicando un predominio de ejemplares procedentes de un evento reproductor ocurrido a finales de verano, seguido del rango de tamaño comprendido entre 0,5-1 cm (1.768 individuos, 28,7%), seguramente procedentes de un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. En comparación con los datos obtenidos en 2017, se observa un incremento el número de ejemplares con tamaño ≤ 5 mm (46,9% en 2107), seguramente favorecido por el mayor volumen de agua embalsada durante la época de verano e inicio de otoño del 2018, en comparación con los datos registrados en 2017. Este hecho ha podido favorecer la supervivencia y reproducción de los ejemplares de mejillón cebra que ocupan las zonas más someras y que suelen morir por desecación cuando se produce una disminución del agua embalsada. Durante esta última campaña también toma importancia el número de mejillones con un tamaño que podría corresponder a los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm: 5,3%, 364 individuos), pero con un impacto mucho menor que los datos registrados en el año 2016 cuando llegaron a alcanzar un porcentaje del 29,1%. Los resultados obtenidos durante los últimos años (2016-2018) evidencian un aumento de la capacidad de esta especie para reproducirse en esta zona durante varias épocas, primavera, verano e incluso inicio del otoño. Destacar la presencia de ejemplares con tamaños superiores a 2 cm adheridos sobre las náyades. La presencia de dreissenidos con este tamaño sobre las náyades marcadas y

desinfestadas en el otoño del 2017, puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2017 al otoño de 2018, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de ser desinfestadas. Sin embargo, tampoco se puede descartar un pico de reproducción en la época de otoño de 2017 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2017, se fijasen sobre las náyades, dando lugar a los ejemplares de mejillón cebra con tamaños superiores a 2 cm. que se han recogido durante este año. En este caso, es importante tener en cuenta que el incremento en el número de ejemplares de tamaño ≥ 2 cm es indicativo de un aumento en la capacidad de fijación y establecimiento de esta especie en esta zona.



Imágenes que muestran el aspecto del área de muestreo en la Zona Q y el muestreo realizado en la misma

Figura 31 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

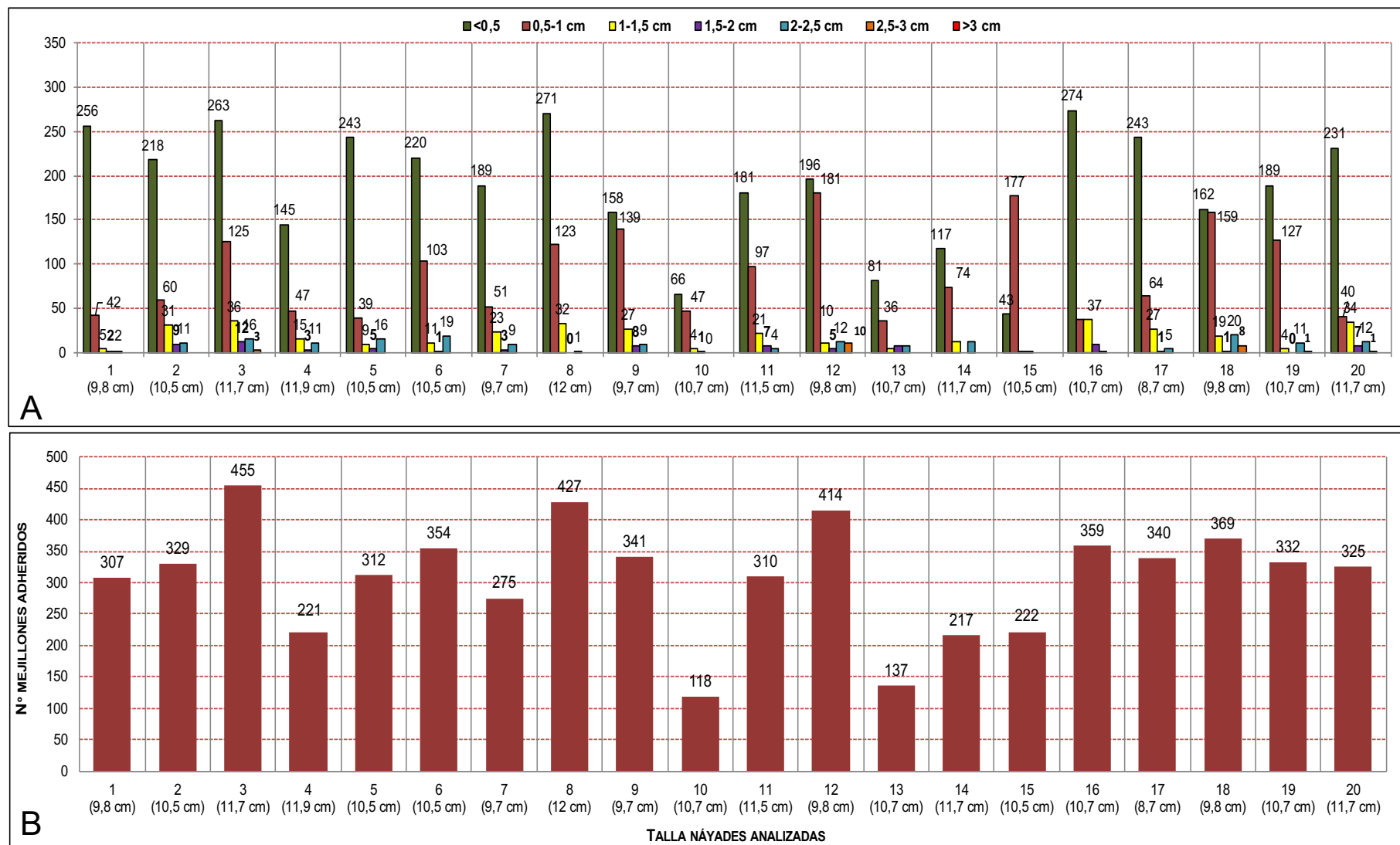


Figura 32 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2018.

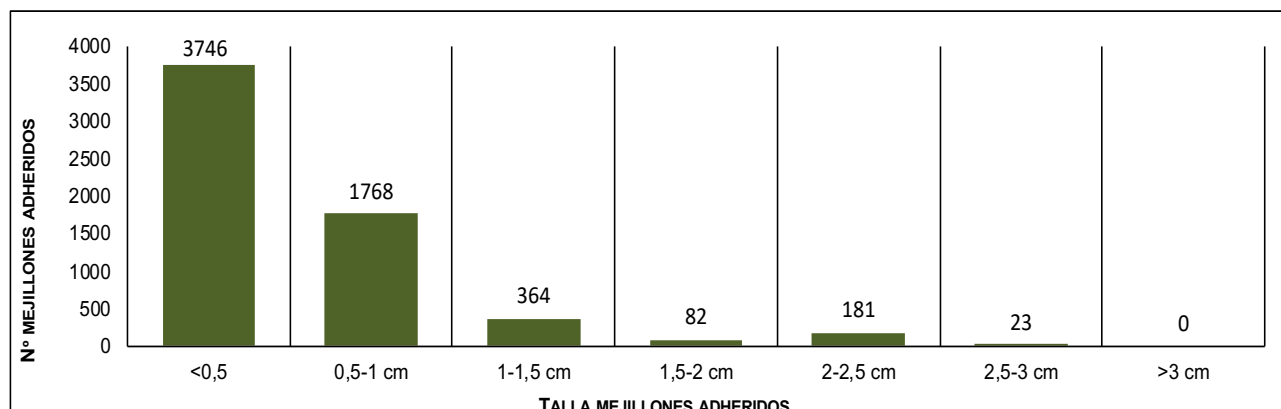


Figura 33 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

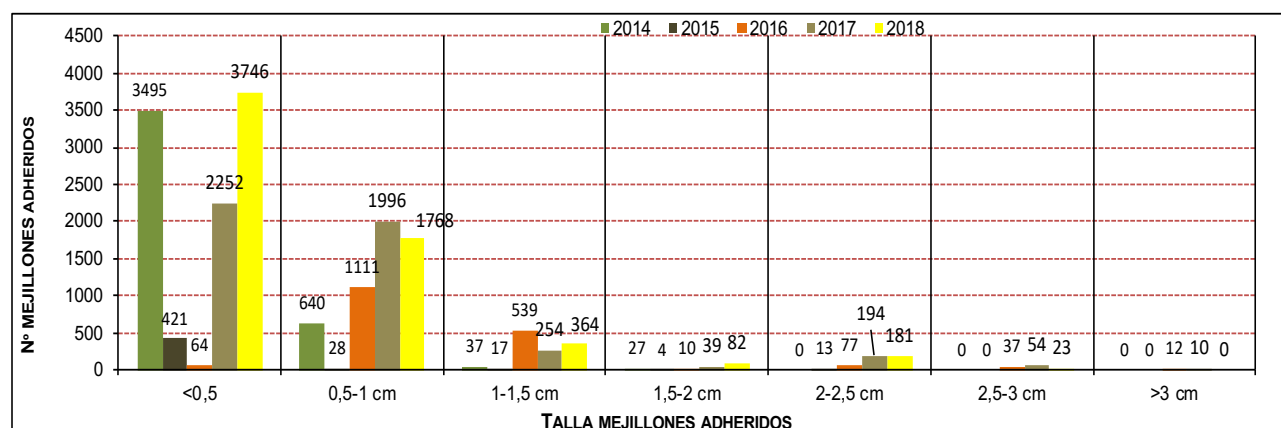
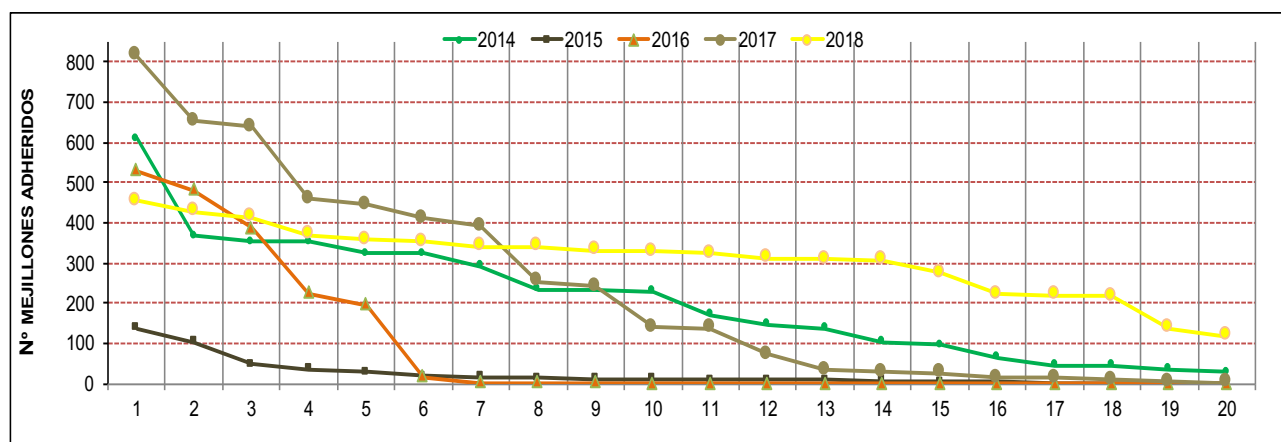


Figura 34 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

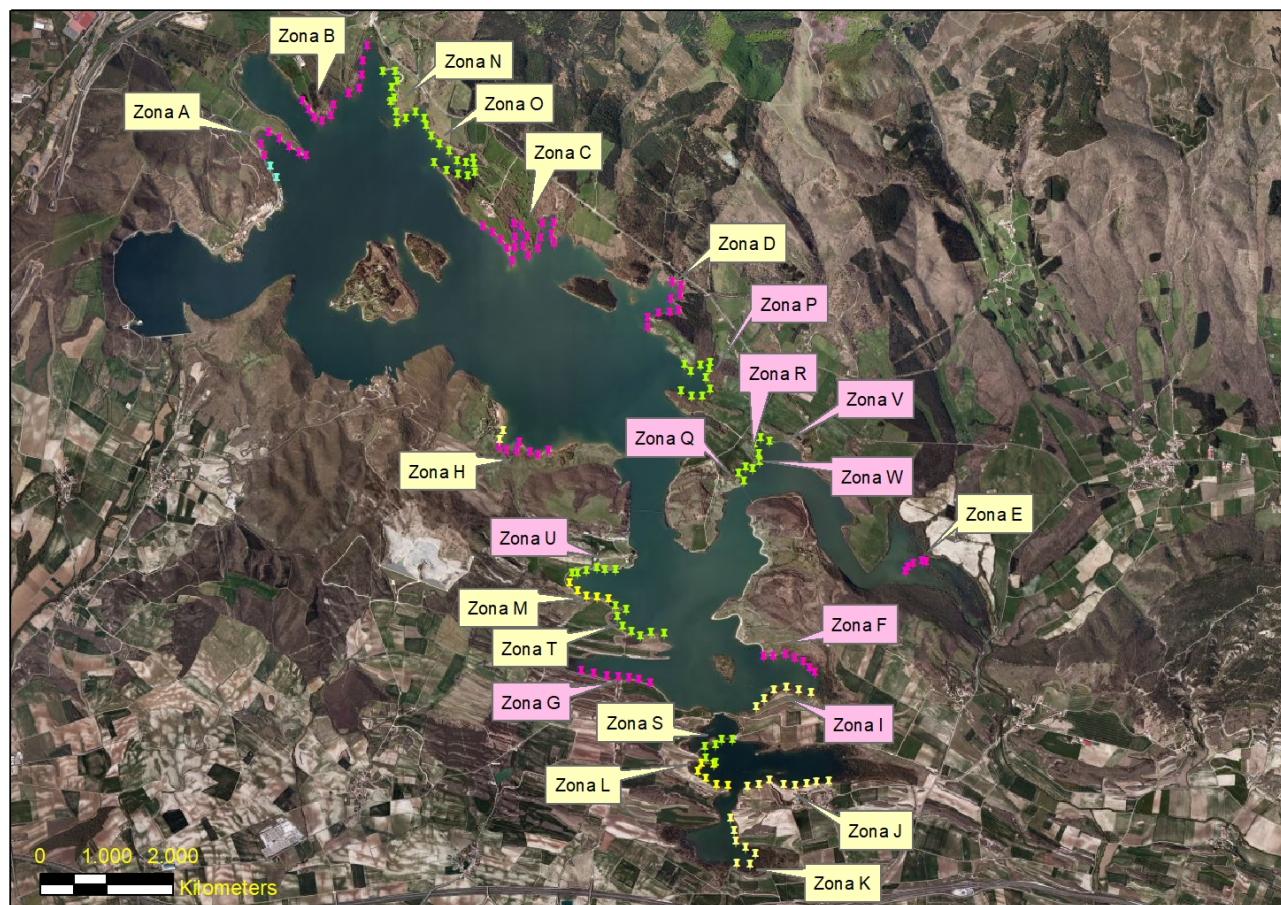


-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
6164 individuos (308,2) individuos/uniónido

5.

Resultados obtenidos en el seguimiento y control del Embalse de Ullívarri-Gamboa

Mapa 2 Zonas analizadas en el embalse de Ullibarri



ZONAS PROSPECTADAS EN EL EMBALSE DE ULLÍBARRI-GAMBOA

✦ Zonas prospectadas durante el año 2012 ✦ Zonas prospectadas durante el año 2013	✦ Zonas prospectadas durante el año 2014 ✦ Zonas prospectadas durante el año 2015	✦ Zonas controladas durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018
---	--	--

5.1 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA F

Zona cartografiada previamente en el estudio realizado en el año 2012 cuando se prospectaron 6 transectos cubriendo un perímetro de aproximadamente 650 m (Anexo I, Mapa 12). Presenta un sustrato blando muy homogéneo, de tipo limo-arcilloso y muy colmatado y con presencia de fango en todos los transectos. Como resultado de las prospecciones se localizaron 224 ejemplares de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se marcaron 91 para su posterior seguimiento y control. Durante estos muestreos no se detectó ningún ejemplar de la especie *Dreissena polymorpha* sobre la población de anodontas que ocupaban los transectos muestreados.

En el año 2014, se detectó por primera vez la presencia de dreissenidos fijados sobre las náyades de esta zona, por lo que se consideró oportuno realizar una revisión de esta población, que presentaba una de las densidades más altas de anodontas detectadas hasta el momento en este pantano. En total se recogieron y revisaron 81 ejemplares de la especie, de los cuales solo 2 presentaban mejillones cebra adheridos, uno cada náyade, lo que suponía una media de 0,1 mejillones/uniónido, el valor de afección más bajo detectados en este embalse en aquel momento.

Durante el año 2015 se continuó con la recaptura y seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar el grado de colonización experimentado por esta población de náyades a lo largo del tiempo. Ese año se registró una media de 69,05 mejillones/uniónido. En tan solo un año se había pasado de un índice de 0,1 mejillones/uniónido a 69,05 mejillones/uniónido, el quinto valor de densidad más alto en comparación con el resto de áreas analizadas en el año 2015 en este embalse. De acuerdo a estos resultados, pudimos afirmar que durante el año 2015 es cuando se produjo la expansión y asentamiento de la especie *Dreissena polymorpha* en esta zona. Durante la campaña de 2016, la capacidad de colonización medida disminuyó hasta 13,1 mejillones/uniónido. Durante el 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados recapturados durante los años 2012-2017 con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año.

5.1.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 35-38. Se han contabilizado un total de 3.249 mejillones cebra adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, cuatro de las cuales no presentaban dreissenidos adheridos, lo que se traduce en una media de 203,1 mejillones/uniónido. Estos resultados son significativamente superiores a lo detectados en cualquiera de las campañas anteriores, lo que evidencia y alerta de un aumento en la capacidad de colonización de *Dreissena polymorpha* en esta zona, donde hasta ahora se mantenían unos niveles de fijación bajos, no llegando a alcanzar el ratio de 100 mejillones/uniónido, que durante esta campaña ha duplicado ese valor.

Se observa una oscilación de la dinámica de fijación en lo que respecta al tamaño predominante de los mejillones. Los resultados obtenidos en esta última campaña del 2018 son muy similares a los registrados en el 2017, con un porcentaje mayoritario de mejillones adheridos con tamaño ≤ 5 mm (2.053 individuos, 63,2%), indicando un predominio de fijación de los ejemplares procedentes de un evento reproductor ocurrido a finales de verano. Sin embargo, y a diferencia de años anteriores, en esta campaña se ha producido un descenso significativo en el porcentaje de ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5: 11%, 356 individuos), que llegó a ser mayoritario en campañas anteriores (2014 y 2016). Estos datos indican que la época en la que se produce el pico máximo de fijación en esta zona varía dependiendo del año, sin que se tenga claro cuáles pueden ser los factores implicados en estos cambios, aunque seguramente puedan

deberse a cambios en las corrientes que alcanzan esta zona, generando un mayor o menor aporte de larvas en cada época que puedan fijarse sobre las náyades.

Al igual que en otras zonas de seguimiento, hay que destacar la presencia de ejemplares con tamaños superiores a 2 cm fijado sobre las náyades recapturadas. La presencia de dreissenidos con este tamaño sobre las náyades marcadas y desinfestadas en el otoño del 2017, puede ser debido a dos causas. Puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2017 al otoño de 2018, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de ser desinfestadas en el otoño de 2017. Sin embargo, tampoco se puede descartar un pico de reproducción en la época de otoño de 2017 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2017, se fijasen sobre las náyades, dando lugar a los ejemplares de mejillón cebra con tamaños superiores a 2 cm. que se han recogido durante este año. En este caso, es importante tener en cuenta que el incremento en el número de ejemplares de tamaño ≥ 2 cm es indicativo de un aumento en la capacidad de fijación y establecimiento de esta especie en esta zona.



Imágenes que muestran el aspecto del área de muestreo en la Zona F y las náyades de esta colonia recapturadas, marcadas y una vez limpias de mejillones cebra, antes de devolverlas al agua

Figura 35 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

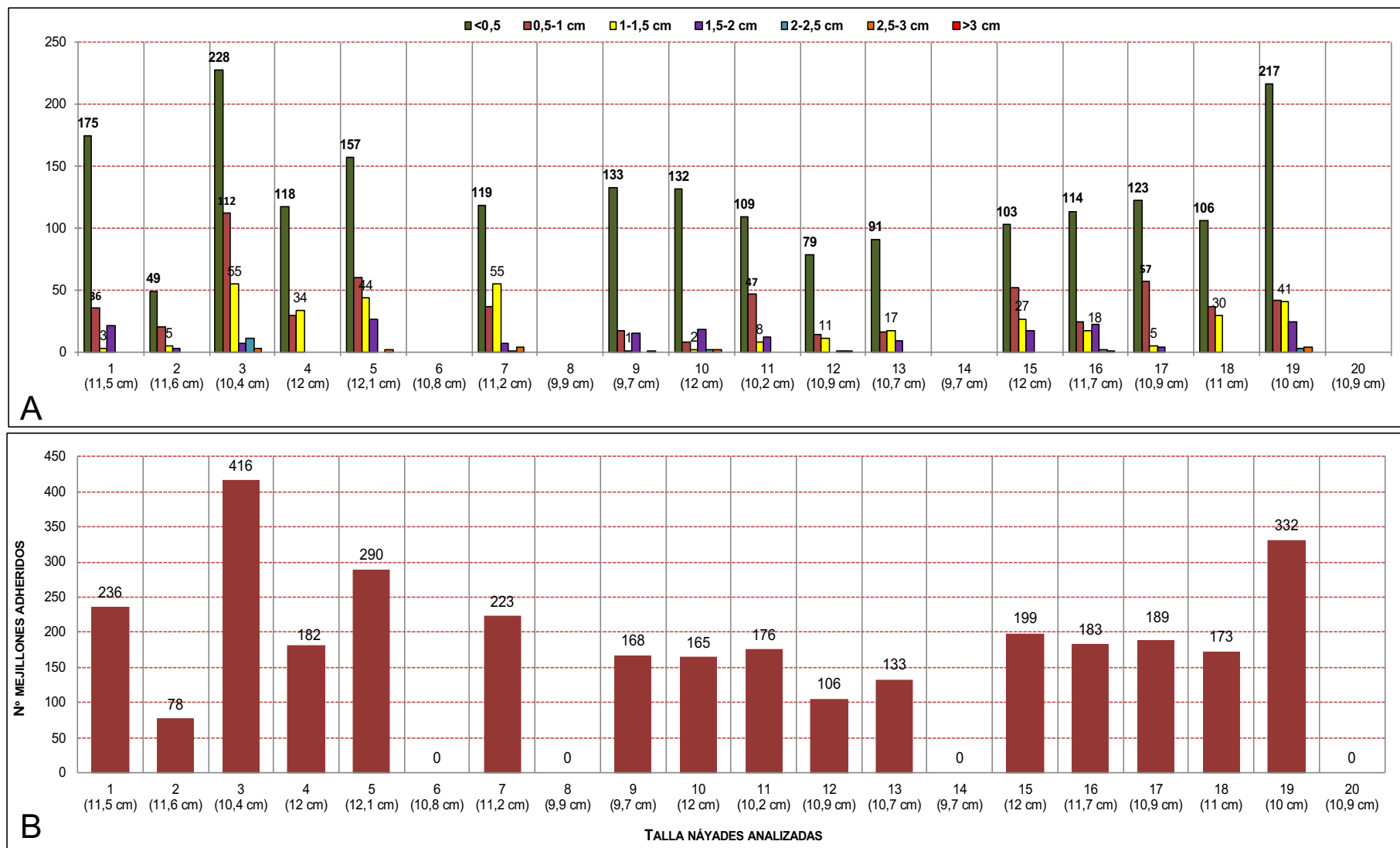


Figura 36 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Año 2018.

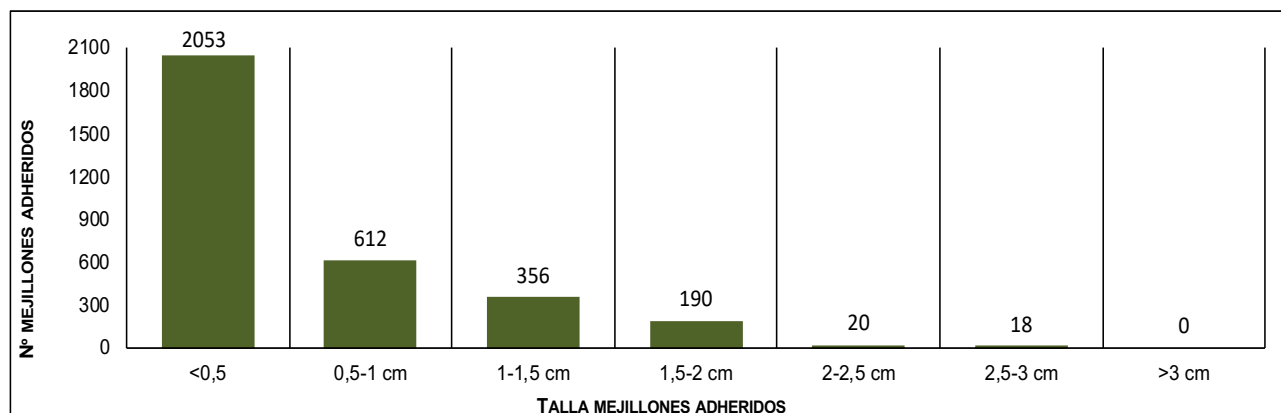


Figura 37 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

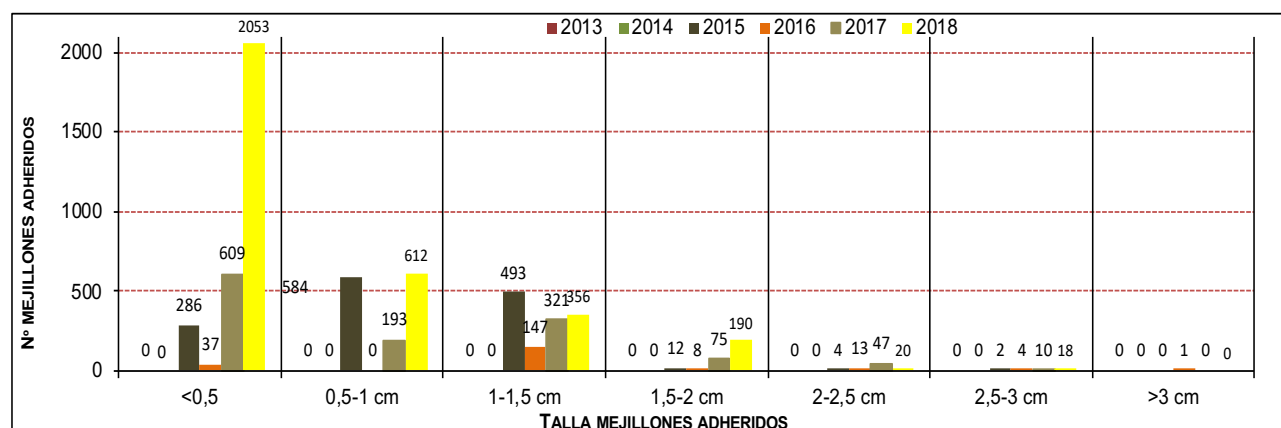
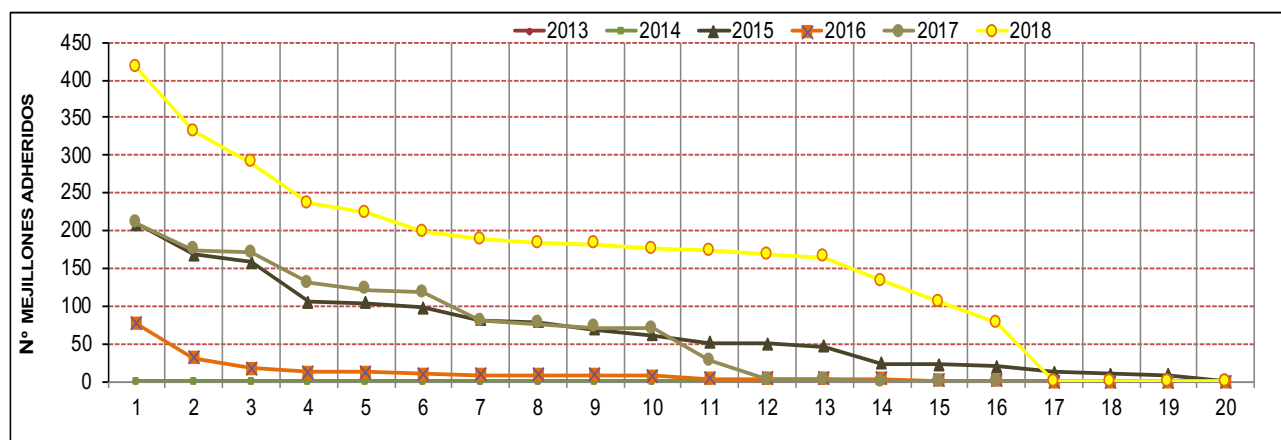


Figura 38 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
3249 individuos (203,1 individuos/uniónido)

5.2 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA G

Zona cartografiada durante el trabajo desarrollado en el año 2012, donde se muestrearon 6 transectos recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 750 metros (Anexo I, Mapa 13). Se trata de una ensenada amplia donde predomina un sustrato de tipo limo-arcilloso. En total se localizaron 95 ejemplares de la especie , de los cuales se recogieron y marcaron 52 que fueron devueltos al cauce a lo largo de los transectos 55 y 56, donde se detectaron un mayor número de animales. Durante los muestreos efectuados en el año 2012 no se detectó ningún ejemplar de la especie *Dreissena polymorpha* sobre la población de náyades que ocupa los transectos prospectados en esta zona.

En el año 2014 se decidió realizar una nueva revisión de esta población con el fin de evaluar si se había producido la dispersión de ejemplares adultos de mejillón cebra hacia esta zona a lo largo de este tiempo. Tan solo 8 náyades presentaban dreissenidos adheridos, contabilizado un total de 57 mejillones cebra adheridos, arrojando un índice bajo de fijación de 2,8 mejillones/uniónido. Durante el año 2015 se continuó con la recaptura y seguimiento de los ejemplares marcados previamente. Durante el periodo de un año, desde otoño del 2014 al otoño del 2015, se registró un incremento muy significativo de la población de *Dreissena polymorpha* en esta zona, pasando de un índice de 2,85 mejillones/uniónido a 20,4 mejillones/uniónido, valor que se mantuvo estable en 2016, pero que se duplicó en 2017. A pesar del incremento significativo en el índice de fijación que se produjo en 2017, la expansión en esta área se resultó menor que la detectada en otras zonas de este mismo embalse, donde la proliferación de *Dreissena polymorpha* a lo largo de ese año resultó mucho más acusada.

Durante esta campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año.

5.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 39-42. Se han contabilizado un total de **1.340 mejillones cebra** adheridos sobre 18 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **74,4 mejillones/uniónido**. Este valor de fijación prácticamente duplica el registrado durante la anterior campaña del 2017 (42,6%; 852 individuos). Dado que en las campañas del 2015 y 2016 se obtuvieron unos valores de infestación muy similares, se pensó entonces que en esta zona se podría estar produciendo una estabilización de la colonización del mejillón cebra. Sin embargo, los valores obtenidos en 2017 y 2018 indican un aumento progresivo de la capacidad de colonización de *Dreissena polymorpha* en esta zona, aunque en comparación con otras zonas, su capacidad de expansión es más lenta y limitada. Ello puede ser debido a una escasa presencia de gravas y piedras en la zona, lo cual podría dificultar la expansión de *Dreissena polymorpha* en esta población. Sin embargo, los resultados obtenidos durante esta campaña alertan de un aumento de su capacidad de establecimiento e infestación en este punto.

Al igual que la campaña 2017 y a diferencia de lo observado en las campañas del 2015 y 2016, el mayor porcentaje de los mejillones recolectados durante el 2018 corresponde al tamaño ≤ 5 mm (61%; 817 individuos, seguido del rango de tamaño 0,5-1 cm (285 individuos, 21,3%). Estos tamaños podrían corresponder a los dreissenidos fijados en dos periodos diferentes de la época de verano, inicio y final, tomando más relevancia el pico de reproducción, producido a finales del verano. Los ejemplares que podrían corresponder al pico de reproducción de primavera con tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm (190 individuos, 14,2%) adquiere una representación ligeramente superior a la del 2017, pero mucho menor que en años anteriores, como en el año 2016, cuando la mayor parte de los individuos contabilizados procedían del pico de reproducción de primavera. Estos cambios en la dinámica de colonización podrían deberse a cambios en las corrientes que alcanzan esta zona, generando un mayor o menor aporte de larvas en cada una de las épocas.

Figura 39 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

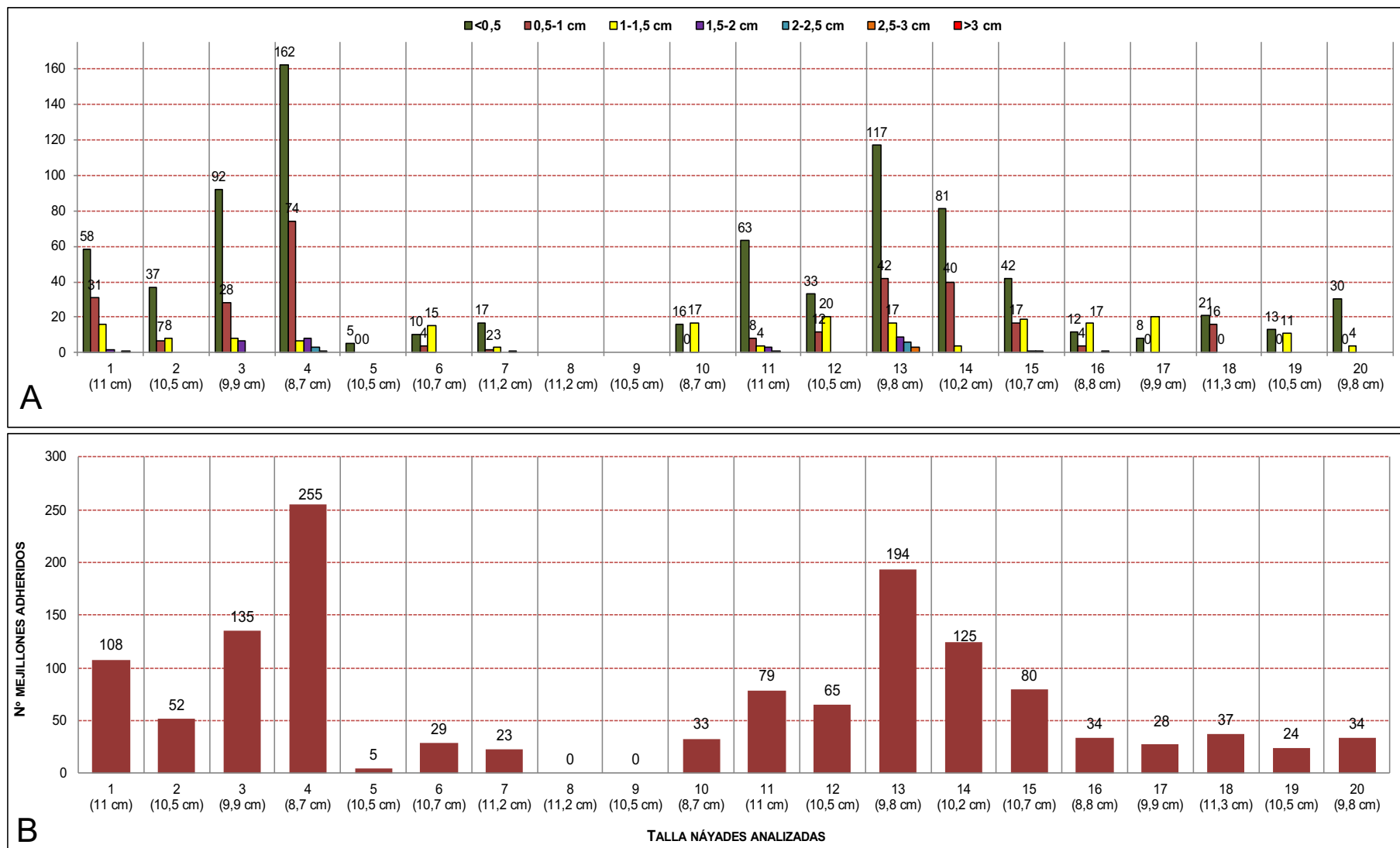


Figura 40 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G. Año 2017.

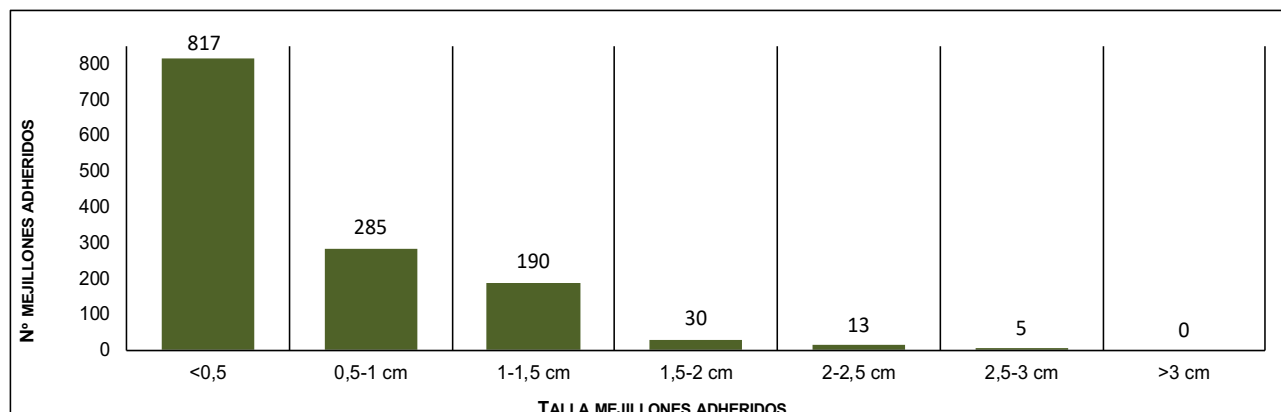


Figura 41 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

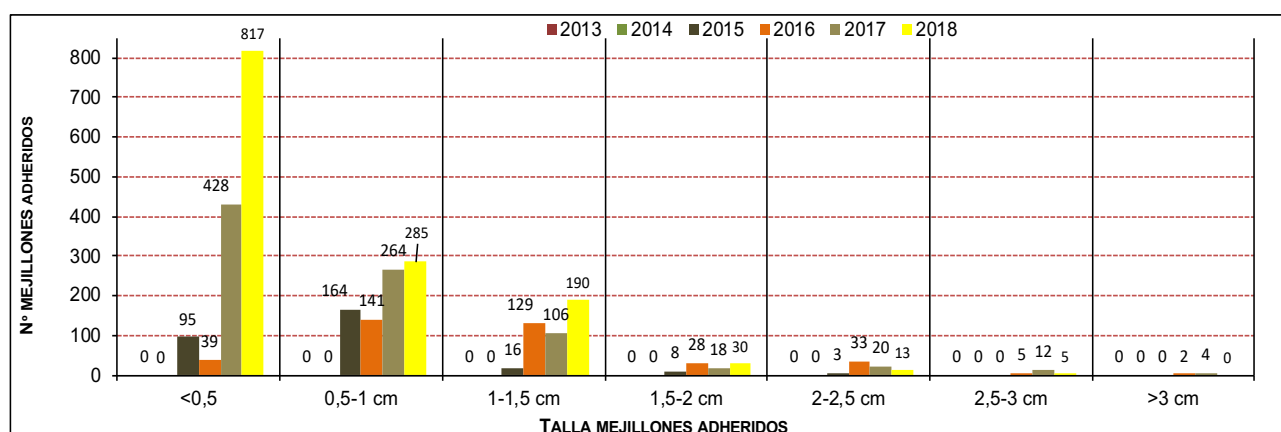
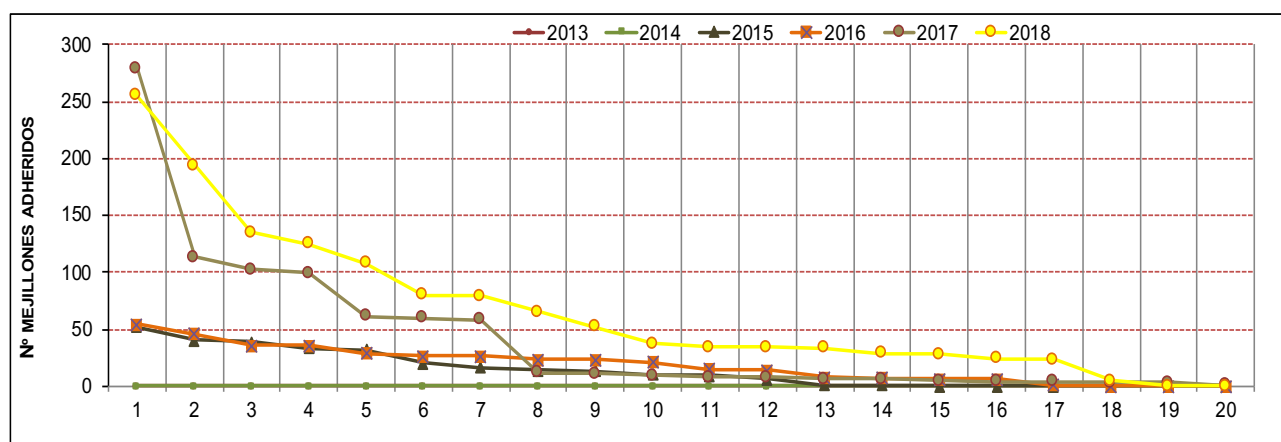


Figura 42 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
1.340 individuos (74,4 individuos/uniónido).

5.3 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA I

Zona cartografiada previamente en el estudio realizado en el año 2013 cuando se prospectaron 5 transectos cubriendo un perímetro de aproximadamente 620 m (Mapa 14), caracterizado por un sustrato blando de tipo limo-arcilloso, muy colmatado y con presencia de fango en todos los trayectos. Como resultado de las prospecciones realizadas se localizaron 127 ejemplares de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se marcaron 50 para su posterior seguimiento y control. Durante estos muestreos no se detectó ningún ejemplar de la especie *Dreissena polymorpha* sobre la población de la especie *Anodonta anatina* que ocupaban los transectos muestreados.

Durante la campaña del 2015 se consideró oportuno realizar una revisión de esta población, con el fin de comprobar si durante este periodo de tiempo (2013-2015) se había producido la fijación de ejemplares de mejillón cebra sobre las náyades que ocupan esta zona, muy importante desde el punto de vista de conservación de las náyades en este embalse. Durante ese año se detectó por primera vez ejemplares de mejillón cebra fijados sobre la población de náyades, contabilizando un total de 342 mejillones cebra adheridos sobre las náyades, y un índice bajo de fijación de 19 mejillones/uniónido. Se consideró este periodo (del 2014 al 2015) como el inicio de la expansión de la especie de *Dreissena polymorpha* en esta población, ausente hasta este año. Sin embargo, la expansión en esta área se consideró baja comparándola con otras zonas de este embalse, donde la proliferación de *Dreissena polymorpha* a lo largo de ese año resultó mucho más acusada.

Durante esta campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año.

5.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 43-46. Se han contabilizado un total de **4.237 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **211,9 mejillones/uniónido**. Estos resultados son muy elevados, en comparación a los detectados en la campaña del 2017 donde se estimó un índice de fijación de 137,5 mejillones/uniónido (2.755 individuos), y significativamente superiores a los obtenidos en las campañas del 2015 y 2016 (19 y 16 mejillones/uniónido, respectivamente) (Tabla 3). Además, en anteriores campañas, no todas las náyades recapturadas presentaban mejillones cebra adheridos y los índices de infestación variaban mucho entre los diferentes ejemplares. Sin embargo, en 2018 no se ha recapturado ninguna náyade libre de mejillones adheridos y, a excepción de un ejemplar, todos superan el ratio de 100 mejillones/uniónido.

Atendiendo a los resultados obtenidos en 2015 y 2016, se apuntó entonces que, *Dreissena polymorpha* presentaba una capacidad de expansión más lenta en esta zona que en otros puntos de seguimiento del embalse. Se intuía cierta estabilización de la colonización y una capacidad limitada de infestación. Hay que tener en cuenta, que esta ensenada presenta un sustrato blando, donde las náyades aparecen completamente enterradas, asomando únicamente los sifones. Hay una presencia escasa de gravas y piedras en la zona donde se ha detectado la mayor densidad de náyades lo cual se pensaba que podría dificultar la expansión de *Dreissena polymorpha* en esta población. Sin embargo, los datos obtenidos durante las campañas del 2017 y 2018, contradicen esta primera hipótesis y reflejan un aumento muy significativo de la capacidad de infestación sobre esta población de náyades que supera el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerada como letal, y que pone en riesgo a la colonia de anodontas que ocupa esta zona.

Respecto al tamaño de los mejillones cebra contabilizados durante la campaña del 2018, se observa una

diferencia muy significativa respecto a los años anteriores. En esta última campaña, se registraron dos clases de tamaño dominantes, correspondientes a dos picos de reproducción estimados en la época de verano (Talla $\leq 5\text{mm}$: 46,3%, 1.962 individuos; Talla 0,5-1 cm: 27%, 1.142 individuos), mientras que el porcentaje de ejemplares fijados en la época de primavera adquiere una menor representación (Talla 1-1,5 cm: 14,2%, 190 individuos). Sin embargo, en años anteriores, los ejemplares fijados en la época de primavera tomaban una mayor relevancia (2016: 65,4%; 2017: 31,3%). Este hecho podría estar relacionado con el mayor volumen de agua embalsada registrado durante el 2018, en comparación con los últimos años de seguimiento, favoreciendo una mayor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras, que tienden a morir cuando disminuye la cota de embalse a finales del verano y en el otoño.

La presencia de dreissenidos con tamaño superior a 2 cm. sobre las náyades marcadas y desinfestadas en el otoño del 2017, puede ser debido al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2017 al otoño de 2018, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de ser desinfestadas en el otoño de 2017. Sin embargo, tampoco se puede descartar un pico de reproducción en la época de otoño de 2017 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2017, se fijasen sobre las náyades, dando lugar a los ejemplares de mejillón cebra con tamaños superiores a 2 cm. que se han recogido durante este año. Este sería el cuarto año de control desde que se ha producido la dispersión de esta especie en esta zona y queda por determinar la capacidad de asentamiento y expansión que experimentará a lo largo del tiempo.



Imágenes que reflejan el aspecto del área de muestreo en la Zona I y presencia de mejillones cebra con talla superior a 2 cm sobre las náyades desinfestadas en el otoño del 2017 y recapturadas en el otoño del 2018

Figura 43 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

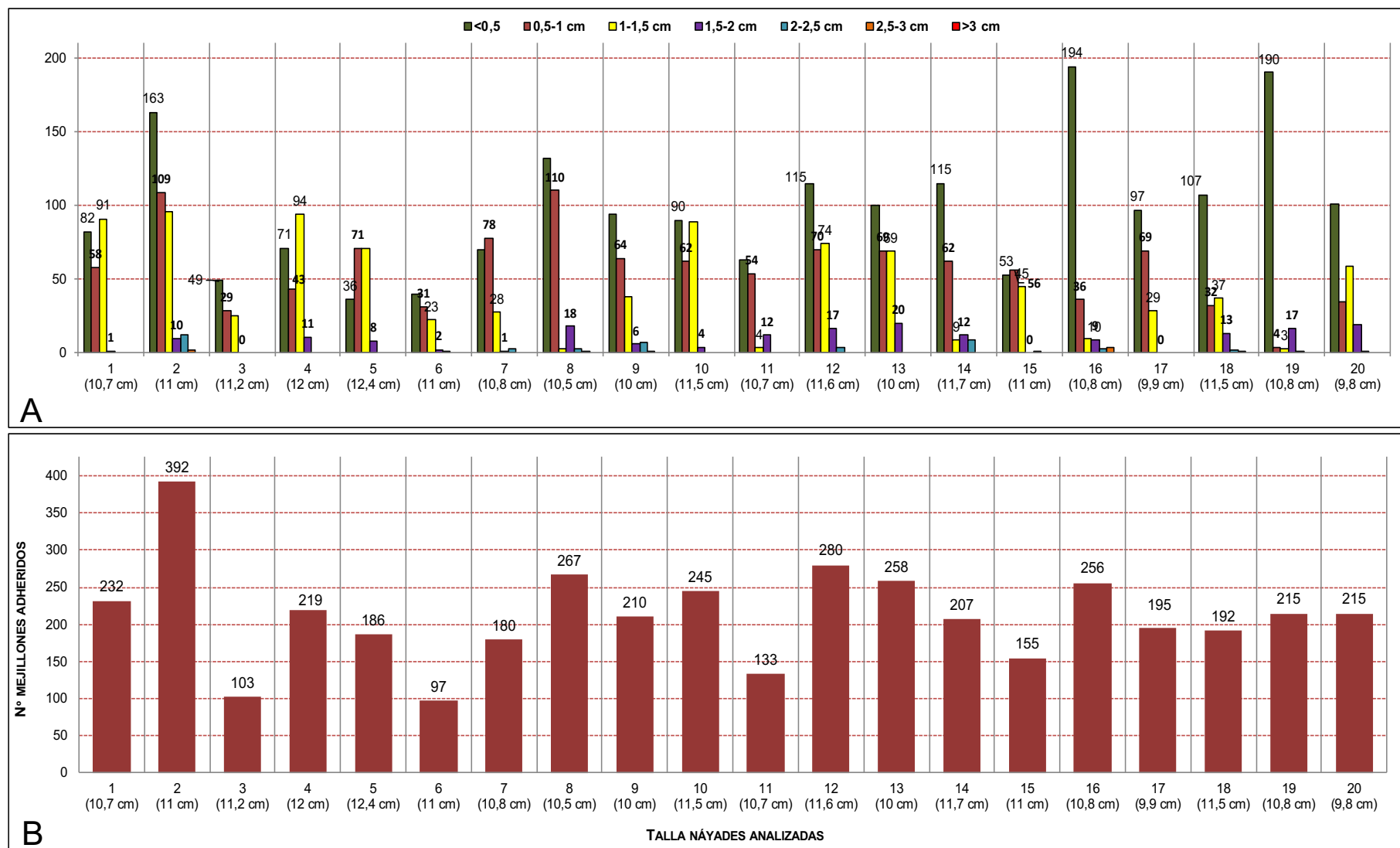


Figura 44 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Año 2017.

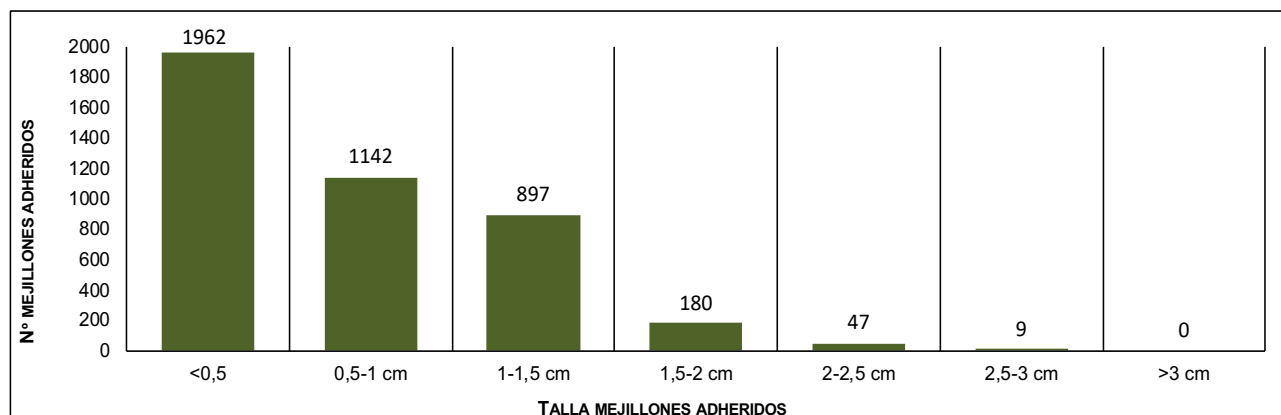


Figura 45 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

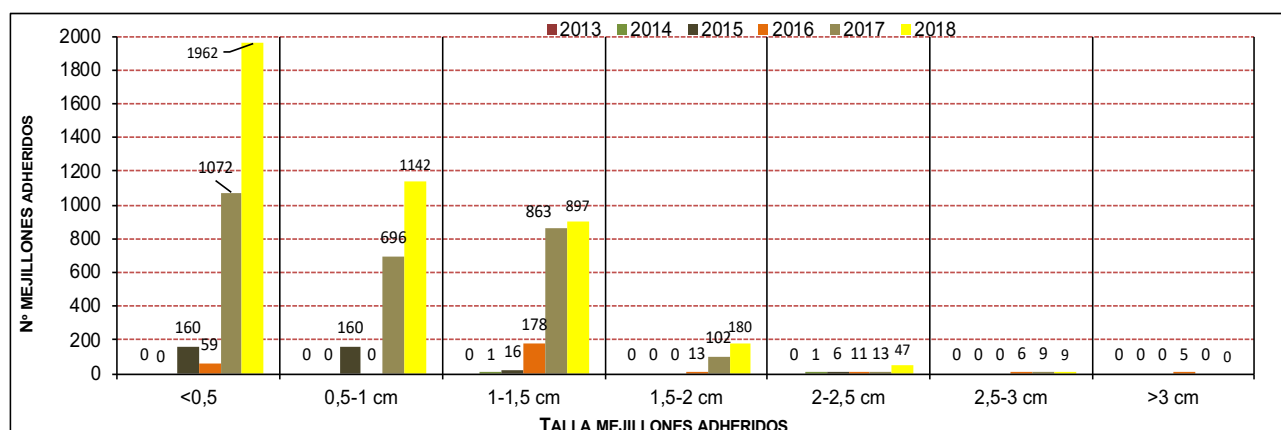
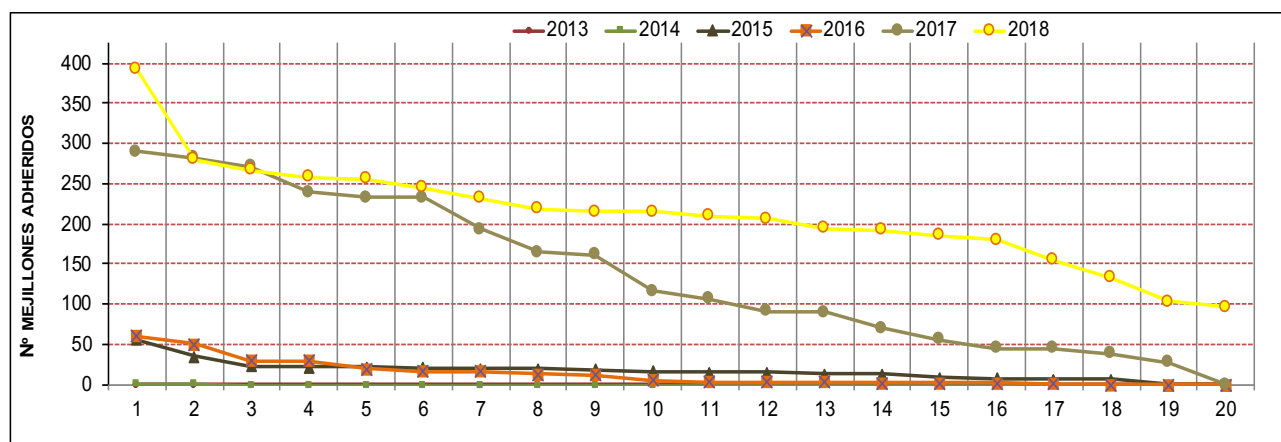


Figura 46 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
4.237 individuos (211,9 individuos/uniónido).

5.4 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA Q

Se trata de una ensenada situada al sureste del embalse en la cola del Zadorra, una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse y catalogada como Humedal de Importancia Internacional por el Convenio Ramsar. Se cartografió por primera vez en el año 2014, donde se muestrearon 3 tramos, recorriendo una distancia de aproximadamente unos 450 metros (Anexo I, Mapa 16). Presenta un fondo homogéneo blando, de tipo limo-arcillosos con gran acumulación de fango en algunas zonas. En total se localizaron 74 ejemplares de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se tomó una muestra de 20 ejemplares para su análisis, arrojando una cifra de 118 mejillones adheridos, dando un índice de fijación de 5,9 mejillones/uniónido para esta población en 2014.

Durante el año 2015 se continuó con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización experimentado por esta población de náyades. Se contabilizaron un total de 8.285 mejillones cebra adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, arrojando un índice de 412,9 mejillones/uniónido. Estos datos evidenciaron un incremento muy significativo y alarmante de la capacidad de infestación de *Dreissena polymorpha* que, hasta el momento, no había experimentado una proliferación importante sobre esta población de náyades. Durante la campaña del 2016 se observó una disminución importante del índice de fijación (213,8), que continuó disminuyendo en el 2017 (160,1 mejillones/uniónido), pero todavía seguía siendo un dato de infestación que ponía en peligro la supervivencia de las náyades.

Durante esta campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año.

5.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 47-50. Durante esta campaña se han contabilizado un total de **4.716 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, 5 de las cuales no presentaban mejillones adheridos, lo que se traduce en una media de **314,4 mejillones/uniónido**. Estos resultados son significativamente superiores a los detectados en las dos campañas previas, duplicando el índice detectado en 2017 (160,1 mejillones/uniónido), y acercándose a los elevados valores de colonización detectados en el 2015 (412,9 mejillones/uniónido; 8.258 individuos).

Al igual que en el 2017, en esta última campaña del 2018, el mayor porcentaje de los ejemplares fijados sobre las náyades corresponden a los eventos de reproducción al inicio de la época verano (Talla ≤ 5 mm: 2.334 individuos, 49,5%) y al final de la misma (Talla 0,5-1 cm: 1.247 individuos, 26,4%). Y aunque con menor relevancia, que en la campaña del 2016, también se recolectaron mejillones con talla comprendida entre 1-1,5 cm (837 individuos; 17,7%), correspondientes a individuos nacidos y fijados durante la época de primavera. Estos resultados, evidencian la capacidad de esta especie para reproducirse en esta zona durante ambas épocas a lo que hay que sumar un mayor volumen de agua presente en este embalse a lo largo de la época estival y otoñal, por encima de la media de los últimos años. Generalmente, este embalse sufre una disminución paulatina de la cota de agua a lo largo del último trimestre anual. Esta disminución de volumen de agua embalsada tiende a provocar una mortandad de los agregados de mejillones cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas. Sin embargo, en el 2018 la disminución de la cota de agua durante la época estival y otoñal resultó mucho menor que la observada en años anteriores, favoreciendo la supervivencia, y probablemente la reproducción de los mejillones situados en zona más someras que no han quedado expuestos a la desecación. Este hecho podría ser la causa del incremento de la densidad de mejillones cebra fijados sobre la colonia de náyades que ocupa esta zona, respecto a años anteriores.

La capacidad de reproducción que presenta la especie en esta zona, tanto en primavera como en verano, alerta de su capacidad de colonización e infestación. Este es el cuarto año de seguimiento desde que se ha producido el establecimiento de esta especie en esta zona y queda por determinar la capacidad de asentamiento y expansión que experimentará a lo largo del tiempo.



Imágenes que muestran el área de muestreo en la zona Q y el aspecto de una de las náyades recapturadas, completamente recubierta de mejillones cebra.

Figura 47 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

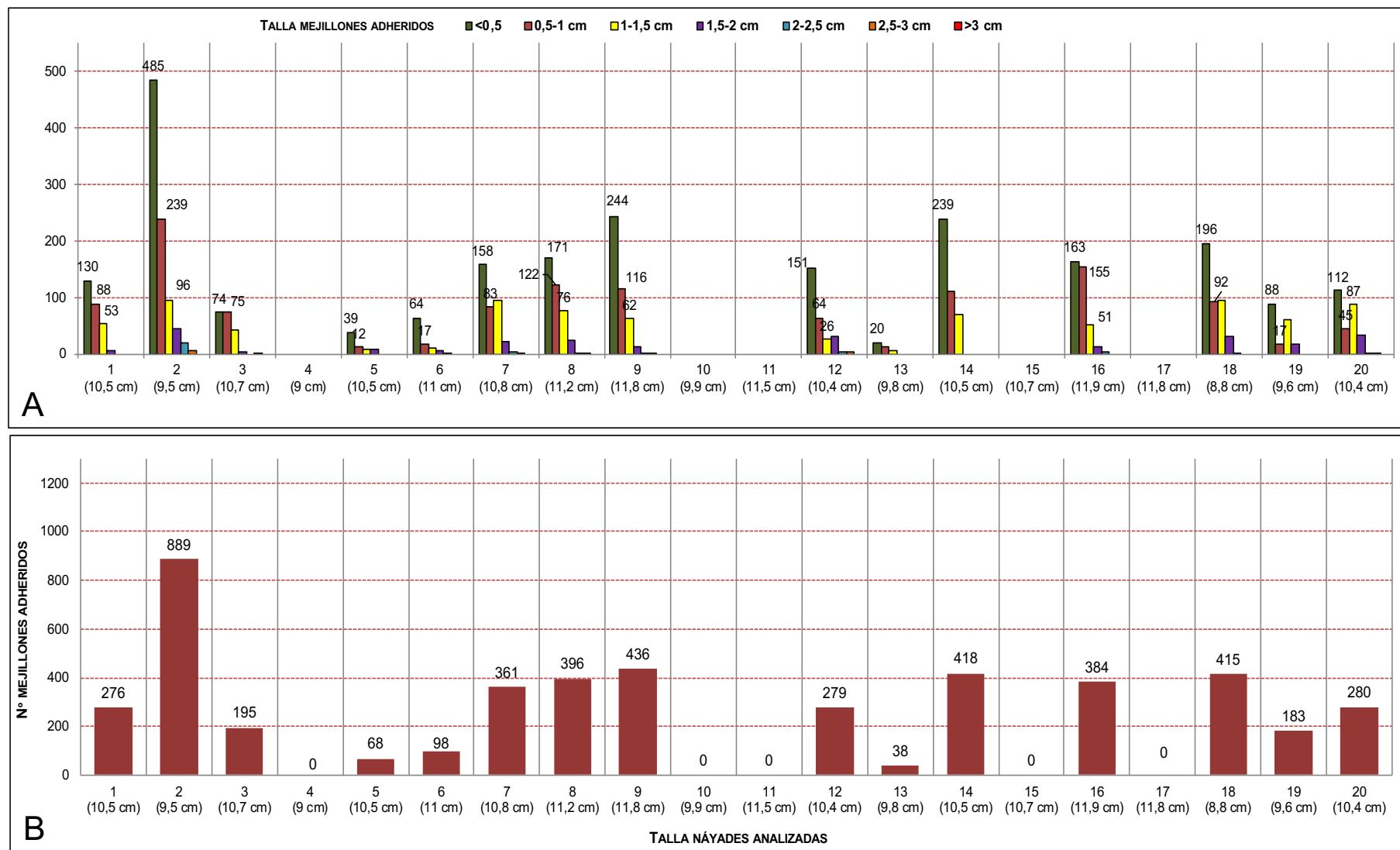


Figura 48 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2018.

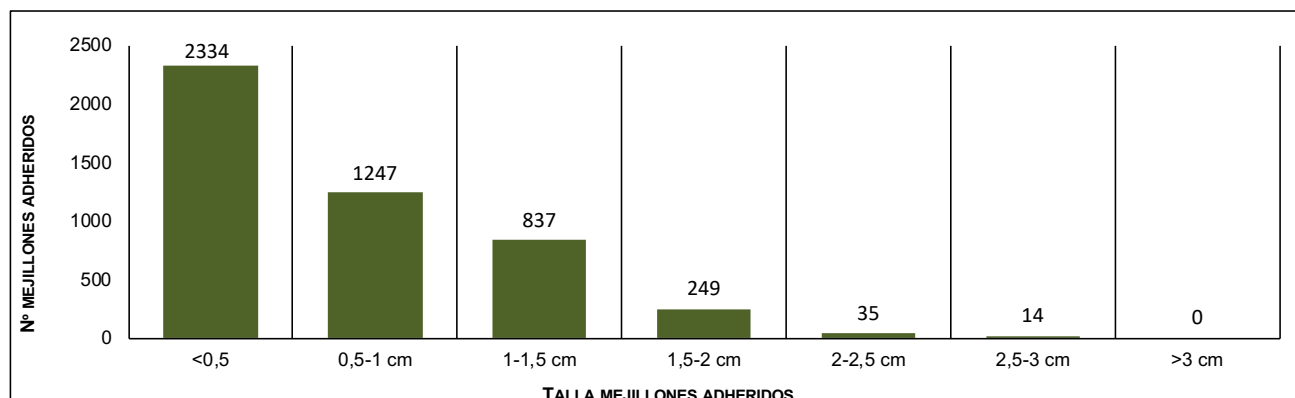


Figura 49 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

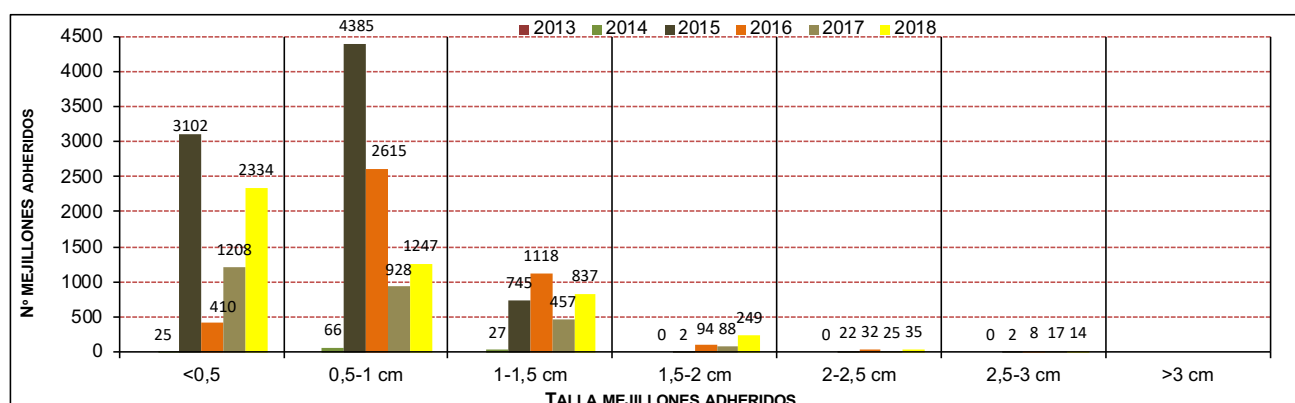
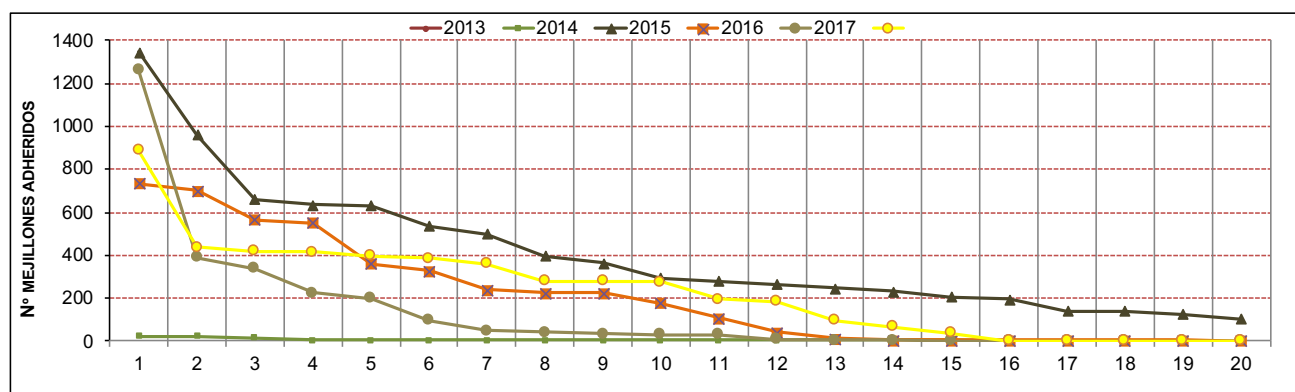


Figura 50 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
4.716 individuos (314,4 individuos/uniónido).

5.5 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA R

Segunda de las ensenadas de cola del Zadorra prospectadas en este trabajo, situada al sureste del embalse y considerada una de las áreas de mayor interés ecológico del pantano y catalogada como Humedal de Importancia Internacional por el Convenio Ramsar. Se muestreó por primera vez en el año 2014, donde se prospectaron 4 tramos, recorriendo una distancia de aproximadamente unos 500 metros (Anexo I, Mapa 17). El sustrato es heterogéneo a lo largo del recorrido, presentando zonas pedregosas y zonas de sustrato blando colmatado por finos y con acumulación de fango en las áreas más someras. Durante el cartografiado de la población de náyades se localizaron 61 ejemplares de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se recogieron y marcaron 45 para su posterior seguimiento y control. Para la determinación de la afección del mejillón cebrá sobre esta colonia de náyades se tomó una muestra representativa de 20 anodontas, 13 de las cuales no portaban dreissenidos, mientras que los siete restantes presentaban un total de 15 mejillones cebrá adheridos, lo que arrojó una media de 0,75 mejillones/uniónido, el valor más bajo para este embalse durante el año 2014.

Durante el año 2015 se continuó con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados durante el año 2014, contabilizando un total de 2.997 mejillones cebrá lo que se traduce en una media de 149,8 mejillones/uniónido. Destacar, que todas las anodontas recogidas presentaban dreissenidos adheridos a lo largo del último año, superando muchas de ellas el umbral de 100 mejillones/uniónido. En tan solo un año se pasó de un índice de 0,1 mejillones/uniónido, el más bajo en 2014, a 149,8 mejillones/uniónido, evidenciando la expansión y asentamiento de la especie en esta zona durante este periodo (2014-2015). En el año 2016 el índice de fijación se disparó hasta la cifra de 723,9 mejillones/uniónido (14.658 individuos), alertando del riesgo que esto suponía para la de las náyades en esta zona. Sin embargo, en la campaña del 2017, este índice disminuyó significativamente (192 mejillones/uniónido). En campañas anteriores se había observado una notable diferencia en el grado de infestación de las náyades dependiendo del lugar que ocupaban dentro de esta ensenada. En la zona más interna de la ensenada, más resguardadas de las corrientes y caracterizada por un sustrato blando con ausencia de gravas y piedras, las náyades mostraban un grado de afección mucho menor. Mientras que, en la zona más externa, donde aflora un sustrato de gravas que se alternan con cantos y bloques de piedra, las náyades ven aumentado su grado de infestación. Atendiendo a este hecho, en la campaña del 2017 se decidió coger ejemplares a ambos lados de la ensenada y establecer una comparativa entre ellos. Los resultados obtenidos corroboraron lo observado, ya que en la zona R1, con predominancia de un sustrato grueso obtuvo un índice de fijación de 192 mejillones/uniónido, mientras que en la zona R2, la más interna, caracterizada por un sustrato blando se obtuvo un índice de 68,72 mejillones/uniónido.

Durante esta campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año, diferenciando al igual que en la anterior campaña la zona R1 y la zona R2.

5.5.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos en la Zona R1 se muestran en las figuras 51-54. Se han contabilizado un total de **5.968 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas lo que se traduce en una media de **298,4 mejillones/uniónido**. Los resultados obtenidos en la Zona R2 se muestran en las figuras 51-54. Se han contabilizado un total de **3.075 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, dos de las cuales no presentaban mejillones adheridos, lo que se traduce en una media de **180,9 mejillones/uniónido**. Estos resultados son significativamente superiores a los resultados obtenidos en estas mismas zonas en la campaña anterior del 2017 (R1: 192 mejillones/uniónido; R2: 68,72 mejillones/uniónido) y muestran una notable diferencia en el grado de infestación dentro de una misma zona, dependiendo del tipo de sustrato predominante.

Al igual que en años anteriores, las dos clases de tamaños predominantes de los mejillones recolectados sobre las náyades, en ambas zonas, corresponden a los ejemplares procedentes de dos picos de reproducción ocurridos durante la época del verano [(Zona R1. Talla $\leq 5\text{mm}$.: 54,3%, 3.242 individuos; Talla 0,5-1 cm: 32,3%, 1.927 individuos)], [(Zona R2. Talla $\leq 5\text{mm}$.: 57%, 1.754 individuos; Talla 0,5-1 cm: 31,8%, 979 individuos)], destacando la mayor proporción de ejemplares de tamaño $\leq 5\text{mm}$, que podrían proceder de un pico de reproducción ocurrido a finales de la época estival. También se ha observado en ambas zonas la presencia de un porcentaje muy similar de individuos reclutados a partir de los eventos reproductivos de la época de primavera, un 9,5% (565 ejemplares) en R1 y un 10,3% (318 ejemplares) en R2. Estos resultados evidencian la capacidad de reproducción y fijación que presenta *Dreissena polymorpha* en esta zona en ambas épocas.

Los datos de fijación obtenidos en el 2016 (723,9 mejillones/uniónido; 4.658 individuos) señalaban a esta población como una de las colonias de náyades donde la proliferación de *Dreissena polymorpha* había sido más acusada, lo que hacía prever la pérdida inmediata de esta población de náyades. La obtención de valores más bajos, tanto en 2017 como en 2018, parecen indicar una colonización más lenta de lo que se preveía, pero aún así, se trata de valores que superan notablemente el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado como el umbral de supervivencia para las náyades. Por lo tanto, aunque se ha reducido considerablemente su índice de fijación sobre las náyades, comparándolo con los resultados del 2016, queda por determinar la capacidad de asentamiento y expansión que experimentará a lo largo del tiempo.



Imágenes donde se puede observar el aspecto de la zona de muestreo R y aspecto que muestra una náyade en el agua, completamente cubierta de mejillones, casi imposible de distinguir que se trata de una náyade.

Figura 51. A Gráfico A: Número de ejemplares de *D. polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2018.



Figura 51. B Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2018.

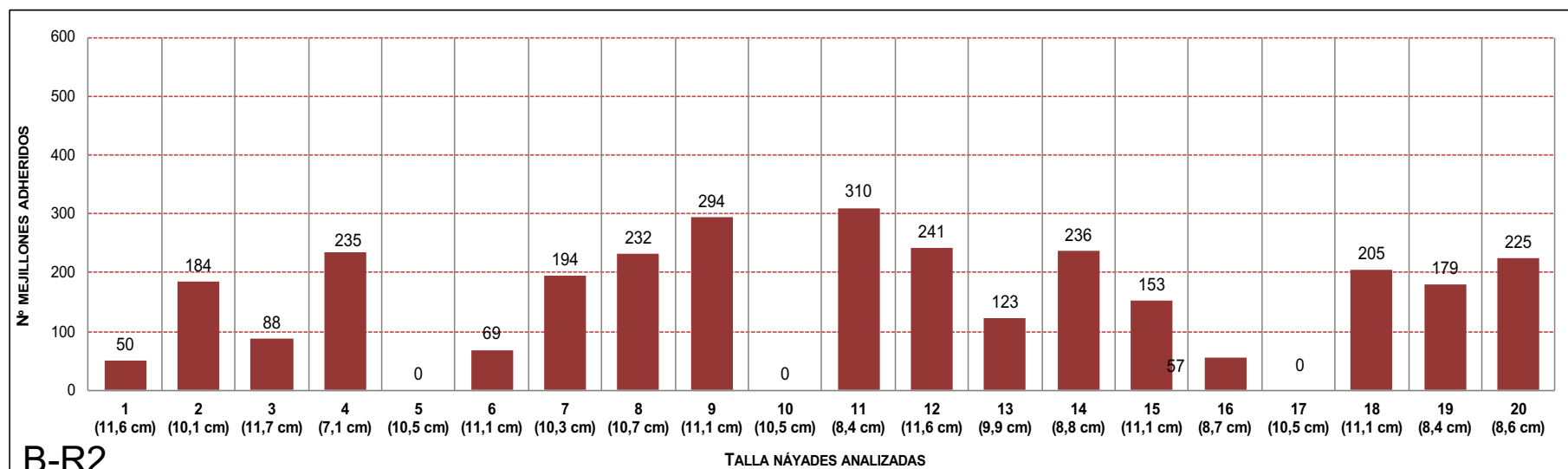
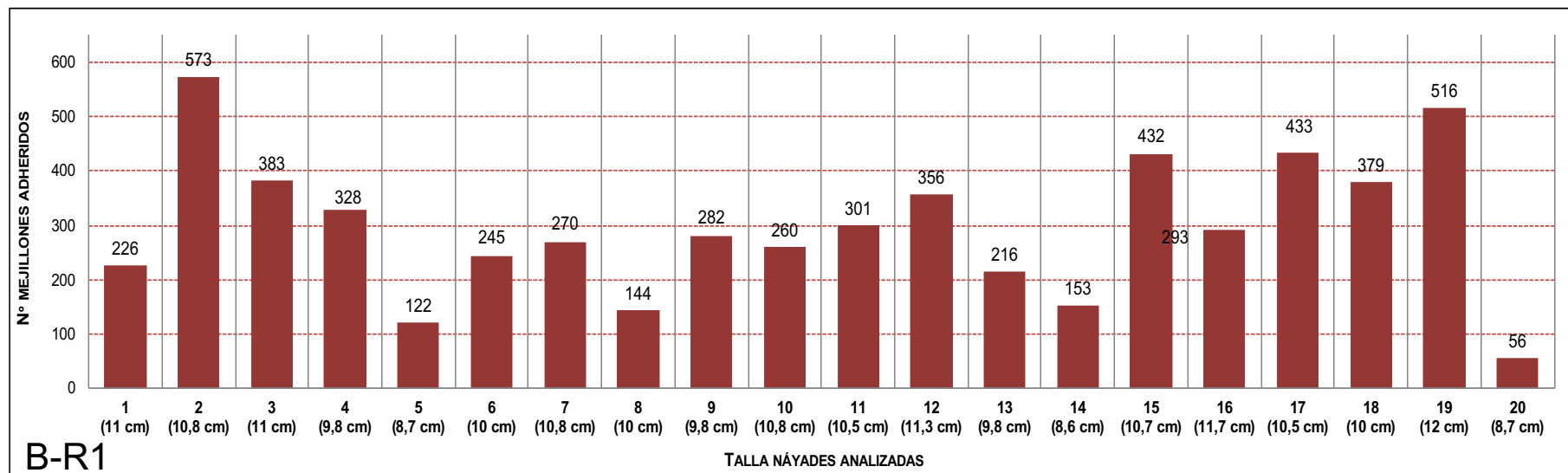


Figura 52 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2018.

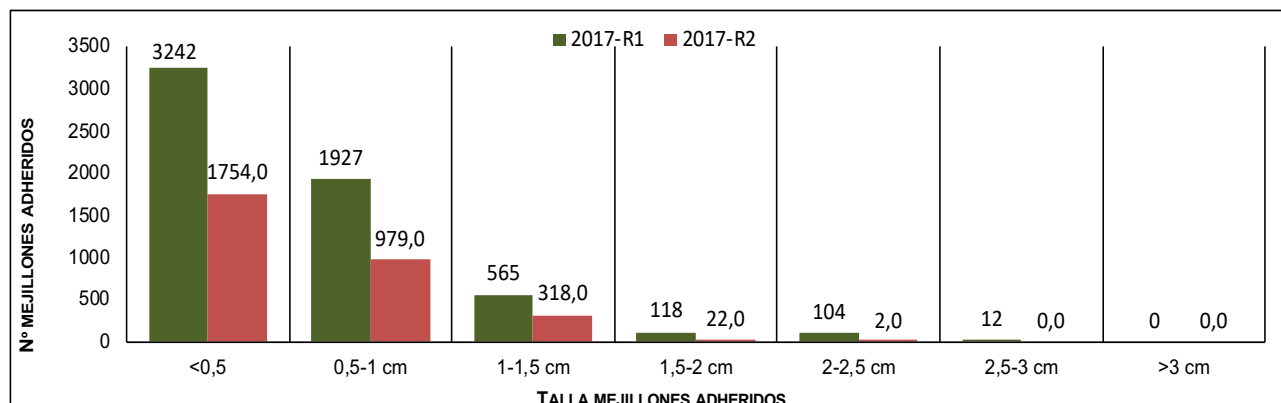


Figura 53 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

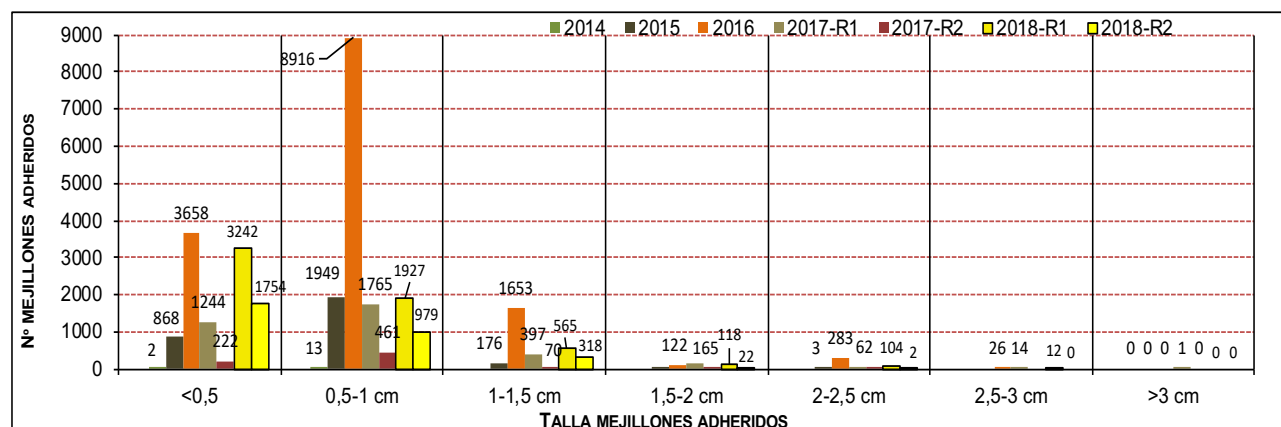
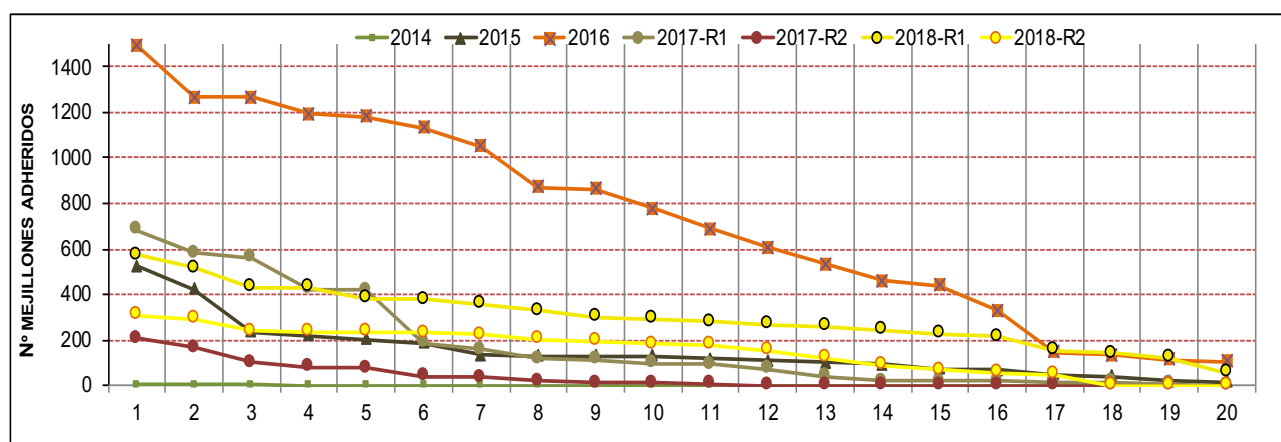


Figura 54 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en las Zonas R1 y R2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* que presentaban mejillones adheridos. R1: 3.648 (192 individuos/uniónido); R2: 879 (73,25 individuos/uniónido).

5.6 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA U

Zona prospectada por primera vez en el año 2014. Se muestrearon 4 tramos, recorriendo una distancia de aproximadamente unos 580 metros (Anexo I, Mapa 18). Se trata de una ensenada muy amplia que se consideró que podía resultar un buen lugar para albergar náyades y adecuado para marcar los ejemplares y establecer un punto de control de los mismos. El sustrato predominante en toda la zona es de tipo limo-arcilloso con una gran acumulación de fango en algunos puntos. En total se localizaron 35 ejemplares de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se recogieron y marcaron 30 para su seguimiento. Los análisis de la población de mejillón cebra durante ese año sobre una muestra representativa de 20 náyades arrojaron un valor de 34 mejillones cebra adheridos sobre 11 de las 20 anodontas, lo que supone una media de 1,7 mejillones/uniónido.

Durante el año 2015 se continuó con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar el grado de colonización experimentado por esta población de náyades. Durante ese año se contabilizó un total de 9.320 dreissenidos adheridos arrojando una media de 466 mejillones/uniónido, el segundo índice de fijación más alto detectado hasta ese momento en este embalse. Estos resultados marcaron el asentamiento y expansión de *Dreissena polymorpha* en esta zona, pasando drásticamente de un índice de afección de 1,7 mejillones/uniónido a un valor de 466 mejillones/uniónido. En 2016 ese índice de fijación se incrementó aún más, llegando hasta los 503,15 mejillones/uniónido, valor que en la campaña del 2017 disminuyó notablemente, contabilizando un 50% menos de mejillones cebra adheridos sobre las náyades (5.051 mejillones; 252,5 mejillones/uniónido).

Durante esta campaña del 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de este último año y examinar la dinámica de colonización de esta especie a lo largo del tiempo.

5.6.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 55-58. Se han contabilizado un total de **9.037 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **451,9 mejillones/uniónido**. Estos resultados son significativamente superiores a los detectados en la campaña del 2017 y muy similares a los obtenidos previamente, durante los años 2015 y 2016, indicando un nuevo aumento en la capacidad de colonización de *Dreissena polymorpha* en esta población. Actualmente es la tercera población más afectada en este embalse por la presencia de esta especie, con unos valores que, de mantenerse en el tiempo, ponen en serio riesgo a esta población de anodontas. Las oscilaciones observadas en el índice de fijación a lo largo de los diferentes años de seguimiento, podrían estar relacionados con las corrientes que arrastran las larvas hacia esta zona y/o con la tasa de filtración de larvas por parte de los ejemplares de mayor tamaño, además de con otros factores que desconocemos.

Tomando los datos del tamaño de los mejillones recolectados en los últimos años, se observa una dinámica de colonización variable. En esta última campaña del 2018, y al igual que ocurrió en el año 2015, el mayor porcentaje de individuos detectados sobre las náyades presentaban un tamaño ≤ 5 mm, indicando un predominio de ejemplares fijados durante los meses de septiembre-octubre y correspondiente a un evento reproductor ocurrido a finales de verano (56,4%, 5.096 individuos). Durante el año 2017, al igual que en el 2016, el tamaño predominante correspondió a los ejemplares con talla comprendida en el rango de 0,5-1 cm (Tabla 3), procedentes de un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. Estas diferencias en la época máxima de fijación, podrían tener relación con las corrientes que alcanzan esta zona, generando un mayor o menor aporte de larvas en cada época, afectando a los porcentajes de fijación sobre las náyades. Durante el año 2018, se ha observado un incremento, respecto a años anteriores, del número de ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm: 15%, 1.358 individuos), lo cual evidencia el potencial

de esta especie para reproducirse y fijarse en esta zona durante diferentes épocas del año, indicativo de la alta capacidad de establecimiento de esta especie en esta colonia.

Los resultados obtenidos durante esta última campaña 2018 señalan un grado de colonización muy alto, que supera 4 veces el índice de 100 mejillones/unionido, establecido como letal para las náyades, por lo que se considera necesario continuar con el seguimiento y evaluación de esta población de náyades, en claro riesgo de desaparecer.



Imágenes que muestran el aspecto del área de muestreo en la zona U y una náyade recapturada y a punto de morir, incapaz de cerrar las valvas.

Figura 55 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona U. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.

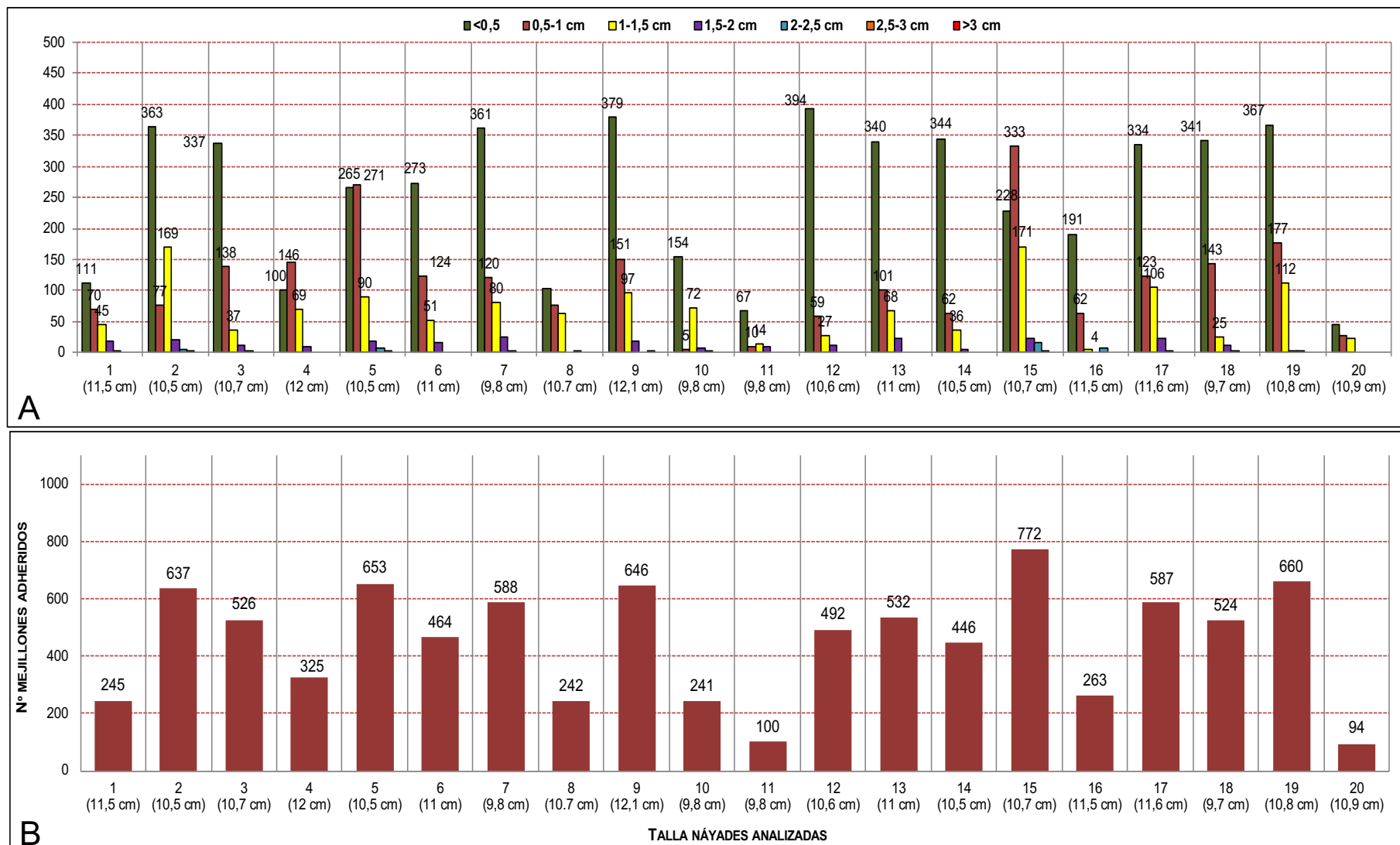


Figura 56 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona U. Año 2018.

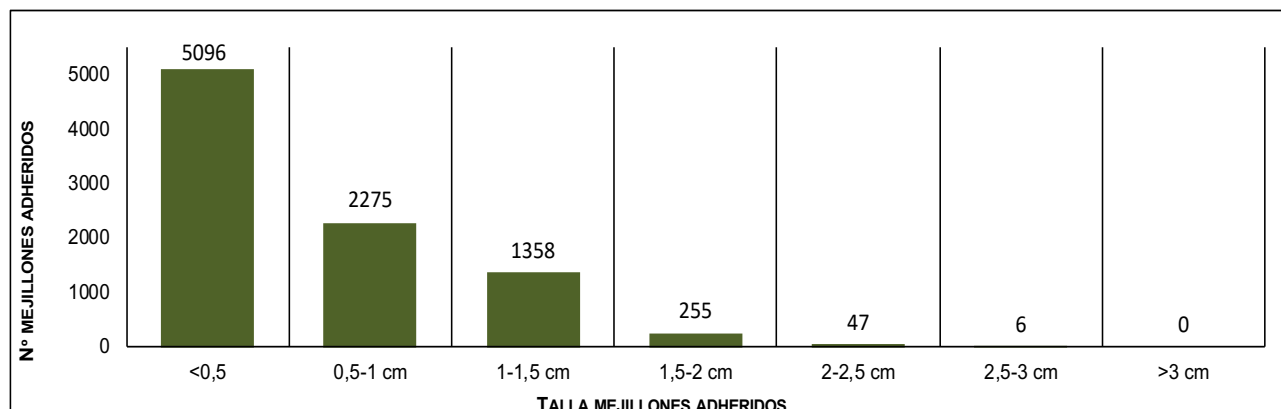


Figura 57 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona U, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

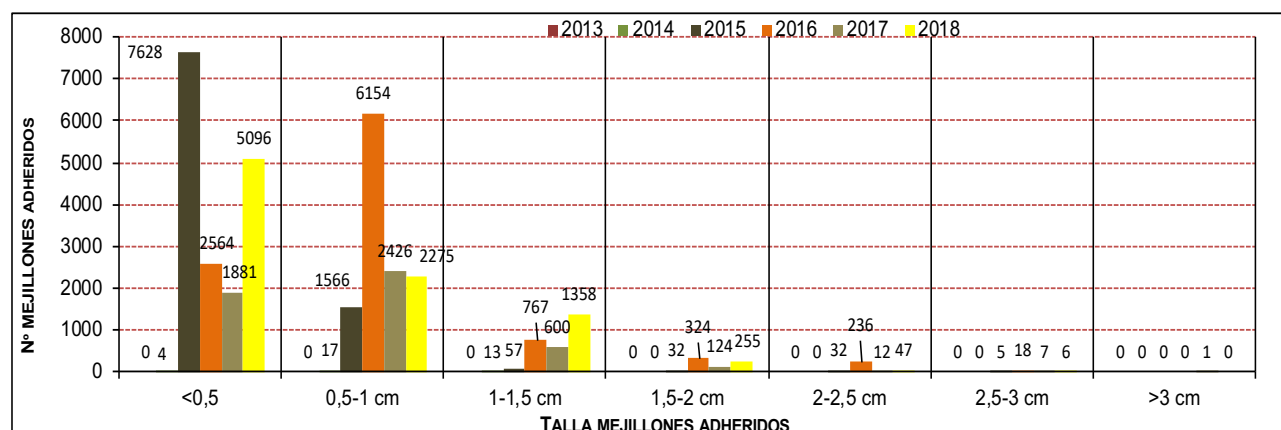
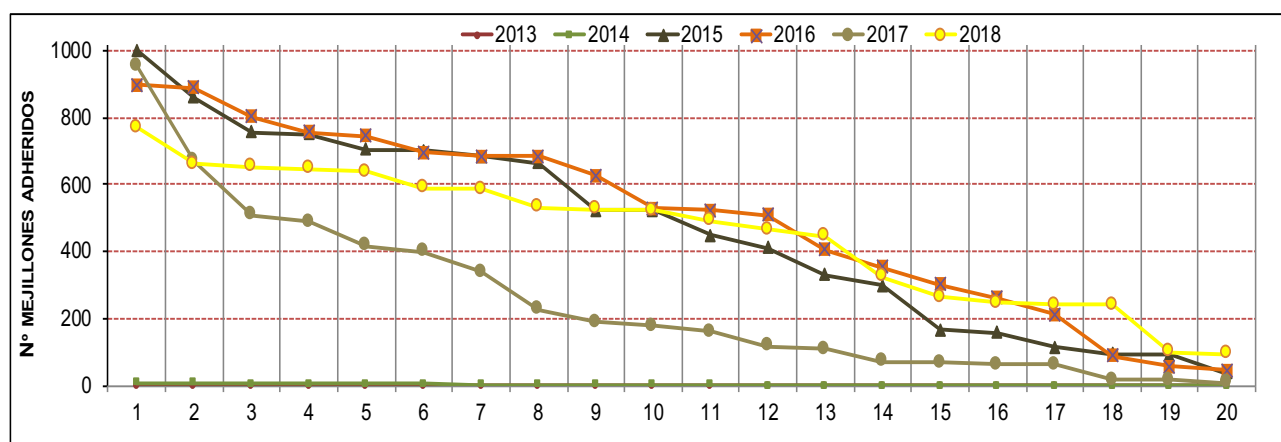


Figura 58 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona U, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
9.037 individuos (451,9 individuos/uniónido).

5.7 EMBALSE DE ULLÍBARRI: ZONA V

Zona cartografiada por primera vez durante la campaña de muestreos realizada en el 2015. Dada la alta proliferación de la especie *Dreissena polymorpha* en esta zona de la cola del Zadorra, muy interesante desde el punto de conservación de las náyades, se decidió ampliar el número de puntos de control en esta área. Se muestrearon 3 tramos, recorriendo una distancia de aproximadamente unos 410 metros (Anexo I, Mapa 19). Se trata de una continuación de la Zona R, donde el sustrato predominante es de tipo limo-arcilloso, con algunas zonas de gravas colmatadas por acumulación de finos. Presenta una alta densidad de náyades de la especie *Anodonta anatina*. En total se localizaron 63 ejemplares vivos de los cuales se recogieron y marcaron 50 para su seguimiento, tomando una muestra representativa de 20 ejemplares para el análisis de la afección por parte de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos en 2015 arrojaron un total de 9.532 dreissenidos adheridos sobre las 20 anodontas recogidas arrojando un índice de fijación de 476,6 mejillones/uniónido, el índice de fijación más alto detectado hasta ese momento en este embalse. La mayoría de las náyades superaban los 100 mejillones adheridos, llegando a alcanzar los 1.650 mejillones fijados sobre una única náyade, el ejemplar más afectado detectado hasta el momento en este embalse. Aunque no se disponen de datos anteriores a 2015 para los valores de fijación de *Dreissena polymorpha* en esta población, nos podemos apoyar en los valores detectados con anterioridad en zonas aledañas donde, en el año 2014, el índice de fijación era muy bajo en comparación con lo observado en el 2015. Estos datos confirmaron el asentamiento y expansión de *Dreissena polymorpha* en esta zona a lo largo del año 2015.

Durante el 2016 se alcanzó la cifra de 25.296 mejillones recogidos sobre la muestra de náyades, arrojando un índice de fijación de 1.264,8 mejillones/uniónido, superior a los valores detectados en el embalse de Urrúnaga donde la dispersión y asentamiento de la especie parece haberse dado con anterioridad. La mortandad de náyades registrada en el periodo de dos años alcanzó el 67%. En el 2017 el índice de fijación disminuyó significativamente hasta un valor de 289,1 mejillones/uniónido, el cual sigue siendo un valor muy elevado de fijación, pero señala un descenso en el impacto sobre las náyades, respecto a años anteriores. Ante estos resultados, se consideró importante continuar en 2018 con el seguimiento y evaluación de la colonización en esta zona.

5.7.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 59-62. Se han contabilizado un total de **11.139 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en un índice de fijación medio de **557 mejillones/uniónido**. A pesar del descenso, en el número de ejemplares fijados, señalado en el año 2017, durante esta campaña se vuelve a observar un incremento significativo, duplicando los valores de fijación detectados en el 2017 y volviendo a los valores elevados detectados en el año 2015. Actualmente es la segunda población de náyades más afectada en este embalse por la presencia de *Dreissena polymorpha*. La disminución del índice de fijación observada en el año 2017 y su posterior incremento en 2018 refleja una variación en la pauta de colonización de *Dreissena polymorpha*, que podría estar relacionada con las corrientes que arrastran las larvas hacia esta zona y/o con la tasa de filtración de larvas por parte de los ejemplares de mayor tamaño, además de con otros factores que desconocemos. Sin embargo, queda claro que, de continuar este incremento, el próximo año se podrían volver a alcanzar los valores observados en el año 2016, lo que supondría, sin duda, el declive de esta colonia.

Durante este año, la mayoría de los ejemplares recolectados proceden de los eventos de reproducción ocurridos en la época de verano (Talla ≤ 5 mm: 54,9%, 6.120 individuos y Talla 0,5-1 cm: 29,4%, 3.277 individuos), siendo más elevado el número de ejemplares fijados al final de la época de verano. Se ha

observado un incremento, respecto a años anteriores, en el reclutamiento de los ejemplares procedentes de los eventos de reproducción que se dan en la época de primavera (Talla 1-1,5 cm: 1,8%, 1.314 individuos). Destacar, al igual que en otras zonas, la presencia de ejemplares con tamaño superior a 2 cm. Este tamaño solo representa al 0,8% de la totalidad de dreissenidos adheridos, pero revelan la capacidad de movimiento que presentan para desprenderse del sustrato donde estaban fijados para fijarse sobre las náyades después de haber sido desinfestadas en el otoño de 2017. Sin embargo, tampoco se puede descartar un pico de reproducción en la época de otoño de 2017 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2017, se fijasen sobre las náyades, dando lugar a los ejemplares de mejillón cebra con tamaños superiores a 2 cm. que se han recogido durante este año.

Este sería el cuarto año de control desde que se ha producido la dispersión de esta especie en esta zona. Los resultados demuestran la alta capacidad de asentamiento y expansión que ha experimentado *Dreissena polymorpha* en este corto plazo de tiempo y el elevado potencial de reproducción que ha alcanzado en este punto del embalse. Destacar la seria amenaza que estos resultados evidencian para la población de náyades que ocupa este biotopo, muy importante desde el punto de conservación de las náyades.



Imágenes que muestran la afección que sufre la colonia de náyades situadas en esta zona V. A la izquierda ejemplares recapturados muertos durante el muestreo, a la derecha imagen que refleja el aspecto que presentan las náyades que permanecen aún vivas.

Figura 59 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2018.



Figura 60 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Año 2018.

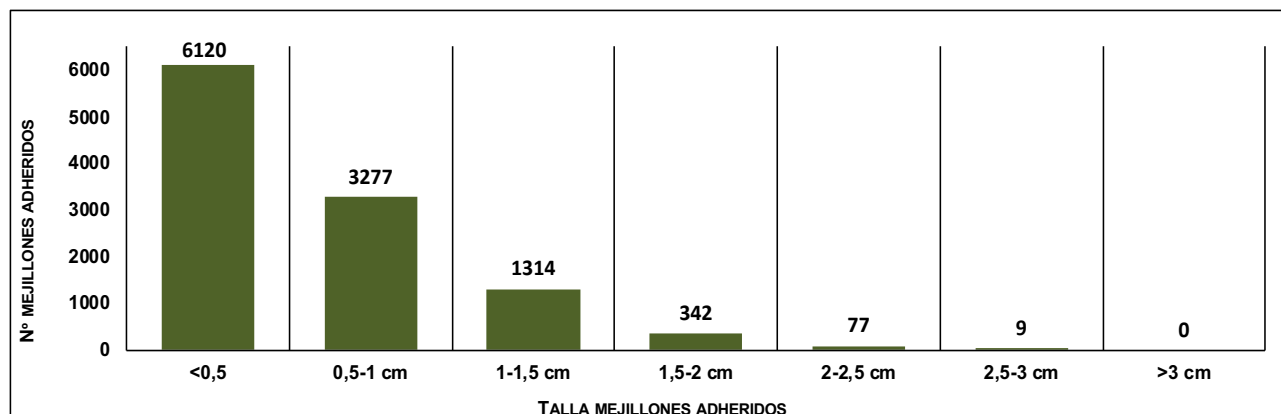


Figura 61 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

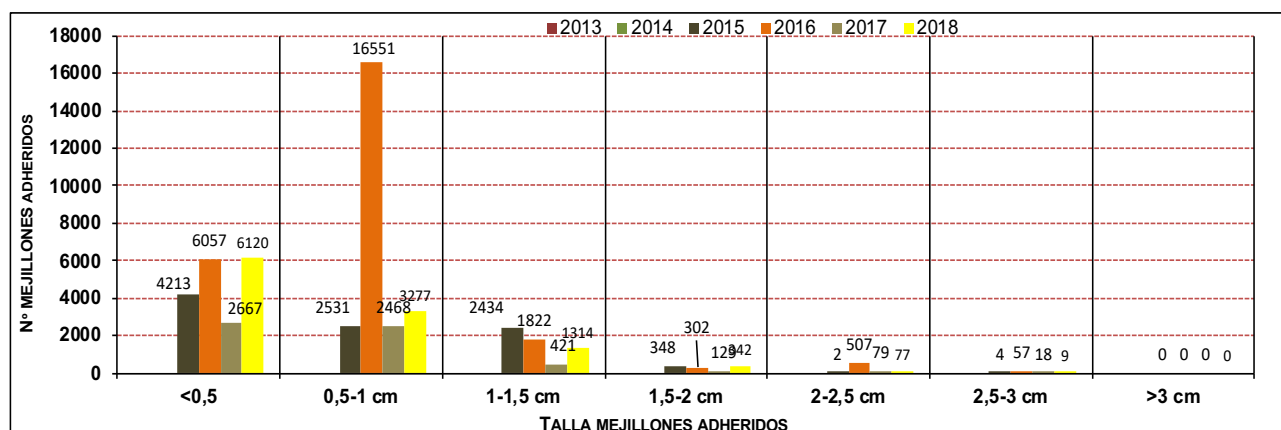
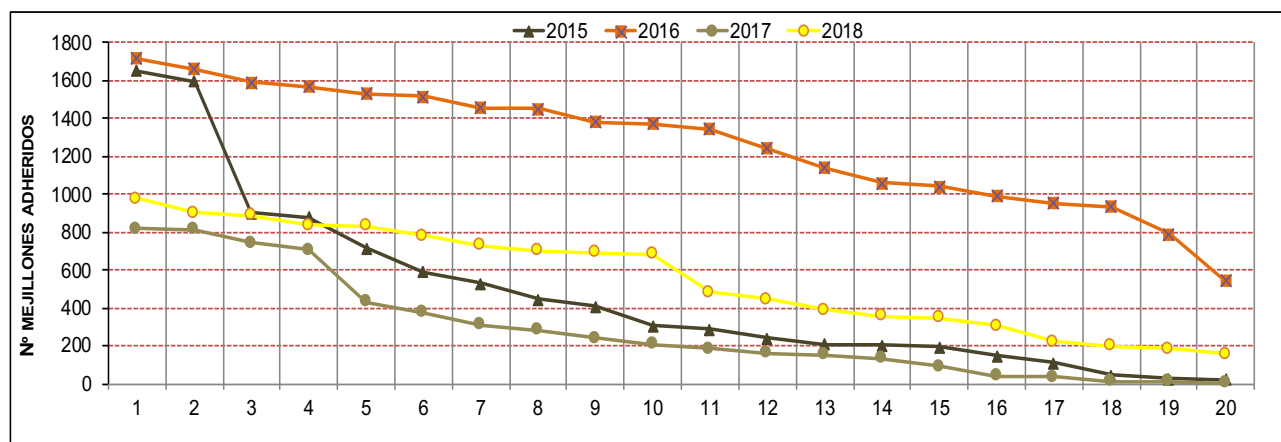


Figura 62 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* : **11.139 individuos (557 individuos/uniónido).**

6.

Discusión

6.1. SITUACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NÁYADES DEL SISTEMA DE EMBALSES DEL RÍO ZADORRA

Los diferentes estudios llevados a cabo durante los últimos años en las diferentes cuencas del Territorio Histórico de Álava han permitido ir ampliando paulatinamente el conocimiento sobre la distribución de náyades en este territorio permitiendo, además, establecer un control sobre las poblaciones detectadas año tras año. Los resultados obtenidos hasta el momento señalan a la Unidad Hidrológica del Zadorra como la única cuenca que presenta hoy en día poblaciones vivas de tres de las cuatro especies propias de la cuenca del río Ebro, *Potomida littoralis*, *Unio mancus* y . Los resultados obtenidos hasta el momento para el río Zadorra, indican que este río albergó, en un pasado no muy lejano (50 años), grandes colonias de náyades que han ido desapareciendo progresivamente. Actualmente, este cauce sostiene todavía pequeños núcleos de ejemplares de las tres especies, que probablemente sea la representación de lo que fue la riqueza de náyades en el Zadorra hace tan sólo unas décadas. En los años 2007 y 2009 se realizaron algunas prospecciones someras en dos de los embalses del Sistema de Embalses del río Zadorra, en Ullívarri-Gamboa y Urrúnaga (Madeira, Araujo & Ayala, 2007, 2009). Los resultados obtenidos en estos trabajos ponían de manifiesto la importancia de estos humedales en el mantenimiento de estas especies (*Potomida littoralis*, *Unio mancus* y) y la necesidad de ampliar el conocimiento sobre su distribución y estado de conservación en estos biotopos.

En las Tablas 1 y 2 de este capítulo se sintetizan los resultados obtenidos durante las prospecciones realizadas en anteriores campañas de muestreos enfocadas al cartografiado de las poblaciones de náyades del sistema de embalses del Zadorra. Teniendo en cuenta los resultados globales obtenidos para ambos embalses durante anteriores campañas de muestreos (2012-2015), el cartografiado de los 37.590 m de embalse que se realizó en su momento dio lugar a la localización de 3.996 ejemplares vivos de la especie *Anodonta anatina*, de los cuales se marcaron 2.314 para su posterior seguimiento y control. En el embalse de Urrúnaga localizaron 2.501 ejemplares vivos repartidos entre las 21 zonas prospectadas (18.850 m.), de los cuales se marcaron 1.493 ejemplares. En el embalse de Ullívarri se localizaron 1.495 ejemplares vivos, repartidos entre las 21 zonas prospectadas (18.740 m.), de los cuales se marcaron 821 ejemplares.

Tal y como se apuntó en el trabajo realizado en el 2014, existe una diferencia notable en la densidad de ejemplares obtenida para cada uno de los embalses. Tomando como dato el número total de náyades detectadas en cada embalse y dividiendo por la distancia total recorrida en cada uno de ellos, obtenemos los siguientes valores de densidad; 0,08 náyades/metro para el embalse de Ullívarri y 0,13 náyades/metro para el embalse de Urrúnaga. Aunque no se puede afirmar con seguridad que el humedal de Urrúnaga presente una mayor densidad o número de poblaciones de náyades frente al de Ullívarri, se han observado varios factores que podrían explicar las diferencias detectadas entre ambos embalses:

1. Las diferencias en cuanto al tipo de litología de las zonas muestreadas. En el embalse de Ullívarri se han detectado y muestreado un mayor porcentaje de tramos con una litología predominante de roca, bloques y gravas grandes, sobre todo en la parte más septentrional del humedal, donde muchos de los tramos prospectados no presentan unas características óptimas para la presencia de náyades. Las clases granulométricas más gruesas, muy poco propicias para la presencia de náyades, resultaron más abundantes en los tramos muestreados en este embalse que en el de Urrúnaga. A medida que se van aumentando las prospecciones en el embalse de Ullívarri, se observa una mayor concentración de las poblaciones de náyades en la zona más meridional del humedal.
2. Otro factor a tener en cuenta es la colmatación del sustrato por la acumulación de sedimentos. En ambos embalses, la mayoría de las anodontas se han encontrado enterradas en un sustrato blando de tipo limo-arcilloso. Aunque en ambos pantanos se ha constatado un problema de colmatación del sustrato por acumulación de finos, tanto en las colas como en las zonas más someras de las ensenadas, consideramos que el problema es más grave en el caso del embalse de Ullívarri. En muchas de las zonas muestreadas en este humedal, sobre todo en la parte meridional, se han detectado tramos donde se acumulan grandes volúmenes de fango que pueden o han podido afectar a las poblaciones de náyades que ocupan estos biotopos, sobre todo en las fases juveniles. Los juveniles viven enterrados en el sedimento hasta su madurez por lo que pueden verse más afectados por la colmatación del sedimento.
3. También se ha observado que el número de tramos prospectados y afectados por el fenómeno de eutrofización es mayor en el embalse de Ullívarri. De acuerdo a los diferentes informes publicados, en relación a la calidad ecológica de este embalse, existe una importante contaminación de sus aguas, principalmente generada por la actividad humana (vertidos urbanos, industriales y contaminación difusa) y que seguramente acelera los fenómenos naturales de eutrofización. Esta circunstancia, que puede crear problemas a largo plazo en el caso de no tomarse las medidas adecuadas, puede estar afectando a la densidad de náyades que ocupan estas zonas. Destacar que durante la revisión de algunas de las poblaciones prospectadas en años anteriores se ha observado una proliferación de perifiton y presencia de algas filamentosas sobre el sustrato y recubriendo algunas náyades, seguramente como consecuencia de la eutrofización y el aumento de la temperatura que se produce en la época de verano.

Sin embargo, la diferencia en la densidad de náyades detectada entre ambos embalses debe tomarse, de momento, con precaución y no debe interpretarse como una diferencia debida a la existencia de una mayor densidad o número de poblaciones de náyades en el humedal de Urrúnaga frente al de Ullívarri. Esta conclusión solo debería tomarse como cierta si se hubiese muestreado ambos embalses en su totalidad. Principalmente porque también pueden existir diferentes factores asociados a los muestreos que influyan en la diferencia de densidad de náyades detectadas entre ambos embalses. A pesar de que el número de zonas muestreadas en ambos embalses es equiparable, sigue existiendo una diferencia clara en el número de ejemplares detectados en cada humedal. Sin embargo, los resultados obtenidos para el embalse de Ullívarri muestran que las poblaciones más importantes se concentran en las ensenadas situadas en la parte meridional del humedal y en las colas del embalse. Por lo que las posteriores prospecciones que se lleven a cabo en este pantano deben de seguir priorizándose sobre estas zonas. Este hecho también refleja la importancia de cartografiar la máxima superficie posible ya que, en ocasiones, es probable no localizar ningún individuo a lo largo de uno o varios tramos y a continuación encontrar una cama de náyades con la mayor parte de los ejemplares localizados alrededor de una misma zona. Además, hay que tener en cuenta que en el humedal de Urrúnaga se han detectado dos zonas con unas camas muy numerosas de ejemplares juveniles (Zona L y Zona P), cuyo número incrementa la cifra global de individuos localizados en este humedal.

Otro de los problemas que surgen a la hora de plantear la prospección de estas especies en este tipo de hábitats es precisamente que, dependiendo de cómo y dónde se realicen los muestreos, se puede sobreestimar o infravalorar la densidad de náyades. En este sentido, hay que señalar que las prospecciones en el embalse de Ullívarri resultan más complicadas que en el embalse de Urrúnaga.

En primer lugar, tanto en la campaña de prospecciones realizada en el año 2012 como en la del 2013, 2014 y 2015, la cota de agua en el embalse de Ullívarri se mantuvo más elevada que la del pantano de Urrúnaga durante toda la época de muestreos. La cota de agua del embalse puede influir negativamente en la calidad de los muestreos. Con cotas más altas y según qué zonas, resulta más complicado poder acceder a las zonas más profundas por falta de visibilidad del fondo. Como consecuencia, el área muestreada tiende a ser menor, lo que puede derivar en la detección de un menor número de ejemplares. Durante el año 2015 se alcanzó una cota de agua más baja durante la época estival, lo que permitió poder muestrear un área de superficie mayor en muchas de las zonas. En segundo lugar, hay que tener en cuenta que el muestreo resulta mucho más complicado cuando se trabaja en zonas muy colmatadas y con grandes volúmenes de fango, debido principalmente a la pérdida de visibilidad por la presencia de sedimentos en suspensión y a la dificultad de vadeo. Estos factores pueden influir en la detección de los ejemplares de náyades y, tal y como se ha explicado anteriormente, los problemas de colmatación del sustrato son más acusados en las zonas prospectadas en el embalse de Ullívarri.

6.1.1 Embalse de Ullívarri-Gamboa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos previos, las zonas más importantes en este humedal en cuanto a densidad de náyades parecían localizarse al sur del embalse (Zonas E, F, I y J), un área de gran interés ecológico y biológico por la gran riqueza de especies vegetales y animales que alberga (Tabla 1). Los datos obtenidos anteriormente señalaban que las ensenadas y las colas situadas en la zona meridional del embalse podían jugar un papel importante en el mantenimiento de las poblaciones de la especie *Anodonta anatina* en este biotopo. Este hecho coincidiría con los estudios realizados para otras especies tanto animales como vegetales en las que se señalan que el área de mayor interés ecológico del embalse se encuentra al sur del mismo, y está conformada principalmente por las colas, catalogadas como Humedal de Importancia Internacional por el Convenio Ramsar. Todo ello, refleja nuestro interés y la importancia de poder ampliar las prospecciones de las colas meridionales de este humedal.

Los resultados obtenidos durante estos estudios, confirman la importancia de las ensenadas y colas situadas al sur del embalse para el mantenimiento de las poblaciones de . A la hora de evaluar los resultados obtenidos hay que tener en cuenta un aspecto importante, las características limnológicas que presentan estas zonas. Les caracteriza una orografía suave de las orillas que da lugar a la formación de colas someras con fluctuaciones significativas del nivel de agua y una importante acumulación de limo, lo que en ocasiones deriva en una acumulación significativa de sedimentos fangosos en muchos puntos. Ello las convierte en zonas complicadas de muestrear, donde la mayor parte de las prospecciones se deben realizar palpando a ciegas el fondo en busca de los ejemplares que se encuentran enterrados en el sedimento. Además, se ha constatado que los ejemplares no se sitúan justo en las zonas más cercanas a la orilla, y por lo tanto más afectadas por la fluctuación del nivel de agua. En estos lugares, las náyades tienden a localizarse en puntos más internos de las ensenadas o colas, alejadas unos metros de la orilla, donde la accesibilidad es más limitada con cotas altas del nivel de agua en el embalse. Por ello, aunque la densidad de náyades detectadas en esta zona ha sido elevada, creemos que la densidad real puede ser todavía más alta y que con cotas más bajas del embalse es posible que se detecten más ejemplares en estas zonas.

La turbidez del agua y la aparición de macrófitos han sido los factores limitantes durante las prospecciones realizadas. No impiden los muestreos, pero hay que tener en cuenta que el sustrato queda completamente

recubierto, lo que además de suponer un esfuerzo de muestreo mucho mayor, dificulta significativamente la visualización e incluso palpación de las náyades. Por otra parte, las aves acuáticas ocupan gran parte de las zonas muestreadas en la parte meridional de este embalse, donde además se ha observado que se alimentan de los juveniles de anodontas. Estas aves, con sus movimientos, provocan una turbidez significativa en las zonas más someras donde se llevan a cabo los muestreos, lo cual también puede influir notablemente en la localización de las náyades que ocupan estas zonas. Teniendo en cuenta estos hechos, consideramos que en algunos de los recorridos realizados la densidad de náyades de la especie *Anodonta anatina* puede ser superior a la detectada en estos trabajos.

Los resultados obtenidos durante estos trabajos refuerzan el interés y la importancia de poder concluir la prospección completa de las colas y ensenadas meridionales de este humedal con el fin de detallar la situación de conservación de sus poblaciones de náyades ante la expansión inminente de *Dreissena polymorpha* en estas zonas.

6.1.2 Embalse de Urrúnaga.

Tomando como referencia los resultados de densidad obtenidos hasta el momento, durante las diferentes campañas de muestreo, los datos indican que el 46,6% de los ejemplares de *Anodonta anatina* recogidos en este embalse se localizaban en una ensenada (1.166 individuos). Además, las ocho zonas de este embalse en las que se han localizado más ejemplares de náyades a lo largo de las prospecciones coinciden con zonas de ensenada o tramos situados en las colas del humedal (Zonas B, C, F, J, L, N, O y P). Sin duda, se trata de una cifra muy significativa que destaca la importancia de estos biotopos para el mantenimiento y conservación de la especie *Anodonta anatina* en este embalse. Además, son zonas a tener muy en cuenta como posibles refugios para garantizar la supervivencia de esta especie en este entorno ante la presencia de *Dreissena polymorpha*.

Cuando se habla del hábitat de las náyades o se intenta describir las áreas potenciales para su presencia, es obligatorio pensar que su hábitat es el correspondiente al de sus peces hospedadores, por lo que el conocimiento de la biología de éstos puede aportar las claves sobre el hábitat de las náyades bajo estudio. Las colonias de náyades serán siempre más abundantes donde los peces hospedadores de sus gloquidios pasen más tiempo. A este respecto, si comparamos los resultados obtenidos en este trabajo con los censos de la comunidad de peces realizados por la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro) en los embalses de Urrúnaga y Ullívarri-Gamboa en el año 2009 observamos una cierta correlación con los resultados obtenidos.

En el embalse de Ullívarri-Gamboa, dentro del estrato superficial, las biomasas más altas de peces se aprecian en la zona meridional del embalse, cerca de la cola, lo que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, donde las densidades más altas de náyades se sitúan en esta misma zona. Respecto al embalse de Urrúnaga, el informe apunta que los puntos de mayor concentración de peces se sitúan en el estrato superficial y se observa una importante densidad de peces en las zonas de las colas del embalse y en las ensenadas del brazo principal donde también se han detectado importantes densidades de náyades. Del mismo modo, algunas de las zonas seleccionadas hasta el momento en estos embalses en función de sus características óptimas para albergar náyades (tipo de sustrato, profundidad, condiciones ambientales), finalmente no resultaron ser las más adecuadas. Y precisamente, una de las posibilidades que se barajan para explicar esa ausencia de náyades, es la ausencia también de peces hospedadores en esas zonas, tal y como se ha comprobado comparando los mapas de distribución de la fauna íctica en estos embalses.

Atendiendo a los resultados derivados del trabajo desarrollado en estos humedales, y comparándolo con los

datos que se tienen del resto de cuencas en este territorio, queda claro que estos dos embalses del sistema del Zadorra constituyen dos áreas prioritarias para la conservación de la especie *Anodonta anatina* ya que son los dos únicos enclaves del Territorio Histórico de Álava donde esta especie forma colonias con un gran número de efectivos. Además, aunque los métodos de muestreo empleados no resultan ser los más apropiados para la detección de los ejemplares juveniles, sí que se han detectado dos camas importantes de juveniles (Zonas L y P del embalse de Urrúnaga) que confirman que esta especie se reproduce en estos biotopos.

Seguramente, el hecho de que *Anodonta anatina* sea la especie más abundante en estos humedales se deba a que es una de las náyades menos exigentes en cuanto al hábitat. Parece que esta especie tiene una mayor valencia ecológica que el resto de especies de náyades ibéricas, por lo que en ocasiones suele ser la única náyade presente en los embalses. Puede vivir en sustratos de gravas y zonas de corriente, pero es muy habitual encontrarla en fondos blandos de cieno y aguas remansadas tal y como se ha descrito a lo largo de este informe. Además, a diferencia de otras náyades ibéricas, esta especie presenta un amplio abanico de peces hospedadores. Entre las especies hospedadoras de sus gloquidios en la península Ibérica se han señalado a *Barbus graellsii* Steindachner, *Chondrostoma miegii* Steindachner, *Salaria fluviatilis* (Asso), *Gobio lozanoi* (L.), *Squalius pyrenaicus* (Günther) y *S. cephalus* (L.) (Gómez, obs. pers.). En otros países (Pekkarinen y Hastén, 1998) se han citado los peces *Perca fluviatilis* L., *Gymnocephalus cernuus* L., *Puntius tetrazona* (Bleeker) y la larva de la salamandra *Ambystoma tigrinum* Green.

Sin embargo, a pesar de su ubicuidad y de su capacidad para colonizar ambientes antropizados, también es necesario proteger sus poblaciones y las de sus peces hospedadores ya que, al igual que ocurre con el resto de las náyades ibéricas, se observa una regresión generalizada de sus poblaciones como consecuencia de la degradación del hábitat. Reflejo de ello es su reciente inclusión en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas. La principal afección que sufre esta especie en los Embalses del sistema del Zadorra y que puede suponer un riesgo importante para sus poblaciones reside en el deterioro paulatino de estos humedales como consecuencia de las presiones antrópicas sobre el medio.

La red hidrográfica de los embalses del Zadorra comprende parcial o totalmente municipios de relevancia, tanto por su densidad poblacional como por las actividades industriales y /o agrarias que en ellos se desarrollan (Asparrena, Barrundia, Elburgo, Iruraiz-Gauna, Agurain, Alegría y S. Millán, en la vertiente del Ullíbarri-Gamboa; Otxandio, Ubidea y Legutiano en la vertiente de Urrúnaga). Como consecuencia, estos pantanos han ido sufriendo un proceso de deterioro paulatino debido principalmente a las presiones antrópicas sobre el medio ligadas a las actividades agropecuarias, urbanas e industriales, fundamentalmente.

Los diferentes estudios llevados a cabo durante las últimas dos décadas han ido constatando la tendencia a la eutrofización de los embalses del sistema Zadorra y la necesidad de regularizar y controlar las actividades que se desarrollan en su cuenca. La eutrofia es un fenómeno que se produce en muchos casos de forma natural con el transcurso del tiempo. Sin embargo, en los embalses del Zadorra este proceso se acelera y se ve favorecido por la alta concentración de contaminantes y nutrientes que aporta la actividad humana a esta cuenca, mayormente a través de los afluentes (contaminación puntual) y por medio de las aguas de escorrentía (contaminación difusa) de toda la cuenca tributaria.

Los embalses de Ullíbarri y Urrúnaga se califican como mesotróficos e incluso moderadamente eutróficos según la mayoría de los estudios consultados. Algún año con una elevada disponibilidad hídrica y de forma excepcional, el embalse de Ullíbarri presentaba características de oligotrofia. Los valores son orientativos ya que dependen del año y de la calidad de los datos usados. Sin embargo, todos los informes derivados del control del estado trófico de estos embalses apuntan a que las cargas de fósforo y nitrógeno que alcanzan son muy elevadas, especialmente para el caso del nitrógeno. El origen proviene de los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales y fundamentalmente de los derivados de la actividad ganadera que se desarrollan en

las vertientes de ambos embalses. A este respecto, cabe destacar la presencia de un *bloom* algal observado en varias de las zonas muestreadas en el embalse de Ullívarri, lo que dificultaba el muestreo en estos puntos debido a una disminución significativa de la visibilidad. Según los datos extraídos del último informe publicado por la CHE, en el 2010 los embalses de Urrúnaga, Ullívarri-Gamboa presentaban un porcentaje muy elevado de cianobacterias o algas verde-azules, un dato de gran interés por la posibilidad que tienen de presentar sustancias tóxicas. Este hecho probablemente esté relacionado con la baja renovación del agua en estos embalses y se puede relacionar también la densidad de algas cianofíceas formadoras de *blooms* con la eutrofización (Oliver & Ganf 2002; Reynolds 2006).

Existe también otro riesgo potencial que a largo plazo pueden representar un grave problema, la colmatación de las colas y ensenadas más someras por la acumulación de finos. A tenor de lo observado durante los muestreos llevados a cabo durante los últimos años, creemos que existe un riesgo real de colmatación en algunas zonas de estos humedales, que también podría afectar a las poblaciones de náyades que en ellos residen, ya que los ejemplares juveniles son especialmente sensibles al incremento de nutrientes que se producen en estas zonas (Watters 2000).

No resulta extraño pensar que todo lo expuesto acerca de las afecciones antrópicas que sufren los embalses de Ullívarri y Urrúnaga haya influido y este influyendo negativamente sobre las poblaciones de náyades de estos embalses. Pero, además, para entender la disminución que están sufriendo las poblaciones de náyades, hay que tener también en cuenta la situación de las poblaciones de sus peces hospedadores en estos humedales. A este respecto, es necesario saber que para que existan poblaciones sanas de náyades debe haber poblaciones abundantes de los peces hospedadores de sus gloquidios. Sin embargo, los últimos datos no parecen muy alentadores. Sin duda, la degradación del hábitat no afecta solo a las náyades sino también al resto de fauna que ocupa estos biotopos, incluidos los peces hospedadores de los unionidos. Pero es que, además, las conclusiones extraídas de los censos de la comunidad de peces realizados en el año 2009 apuntan a un dominio en densidad de las especies alóctonas en ambos humedales, especialmente del alburno y el pez sol. En ambos embalses las únicas especies autóctonas presentes son el barbo de Graellsii y la loina o madrilla, destacando la ausencia de la trucha común. En Ullívarri, el barbo de Graellsii es la especie de ciprínido autóctona mejor representada con unas poblaciones bien estructuradas. Sin embargo, en el embalse de Urrúnaga, las poblaciones de barbo se encuentran muy envejecidas, lo que sin duda repercutirá negativamente en las colonias de náyades que se valen de esta especie para su reproducción, como por ejemplo las de la especie *Unio mancus*. Así mismo, en lo que referente a la densidad y biomasa de la comunidad de peces, ambos embalses parecen encontrarse en rangos bajos, especialmente el de Urrúnaga donde se han obtenido los valores más bajos en comparación con otros embalses de la cuenca del Ebro.

Por último, añadir que a las condiciones desfavorables del hábitat que podrían poner en riesgo la supervivencia de las náyades en estos embalses, hay que sumarle además la presencia del molusco exótico invasor conocido como mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).

Tabla 1 Síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las zonas muestreadas en el Embalse de Ullibarri durante las diferentes campañas de muestreos.

Zona	Fecha de muestreo	Nº de Transectos	Distancia recorrida (m)	Nº Ejemplares detectados	Nº Ejemplares marcados
A	2012	8	1000	10	8
B	2012	10	1500	19	12
C	2012	17	2400	34	17
D	2012	8	1000	55	22
E	2012	4	300	167	55
F	2012	6	650	224	91
G	2012	6	750	95	52
H	2012	7	800	47	17
I	2013	5	620	127	50
J	2013	7	770	84	40
K	2013	6	610	47	31
L	2013	5	560	65	42
M	2013	5	580	87	40
N	2014	12	1100	5	5
O	2014	10	1500	25	25
P	2014	9	1000	30	30
Q	2014	3	450	74	60
R	2014	4	500	61	45
S	2014	5	500	35	35
T	2014	7	850	14	14
U	2014	4	580	35	30
V	2015	3	410	63	50
W	2015	3	310	68	50
Total		154	18.740 m	1.495	821

Tabla 2 Síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las zonas muestreadas en el Embalse de Urrúnaga durante las diferentes campañas de muestreos.

Zona	Fecha de muestreo	Nº de Transectos	Distancia recorrida (m)	Nº Ejemplares detectados	Nº Ejemplares marcados
A	2012	4	480	88	55
B	2012	8	950	542	415
C	2012	6	740	187	73
D	2012	4	1200	20	20
E	2012	4	500	12	12
F	2012	9	1200	114	45
G	2012	6	740	86	37
H	2012	20	2200	91	38
I	2013	8	900	31	15
J	2013	9	1100	168	50
K	2013	9	1044	67	40
L	2013	11	1391	309	252
M	2013	4	540	91	50
N	2013	11	1425	184	50
O	2013	4	580	112	50
P	2013	5	610	177	151
Q	2014	3	350	30	30
R	2014	5	550	41	36
S	2014	6	700	33	24
T	2014	7	900	61	25
U	2014	6	750	57	25
Total		149	18.850 m	2.501	1.493

6.2. AFECCIÓN DEL MEJILLÓN CEBRA (*DREISSENA POLYMORPHA*) SOBRE LAS POBLACIONES DE NÁYADES

Actualmente, a las condiciones desfavorables del hábitat que podrían poner en riesgo la supervivencia de las náyades en estos embalses, hay que sumarle además la presencia del molusco exótico invasor conocido como mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). Atendiendo a los datos publicados para otros embalses europeos y norteamericanos, la llegada de esta especie puede agravar seriamente la situación de estas poblaciones y acelerar su desaparición en un corto plazo de tiempo.

Hoy en día, este dreissenido se reconoce como una de las especies potencialmente más peligrosas de las clasificadas como EEI. Gracias a la bibliografía sabemos que la presencia de este bivalvo invasor está causando alteraciones ecológicas dramáticas y pérdidas económicas millonarias. Los impactos ecológicos y socioeconómicos producidos por esta especie son de los más severos de todos los conocidos hasta ahora producidos por una especie introducida. Esta especie es capaz de modificar sustancialmente, de forma directa e indirecta, las características fisicoquímicas de las masas de agua donde se asienta, alterando dramáticamente las condiciones ecológicas en que se desarrollan las comunidades naturales. De forma resumida los impactos ecológicos pueden agruparse de la siguiente manera:

1. Impactos en los productores primarios y bacterias: un ejemplar de mejillón cebra puede filtrar entre 10 y 100 ml/hora de agua (Claudie & Mackie, 1994), lo que supone que la filtración de un ejemplar adulto puede alcanzar los 2,5 l/día. A este hecho hay que añadir la capacidad de esta especie para utilizar un amplio espectro de materia orgánica particulada que pueden utilizar como alimento, lo que puede provocar notables cambios en la composición y abundancia de las especies de fitoplancton y en la producción primaria y bacteriana de la columna de agua, así como una oligotrofia biológica y un cambio en la biomasa de algas por la alteración de las condiciones de luz en la columna de agua.
2. Impactos en el hábitat: provocan un incremento de la complejidad del hábitat. En zonas con grandes densidades, la gran cantidad de biomasa acumulada en las pseudoheces (material no digerido y expulsado al agua) se deposita en el fondo causando un cambio sustancial en la energía desde la zona pelágica a la zona bentónica (Griffiths, 1993). La eliminación por filtración del seston incrementa anómalamente la transparencia del agua provocando condiciones más favorables para la proliferación de macrófitos a la vez que se produce una disminución de la concentración de oxígeno por la respiración de los mejillones (Claudie y Mackie, 1994). Además, la acumulación de miles de valvas de mejillones muertos modifica el sustrato de los fondos de los ríos, de las playas de ribera y de los sedimentos fluviales y se uniformizan los fondos.
3. Impactos en los organismos nativos: provoca una alteración en la composición y estructura de la biomasa del zoobentos y su fauna asociada a causa de la aparición de un nuevo microhábitat. Se produce un desplazamiento e incluso desaparición de las especies bentónicas nativas.

En Norteamérica ha quedado claramente demostrada su relación directa con la disminución o extinción de numerosas poblaciones y especies de bivalvos como consecuencia de la competencia por el hábitat, el alimento y sobre todo porque coloniza las conchas provocando la muerte directa de las náyades por asfixia (Schloesser y col., 1996; Ricciardi y col., 1998; Parker y col., 1998; Strayer, 1999; Hallac & Marsden, 2000; Schloesser y col., 2006).

La primera cita de *Dreissena polymorpha* en los embalses del Zadorra data del año 2008. Este año se detectó por primera la presencia de larvas de esta especie en el embalse de Ullibarri-Gamboa y los análisis efectuados en años posteriores siguieron dando resultados positivos sin que se detectase la presencia de ejemplares

adultos hasta el otoño del 2012. Hasta ese momento, los resultados siempre habían arrojado una densidad baja de larvas, lo que parecía implicar que en este embalse la especie se encontraba en una fase expansiva inicial. En el año 2012 aparecen los primeros ejemplares adultos fijados sobre piedras, pero también en una densidad baja. De acuerdo a los datos publicados por URA, a finales del 2013 la densidad de ejemplares adultos, así como su expansión en el embalse comenzaron a aumentar a lo largo de este periodo, por lo que se predijo que la expansión continuaría en el próximo año. En los trabajos llevados a cabo por nuestro grupo en 2012 y en 2013 no se detectó ningún ejemplar de mejillón cebra fijado sobre las poblaciones de náyades prospectadas durante esos estudios. No obstante, hay que destacar que todas las zonas seleccionadas por nosotros en el trabajo del 2013, cuando comenzaron a aparecer los primeros adultos fijados sobre piedras, se localizaban en la parte meridional del embalse que, de acuerdo a los datos proporcionados por URA, justamente se trataba de una las zonas que menor densidad presentaba para esta especie invasora. En el trabajo desarrollado durante 2014, si se detectaron y recogieron ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos sobre las náyades en 9 de las 11 zonas evaluadas entonces, pero apuntando a un índice bajo de fijación de mejillones cebra sobre las náyades en la mayoría de las poblaciones. Sin embargo, los datos obtenidos durante la campaña del año 2015, confirmaban una explosión demográfica de la población de mejillón cebra que ocupa este embalse, alcanzado incluso densidades e índices de fijación sobre las colonias de anodontas superiores a las detectadas en muchas zonas del embalse de Urrúnaga. El grado colonización que han sufrido desde entonces las poblaciones de náyades analizadas es muy significativo, constatando la expansión y asentamiento de *Dreissena polymorpha* en todas las colonias analizadas en este embalse, lo cual supone un importante riesgo ambiental que pone en peligro la supervivencia de muchas de estas poblaciones.

En el embalse de Urrúnaga la situación es algo diferente ya que el primer indicio de la presencia de este molusco invasor se produce en el año 2010. Ese año se detectó una larva de mejillón cebra en los controles periódicos que se llevan a cabo en este y otros embalses de la cuenca del Ebro. A pesar de que los datos apuntaban a una densidad muy baja de esta especie, al año siguiente (en septiembre del 2011) se localizaron los primeros ejemplares adultos en la zona de Legutiano. Aunque se presumía una densidad baja, acorde con lo que se suponía que era el inicio de la expansión de la especie en este embalse, los resultados presentados por nuestro grupo en el año 2012 evidenciaban que las poblaciones de náyades de este embalse se encontraban seriamente afectadas por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha* que alcanzaba unas densidades significativamente altas en varias zonas. A lo largo de este último año (2018), se ha confirmado en incremento paulatino del grado de colonización de *Dreissena polymorpha* sobre todas las colonias de náyades de este humedal, con excepción de la zona P, reflejando que la dispersión y colonización de *Dreissena polymorpha* en este embalse no se ha estabilizado, sino que por el contrario la población sigue aumentando a lo largo del tiempo. En otros puntos se ha observado una oscilación importante de los índices de fijación a lo largo de los dos últimos años, que reflejan la necesidad de continuar con los seguimientos con el fin de determinar el potencial reproductivo y capacidad de colonización de esta especie en estas zonas.

Atendiendo a los datos obtenidos a lo largo de los últimos años, se podría pensar que la especie se comporta de forma diferente en ambos humedales. Este hecho concuerda con la idea de que el ciclo de vida de una especie invasora puede variar con el tiempo y que el éxito y expansión de la invasión depende de la interacción entre diversos factores ambientales que pueden variar en cada nueva área invadida. En general la densidad y biomasa de *Dreissena polymorpha* depende en gran medida del tiempo transcurrido desde la colonización inicial, del tipo de masa de agua, del tipo y calidad de los sustratos disponibles y del grado de contaminación local (Darrigran y col., 2003; Van der Velde y col., 2010).

En las Tablas 3, y 4 de este capítulo, se muestra una síntesis de los datos recogidos a lo largo de los últimos años de estudio para el análisis de la afección del mejillón cebra *Dreissena polymorpha* sobre las poblaciones de náyades detectadas en los embalses de Ullibarri y Urrúnaga.

6.2.1 Embalse de Ullívarri-Gamboa.

En el año 2014 se detectó por primera vez en este embalse la presencia de ejemplares de mejillón cebra adheridos sobre las náyades. En base a los resultados obtenidos durante ese año, una de las principales conclusiones del trabajo fue que “El grado de afección que sufren las colonias de náyades del embalse de Ullívarri, por el momento, es baja y las poblaciones de náyades de este humedal no se encuentran hoy en día comprometidas por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha*”. Durante ese trabajo, los índices de fijación de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de 9 de las 11 zonas con presencia positiva oscilaban entre 0,1 mejillones/uniónido y 10,2 mejillones/uniónido (Zona I y Zona T, respectivamente), lo que evidenciaba un grado de afección bajo sobre las colonias de náyades. En la mayoría de las colonias evaluadas, muchas de las náyades recogidas no presentaban aún mejillones adheridos y la invasión afectaba solamente a una parte de los ejemplares de la población. La Zona S y la Zona I, ambas situadas en la parte más meridional del humedal, las náyades recogidas no presentaban ningún mejillón cebra sobre sus valvas. La densidad más alta de dreissenidos medidos sobre una única náyade fue de 37 individuos, cifra que distaba mucho de las altas densidades detectadas en el embalse de Urrúnaga donde, en el mismo estudio, se constató que la afección de esta especie invasora sobre las náyades suponía claramente un riesgo para la supervivencia de los animales, superando la ratio de 100 mejillones/uniónido en todas las poblaciones analizadas en el año 2014. A pesar del bajo grado de colonización estimado, se apuntó la necesidad de establecer una vigilancia periódica sobre estas poblaciones, sobre todo, en aquellas que resultan más interesantes desde el punto de conservación de las náyades que albergan, con el fin de controlar cómo evolucionan a medida que aumenta la expansión de esta especie invasora en este embalse. Atendiendo a esta premisa, en 2015 se seleccionaron 7 zonas, evaluadas con anterioridad (Zonas F, G, I, P, Q, R y U) como puntos de control, a las que se añadieron dos zonas nuevas cartografiadas por primera vez durante el 2015 y situadas en la parte meridional del embalse (Zonas V y W), la más interesante desde el punto de vista de conservación de las náyades.

Los resultados obtenidos en el seguimiento de estas poblaciones durante la campaña del 2015 plantearon un escenario completamente diferente a la situación descrita en el año 2014. En un año, la población de mejillón cebra que ocupa este embalse, sufrió una gran explosión demográfica, alcanzando densidades significativamente altas en varias zonas, llegando al índice de fijación de 476,6 mejillones/uniónido en la zona más afectada (Zona V). El grado colonización sufrido en el 2015 por las poblaciones de náyades bajo control resultó muy significativo, constatando la expansión y asentamiento de *Dreissena polymorpha* en la mayor parte de las colonias analizadas, lo cual supone un importante riesgo ambiental que pone en peligro la supervivencia de muchas de estas poblaciones. Todo ello, nos llevó a afirmar en el 2015, que las poblaciones de náyades de este humedal se encontraban seriamente amenazadas por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha*.

En el año 2016 se observaron variaciones en los patrones de dinámica de colonización en las diferentes zonas de seguimiento. En algunos puntos, los índices de colonización registrados a lo largo el 2016 resultaron similares o inferiores a los detectados previamente en el 2015, lo que parecía indicar una estabilización de la capacidad de colonización de este dreissenido en esos puntos: Zona F, I y Q. Sin embargo, en las seis zonas restantes, se registró un aumento paulatino, e incluso muy significativo en algunos puntos, del índice de fijación de *Dreissena polymorpha* medido como mejillones cebra /uniónido, evidenciando un aumento del grado de colonización y capacidad de asentamiento de la especie en las diferentes zonas analizadas. En la zona V se llegaron a contabilizar un total de 25.296 dreissenidos adheridos sobre las 20 anodontas recogidas, lo que arrojaba una media de 1.264 mejillones/uniónido, y donde todas las náyades presentaban valores de fijación por encima del umbral de supervivencia establecido de 100 mejillones adheridos. El ejemplar más afectado detectado hasta ese momento en este embalse se localizó también en esta zona, portando 1.717 mejillones fijados sobre sus valvas, 1.242 de los cuales presentaban un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm. tamaño suficiente para causar una afección importante a esta náyade. Sin embargo, este aumento de la infestación no se dio de forma similar en todas las poblaciones, sino que se observaron algunas diferencias que parecían

indicar que la expansión del mejillón cebra afecta de forma diferente a las poblaciones de náyades situadas en las diferentes zonas del humedal.

En el año 2017 se volvieron a observar variaciones en los patrones de la dinámica de colonización en las diferentes zonas de seguimiento de este embalse. Las colonias de náyades más afectadas durante ese año volvieron a ser aquellas localizadas en las áreas prospectadas en la cola del río Zadorra (Zonas Q, R, V y W), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse y muy interesante desde el punto de conservación de las náyades por las importantes densidades que presenta de la especie *Anodonta anatina*. Sin embargo, los resultados obtenidos en todas estas zonas mostraron una disminución significativa en el grado de colonización respecto a los dos años anteriores (2015 y 2016), presentando índices de fijación más modestos, aunque todos ellos por encima del umbral de supervivencia establecido de 100 mejillones adheridos. Por ejemplo, en la zona V se pasó de un índice de 1.264 mejillones/uniónido en 2016 a 289,1 mejillones/uniónido en 2017, siendo similar el descenso experimentado en el resto de zonas de esta cola del embalse. Este descenso generalizado de los índices de fijación detectados en estas zonas, podría atribuirse a que el número de larvas de *Dreissena polymorpha* que han logrado alcanzar estas zonas durante este año 2017 ha sido significativamente menor que en años anteriores, quizás debido a un cambio en las corrientes que arrastran estas larvas y/o quizás también a que el aumento de la población registrada en años anteriores suponen un mayor número de ejemplares adultos y un aumento de la tasa de filtración de esas larvas por parte de estos ejemplares. Esta hipótesis, vendría corroborada por el elevado descenso del número de ejemplares con tamaño ≤ 5 mm recolectados durante el 2017 en comparación con las campañas anteriores. Sin embargo, aunque el descenso en los índices de fijación en estas zonas fue evidente, es necesario señalar que todavía se mostraban niveles muy altos, y que nada tienen que ver con los índices registrado hace tan solo cuatro años, en 2014. Por el contrario, las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, donde en el 2016 se registró una disminución de la tasa de fijación en ambas poblaciones, sufrieron un incremento muy significativo de su índice de fijación a lo largo del 2017. En la población I se alcanzó la cifra de 145 mejillones/uniónido, mientras que en la población F, con una tasa de 96,5 mejillones/uniónido, casi se alcanza el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades. La población I pasó de ser una de las poblaciones menos afectadas en este embalse a presentar un valor de afección similar a los detectados en las poblaciones de la cola del río Zadorra. Estos datos alertaron de la situación de ambas zonas, F e I, ambas muy importantes desde el punto de vista de conservación de las náyades, por el número de ejemplares que albergan de la especie *Anodonta anatina*. Se podría considerar que 2017 ha sido el año en el que se ha constatado la explosión demográfica y el asentamiento de *Dreissena polymorpha* en estas dos zonas. Su seguimiento en el tiempo resulta esencial para conocer si *Dreissena polymorpha* llegará a alcanzar en los próximos años las densidades registradas en la zona de la cola del embalse, afectando seriamente a las náyades que ocupan la zona o si, por el contrario, estos índices se mantienen en estos valores, indicando una estabilización de la colonización. Por ello, durante este año 2018, se ha continuado con seguimiento de estas poblaciones.

6.2.1.1. Grado de colonización anual sobre las poblaciones de náyades

En la Tabla 3 se sintetizan los resultados obtenidos y desarrollados para cada localidad en el apartado de resultados (Apartado 4.2). Atendiendo a los datos obtenidos en la campaña del 2018 y comparándolos con los datos recogidos años anteriores, podemos afirmar que las poblaciones de náyades de este humedal se encuentran seriamente amenazadas por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha* que alcanza unas densidades significativamente altas en varias zonas, y donde, además, se ha constatado un aumento de las densidades a lo largo del 2018 en todas las poblaciones analizadas.

Las colonias de náyades localizadas en las áreas prospectadas en la cola del río Zadorra (Zonas Q, R, V y W), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse, siguen siendo unas de las más afectadas. El índice de fijación más alto detectado en 2018 en este embalse, corresponde de nuevo a la Zona V, analizada

por primera vez en el año 2015, y donde en el año 2016 se registró el índice de fijación más alto de todas las poblaciones en estudio en ambos embalses (25.296 dreissenidos adheridos; 1.264 mejillones/uniónido). Durante el año 2017 ese índice disminuyó significativamente, alcanzando un valor de 289,1 mejillones/uniónido. Sin embargo, durante esta última campaña de 2018 ese índice se ha vuelto a incrementar hasta alcanzar un valor medio de 557 mejillones/uniónido, muy similar al detectado en 2015. Este nuevo incremento constata que, lejos de estabilizarse, en 2018 se vuelve a producir un incremento de la colonización de esta zona que podría hacer desaparecer las náyades que sobreviven en este punto.

De forma similar a la Zona V, el resto de zonas analizadas en esta cola del embalse también han sufrido un incremento notable en el grado de colonización respecto al año 2017. En la Zona R, durante el 2016 *Dreissena polymorpha* multiplicó por cinco su índice de fijación sobre las náyades, pasando de 149,8 mejillones/uniónido en 2015 a 723,9 mejillones/uniónido en tan solo un año. En 2017, ese índice disminuyó hasta 192 mejillones/uniónido. Además, durante ese año, se decidió realizar un muestreo diferencial en esta zona, que se han continuado durante el 2018, dividiendo las náyades recogidas en dos grupos: las recolectadas en el interior de la ensenada (sustrato blando) y las capturadas en la parte más exterior (sustrato grueso). Los resultados obtenidos, tanto en 2017 como en 2018, y medidos como índice de fijación, avalan la hipótesis de que el tipo de sustrato afecta al grado de colonización que sufren las náyades. En la zona de sustrato duro (R1), en 2018 este índice ha aumentado su valor de 192 mejillones/uniónido (año 2017) a 298,4 mejillones/uniónido, mientras que en la zona de sustrato blando (R2) se ha incrementado de 68,72 (año 2017) a 180,9 mejillones/uniónido. La zona más externa de la ensenada, donde aflora un sustrato de gravas que se alternan con cantos y bloques de piedra, favorece la fijación de *Dreissena polymorpha* y la formación de grandes agregados de mejillones, aumentando la susceptibilidad de las náyades para ser infestadas. Mientras que, en el sustrato blando, el mejillón cebra ve más limitada su capacidad de fijación y de formación de grandes agregados, siendo las náyades su principal recurso para establecerse.

En la Zona Q, el valor máximo de fijación sobre las náyades se alcanzó en el 2015 (412,9 mejillones/uniónido), disminuyendo en 2016 hasta 213,8 mejillones/uniónido y volviendo a registrar un descenso significativo en 2017 llegando a 139,15 mejillones/uniónido. Sin embargo, en el 2018 se ha vuelto a registrar un incremento significativo en la colonización de estas náyades, alcanzando un índice de 314,4 mejillones/uniónido.

El aumento generalizado de los índices de fijación detectados durante este año en estas zonas de la cola del Zadorra, podría atribuirse a que el número de larvas de *Dreissena polymorpha* que han logrado alcanzar estas zonas durante este año 2018 ha sido significativamente mayor que en años anteriores, quizás debido a un cambio en las corrientes que arrastran estas larvas. Pero, también hay que tener en cuenta el mayor volumen de agua presente en este embalse a lo largo de la época estival y otoñal del 2018, por encima de la media de los últimos años. Generalmente, este embalse sufre una disminución paulatina de la cota de agua a lo largo del último trimestre anual que tiende a provocar una mortandad de los agregados de mejillones cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas a la desecación. Sin embargo, en el 2018 la disminución del agua embalsada durante la época estival y otoñal resultó mucho menor, favoreciendo la supervivencia de los mejillones situados en zona más someras que no han quedado expuestos a la desecación. Este hecho podría ser la causa del incremento de la densidad de mejillones cebra fijados sobre la colonia de náyades que ocupan estas zonas.

La única población analizada fuera de la zona de la cola del río Zadorra que presenta valores similares a los detectados en esta área, es la Zona U, que en 2015 arrojó el segundo índice de fijación más alto en este embalse con un total de 9.320 dreissenidos adheridos sobre las 20 anodontas recogidas, dando una media de 466 mejillones/uniónido. La densidad registrada durante la campaña del 2016 arrojó un índice de 503,1 mejillones/uniónido, un valor ligeramente superior pero muy similar al detectado anteriormente. Este hecho parecía indicar que, a diferencia de lo observado en las poblaciones situadas en la cola del embalse del

Zadorra, en esta población se podría estar dando una estabilización de la capacidad de colonización de *Dreissena polymorpha*. Sin embargo, en 2017 y al igual que lo observado en las zonas de la cola del Zadorra, esta población también experimentó un descenso significativo de su índice de fijación, hasta un valor de 252,5 mejillones/uniónido, prácticamente la mitad. Los datos registrados en el 2018 vuelven a indicar un aumento del índice de fijación hasta un valor de 451,9 mejillones/uniónido, muy similar al valor registrado en el 2016, y que vuelve a situar a esta población como la segunda más afectada en este embalse por la presencia de esta especie invasora. Estas oscilaciones en los índices de fijación podrían deberse, tal y como se explicó anteriormente, a un cambio en las corrientes que intervienen en la dispersión de las larvas hacia esta zona, provocando una mayor o menor fijación. Y el aumento en la fijación experimentado este año puede tener también relación con el aumento del agua embalsada, en comparación con el año 2017, y que ha podido favorecer una mayor supervivencia y reproducción del mejillón cebra en esta zona.

Las Zonas G y P, situadas en la parte meridional del embalse, pero fuera de la cola de Garaio-Mendixur, mostraron también un aumento del grado de colonización durante los años 2015 y 2016. En el caso de la Zona G el incremento resultó muy leve, mostrando una tasa similar entre ambos años, pasando de un 20,4 en 2015 a un índice de 22,2 mejillones/uniónido en 2016. Durante el 2017 esta tasa de fijación siguió aumentando, incrementado su valor hasta 42,6 mejillones/uniónidos, volviendo a evidenciar un incremento en esta última campaña del 2018, alcanzando un valor de 74,4 mejillones/uniónido, lo que denota un aumento paulatino pero continuo a lo largo del tiempo. Sin embargo, el grado de asentamiento de *Dreissena polymorpha* en esta zona no puede compararse a los valores alcanzados en la zona de la cola del río Zadorra (Zonas Q, R, V y W). Esta diferencia en el grado de expansión y colonización entre ambas regiones del embalse probablemente pueda deberse a una diferencia en el grado de dispersión de larvas, menor en las zonas menos afectadas, quizás porque se encuentran más resguardada de las corrientes y/o al tipo de sustrato que caracteriza estas áreas. En las zonas G hay un mayor predominio de sustrato blando de tipo limoso, con acumulación de fango en muchas zonas, que seguramente dificulte el asentamiento de la especie, tal y como se ha observado en otras áreas similares del embalse de Urrúnaga a lo largo de los diferentes años analizados. En la Zona P el incremento observado entre el 2015 y 2016 fue mucho más significativo, pasando de una tasa de 18,05 a 152,2 mejillones/uniónido, respectivamente. La zona P no pudo ser evaluada durante el año 2017, debido a una proliferación muy significativa de macrófitos que tapizaban el sustrato por completo y que tan solo permitieron localizar tres de los ejemplares marcados en esta zona. En 2018 se ha intentado recuperar el seguimiento de esta zona pero, de nuevo, las malas condiciones de visualización tan solo han permitido localizar cinco ejemplares de náyade. Se trata de una zona difícil de muestrear debido al grado de colmatación que presenta, con extensas mantas de fango, lo que sumado a cualquier otro factor de dificultad, hacen inviable el muestreo. Sin embargo, sería conveniente revisar posteriormente esta colonia con el fin de determinar cómo ha evolucionado esta población.

Las Zonas F e I, se localizan en la cola de Garaio-Mendixur, donde también se observó un aumento significativo la dispersión del mejillón cebra desde el otoño del 2014 al otoño del 2015. En la Zona F se pasó de un índice de 0,1 a 69,05 mejillones/uniónido en un año, mientras que, en la Zona I, la especie no estaba presente en el 2014 y en 2015 pasó a tener un índice de fijación de 19 mejillones/uniónido. Durante el 2016 se registró una disminución de la tasa de fijación en ambas poblaciones, siendo mucho más acusada en la Zona F, donde este valor disminuyó de un 69,05 hasta 13,1 mejillones/uniónido, siendo entonces la población con menor tasa de afección de las analizadas en este embalse. En la Zona I, con un índice de 16 mejillones/uniónido en 2016, la disminución no resultó tan acusada y se asemejó más a los valores registrados el año anterior cuando se detectó la especie por primera vez sobre esta población (19 mejillones/uniónido en 2015). Ambas poblaciones sufrieron un incremento muy significativo en el índice de fijación a lo largo del 2017. En la población I se alcanzó la cifra de 145 mejillones/uniónido, mientras que en la población F, con una tasa de 96,5 mejillones/uniónido, casi se alcanza el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades. En 2018 se ha vuelto a evidenciar un incremento significativo del índice de fijación en ambas poblaciones. En la zona F se ha

superado por primera vez el ratio de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar durante esta campaña un valor de 203,1 mejillones/uniónido, muy similar al índice alcanzado este año en la zona I (211,9 mejillones/uniónido). Estos datos alertan de la situación de ambas zonas, F e I, ambas muy importantes desde el punto de vista de conservación de las náyades, por el número de ejemplares que albergan de la especie *Anodonta anatina*. Se podría considerar que 2017 fue el año en el que se constató la explosión demográfica y el asentamiento de *Dreissena polymorpha* en estas dos zonas que, durante el 2018, han seguido sufriendo un incremento significativo en sus valores de colonización. Su seguimiento en el tiempo resulta esencial para conocer si *Dreissena polymorpha* llegará a alcanzar en los próximos años las densidades registradas en la zona de la cola del embalse, afectando seriamente a las náyades que ocupan la zona o si, por el contrario, estos índices se mantienen en estos valores, indicando una estabilización de la colonización.

Todavía es pronto para lanzar una hipótesis acerca de cuál será la pauta que va a experimentar *Dreissena polymorpha* sobre las poblaciones de náyades en este embalse, sobre todo teniendo en cuenta las diferencias observadas en cuanto a la evolución de la expansión que siguen las diferentes zonas analizadas. Sin embargo, parece claro que tras una primera fase expansiva inicial lenta, donde en 2012 aparecen los primeros ejemplares adultos fijados sobre piedras y en 2014 sobre las primeras náyades, durante el año 2015 y 2016 se produjo una gran explosión demográfica de la especie aumentando significativamente su densidad, alcanzando en algunas poblaciones índices de fijación más elevados que los detectados en la mayoría de las poblaciones del embalse de Urrúnaga. Los resultados obtenidos en 2017 y 2018 muestran un aumento significativo de la densidad y capacidad de expansión de esta especie en aquellas zonas donde la colonización se mantenía aún en niveles bajos, sobre todo en las zonas situadas en la cola de Garaio-Mendixur, una de las áreas más importantes desde el punto de vista de conservación de las náyades. Los datos obtenidos apuntan a que la viabilidad de muchas de las colonias de náyades que albergar este humedal se encuentran en serio peligro. Sin embargo, es necesario seguir recopilando datos a medida que avanza la invasión con el fin de poder determinar el comportamiento de esta especie y como afecta a las náyades en cada localidad, una vez constatada su explosión demográfica en este embalse.

6.2.2 Embalse de Urrúnaga.

En el año 2012 se constató la presencia de ejemplares de mejillón cebra adheridos sobre las poblaciones de náyades en este embalse, algunas de ellas con un elevado número de mejillones cebra. En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra fijados sobre las náyades de este embalse. En este caso, durante el trabajo desarrollado en el 2013 se cuantificó el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfectados previamente en 2012, con el fin de determinar la capacidad de fijación de *Dreissena polymorpha* en esta zona en el periodo de un año. Además, también se tomó una muestra de 20 anodontas a los que no se les había eliminado los dreissenidos adheridos en la anterior campaña (2012), con el fin de determinar la afección sufrida por esta colonia de náyades desde el inicio de la colonización. Durante los años 2014-2017 se continuó con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados previamente, con el fin de evaluar la diferencia en el grado de colonización que ha experimentado esta población de náyades a lo largo de los diferentes años. Atendiendo a los datos obtenidos hasta entonces, se afirmó entonces que las poblaciones de náyades de este humedal se encuentran seriamente amenazadas por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha* que llega a alcanzar unas densidades significativamente altas en varias zonas, y donde, además, se ha constatado un aumento paulatino de las densidades a lo largo del tiempo. En 2018 se ha continuado con el seguimiento de estas poblaciones.

6.2.2.1 **Grado de colonización anual sobre las poblaciones de náyades**

En la Tabla 4 se sintetizan los resultados obtenidos y desarrollados para cada localidad en el apartado de resultados (Apartado 4.1). Durante este año 2018 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados previamente a lo largo de los años 2013-2017 en 9 zonas del embalse (A, B1, B2, C,

E, H, L, P y Q). Atendiendo a los datos obtenidos en esta campaña y comparándolos con los datos recogidos años anteriores, la viabilidad de las poblaciones de náyades de este humedal se encuentran seriamente amenazada por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha*. Con excepción de la zona P, en la campaña del 2018 se ha constatado un aumento del índice de fijación de mejillones cebra sobre las náyades en todas las poblaciones analizadas, alcanzando unas densidades significativamente altas en varias zonas del embalse. Este hecho, evidencia un aumento del grado de colonización y capacidad de asentamiento de la especie en las diferentes zonas analizadas a lo largo de estos años.

En la Zona A, a diferencia del resto de poblaciones analizadas en este embalse, en el 2015 se dio una disminución brusca en el índice de fijación de dreissenidos, pasando de 171,5 mejillones/uniónido en 2014 a 10,8 en el 2015. Este hecho se atribuyó a una menor capacidad de reproducción de *Dreissena polymorpha* en esta zona durante ese último año y/o a una menor dispersión de larvas hacia esta área durante la época de finales de verano. Sin embargo, durante las campañas de 2016 y 2017, se volvió a registrar un aumento del índice de colonización, alcanzando en 2017 un índice de 112,4 mejillones/uniónido, superando el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades. En 2018 se ha dado un incremento muy significativo del índice de fijación en esta zona, alcanzando el valor de 320,5 mejillones/uniónido, situando a esta población como la cuarta más afectada en este embalse.

En la Zona B2, año tras año, se fue observando un aumento paulatino del grado de colonización medido sobre las náyades, llegando en 2015 a triplicar el índice de fijación medido en el inicio de la colonización. Sin embargo, durante la campaña del 2016 la tasa de fijación en esta zona mostró un valor muy similar a los registrados en el 2015 (109,5 en 2015, 128,8 en 2016), lo que parecía indicar una estabilización del índice de colonización sobre estas náyades. Sin embargo, en 2017 se volvió a producir un incremento del grado de infestación, alcanzando un valor de 203,1 mejillones/uniónido, que se ha visto incrementado significativamente en 2018, duplicando su valor hasta 439,5 mejillones/uniónido, lo que refleja el carácter impredecible de la colonización y expansión de esta especie invasora.

En la población de la Zona C, el incremento observado hasta el año 2015 se podía considerar muy gradual y paulatino, pero durante la campaña del 2016 el índice de fijación aumentó significativamente, alcanzando un valor 5 veces superior al detectado en 2015, pasando de 44,7 a 217 mejillones/uniónido en tan solo un año. En el 2017 este valor llegó hasta 301,3 mejillones/uniónido, aumentando hasta 414,3 mejillones/uniónido a lo largo de esta última campaña del 2018. Actualmente la zona C es una de las poblaciones más afectadas en este embalse.

Lo mismo se observó en 2016 en la Zona Q, que en ese año experimentó un incremento del índice de fijación seis veces superior al del año 2015 pasando una tasa de 22,1, una de las más bajas registradas en este embalse, a un índice de 154,2 mejillones/uniónido en 2016. En 2017, este índice aumentó de nuevo y de forma muy significativa, hasta alcanzar un valor de 239,9 mejillones/uniónido, que en el 2018 vuelve a aumentar hasta los 308,2 mejillones/uniónido.

En la Zona L los valores de densidad medidos en los años 2014 y 2015 resultaron ser muy similares, incluso algo menores durante el último año, pasando de 57,4 a 48,1 mejillones/uniónido, respectivamente, indicando una posible estabilización de la población de mejillón cebra en esta zona. Sin embargo, en el 2016 se produjo un aumento de este índice (75,05), que se volvió a ver incrementado a lo largo del año 2017, alcanzando un valor de 92,3 mejillones/uniónido. En la última campaña del 2018 esta población ha superado por primera vez el índice de 100 mejillones/uniónido, considerada como el umbral a partir del cual se puede considerar letal la infestación para una náyade, doblando ese ratio con un valor de 231,5 mejillones/uniónido.

La colonia situada en la zona E es la que ha experimentado el incremento más significativo en el índice de fijación a lo largo del 2018, pasando de un índice de 172,8 mejillones/uniónido en el 2017 a un valor de 614,95 mejillones/uniónido en 2018, siendo actualmente la colonia más afectada en este embalse. Ese dato resulta más sorprendente todavía si se tiene en cuenta que, a diferencia del resto de poblaciones analizadas en este embalse, la zona E fue la única población en la que en 2017 se dio una disminución en el número total de mejillones cebra adheridos sobre la población de náyades, pasando de 233,3 mejillones/uniónido en 2016 a

172,8 en 2017. Paradójicamente, hasta el 2018, el número total de mejillones recolectados esta población había ido disminuyendo a lo largo de los años, aunque el índice de fijación se había ido duplicado pasando del valor de 70 en el 2015 a 172,8 mejillones/uniónido en el 2017. Ello se debía a la recaptura de náyades marcadas libres de mejillón cebra y a un aumento significativo de la media de dreissenidos fijados sobre las náyades que sí que los portaban. Estos resultados muestran, una vez más, el carácter impredecible de la colonización de esta especie invasora.

La Zona P, situada en la cola del embalse en Mekoleta, es la única Zona donde claramente esta especie invasora no ha conseguido expandirse. Esta población arrojó en el año 2013 el índice de afección más bajo de todas las localidades analizadas, con un valor de 10,2 mejillones/uniónido. A lo largo del 2014 presentó, de nuevo, el grado de colonización más bajo de las poblaciones bajo seguimiento (5,2 mejillones/uniónido) y este dato volvió a disminuir durante los años 2015 y 2016, donde el índice de fijación se redujo hasta 0,2 mejillones/uniónido, ya que la mayor parte de las náyades recapturadas durante ese año no presentaban mejillones cebra adheridos. Durante el 2017 este índice se vio incrementado hasta alcanzar un valor de 6,6 mejillones/uniónido, valor que se ha mantenido muy similar en el 2018 (6 mejillones/uniónido). Se trata de un valor muy bajo que refleja las dificultades que presenta *Dreissena polymorpha* para establecerse en esta zona, una gran área dominada por un sustrato blando de tipo limo-arcilloso, con importantes oscilaciones del nivel de agua.

Con excepción de la Zona P, estos datos confirman que la dispersión y colonización de *Dreissena polymorpha* en este embalse no se ha estabilizado, sino que por el contrario la población sigue aumentando a lo largo del tiempo. Los resultados obtenidos para varias de las poblaciones constatan que, la especie *Dreissena polymorpha* se encuentra todavía en plena fase de expansión y asentamiento.

Aunque en el área meridional del embalse se ha detectado un índice de afección menor en aquellas poblaciones situadas en zonas de ensenada, frente a las zonas más abiertas y expuesta a la corriente, a nivel global existe un mayor riesgo para las poblaciones de náyades situadas en esta zona del embalse frente a las localizadas más al norte. Prueba de ello es la diferencia detectada entre los índices de fijación de la Zona L, situada en la cola del embalse de Ollerías, en el área meridional del embalse y la Zona P en la zona más septentrional. En la Zona L, con unas características muy similares a las de la Zona P, se detectó un índice de fijación de 82,15 mejillones/uniónido en el 2013, cuando fue muestreada por primera vez, frente a 10,2 detectado en la Zona P. Además, en la Zona P se ha ido observando una similitud en los valores de colonización año tras año arrojando un valor de 6 mejillones/uniónido en el año 2018. Estos resultados contrastan con lo observado en la Zona L donde se registró un índice de 57,43 mejillones en 2014, que se ha ido elevando hasta 231,5 mejillones/uniónido en el 2018. Varios estudios demuestran que la variación temporal en las densidades y en el ratio de colonización de los mejillones cebra en una determinada zona puede influir en el grado de afección que sufre la población de náyades que ocupan esa área (Schloesser y col. 1997). Este hecho, explicaría también las diferentes densidades medidas en algunas de las ensenadas prospectadas en este estudio.

Los datos obtenidos en ambos embalses, confirman la elevada afección que presentan gran parte de las poblaciones situadas en el área meridional de ambos humedales, donde la especie todavía no se ha estabilizado y sigue aumentando su expansión y asentamiento sobre las poblaciones de náyades que ocupan estas zonas. Además, atendiendo a todos estos datos, queda claro que la cantidad y calidad del sustrato es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de explicar las diferencias detectadas entre las diferentes zonas muestreadas en cada una de estas áreas. Aquellos recorridos caracterizados por una predominancia de sustrato blando de tipo limo arcilloso o con fango resultan menos favorables para el asentamiento y posterior expansión de la especie *Dreissena polymorpha* en este biotopo. En este caso, muestran una mayor resistencia

a la colonización y expansión de la invasión y ello se traduce en una menor densidad de mejillones cebra fijados sobre las náyades y en una menor afección de las mismas.

Estos resultados coinciden con lo publicado hasta el momento sobre las preferencias del tipo de sustrato que muestra esta especie invasora. Se sabe que las características químicas, físicas y biológicas de la superficie del sustrato pueden influir en el asentamiento de las colonias de *Dreissena polymorpha*, pero se desconocen todavía los mecanismos exactos de la discriminación que realizan del tipo de sustrato. La tendencia de crecimiento de las poblaciones de *Dreissena polymorpha* en Europa parece indicar que los mejillones cebra solo pueden fijarse sobre materiales firmes. Aquellas zonas caracterizadas por un sustrato arenoso, limoso o de barro presentan una reducción de las poblaciones. Además, la disponibilidad de un sustrato duro es más importante en las fases tempranas de la invasión que posteriormente una vez establecida la especie (Van der Velde y col., 2010). Los estudios enfocados hacia este tema publicados afirman que los mejillones tienden a evitar sustratos soleados, luminosos y expuestos, y preferentemente se adhieren a las superficies ásperas o rugosas cubiertas de biofilm (Wainman y col. 1996, Marsden y Lansky 2000, Kobak 2001) mostrando preferencia por las concavidades (Marsden & Lansky 2000). Los asentamientos son más numerosos y por tanto las densidades más elevadas en aquellos sustratos que presentan una heterogeneidad continua Hills y col. (1999) Lewandowski 1982 b, Chase & Bailey 1996, Kobak 2001), tal y como ocurre en las Zonas B, H, M, S, U del embalse de Urrúnaga y las Zonas (Q, R, U, V y W) del embalse de Ullibarri-Gamboa.

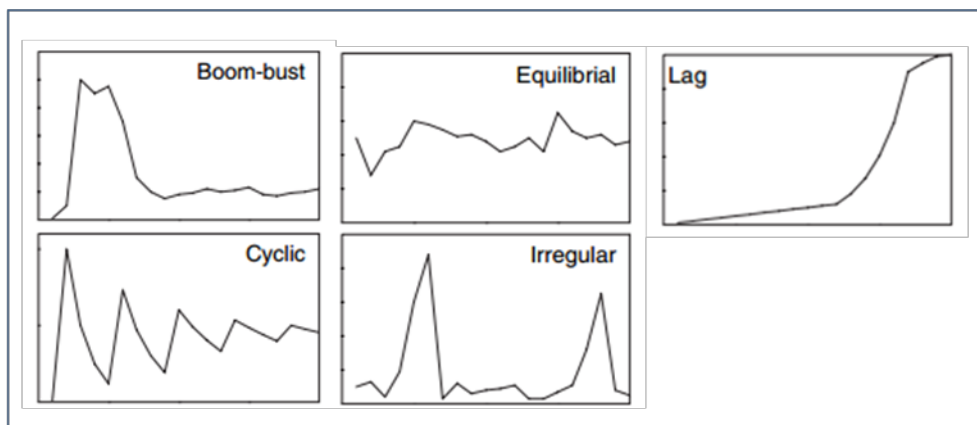
Sin embargo, hay que señalar la importancia del seguimiento y vigilancia de la evolución de las poblaciones de náyades asentadas en las zonas donde predomina un sustrato de tipo blando y donde las densidades de infestación registradas son menores. En diferentes embalses de Europa y Norteamérica se ha comprobado que, en aquellos reservorios con presencia escasa de un sustrato firme o duro, *Dreissena polymorpha* es capaz de asumir otro tipo de estrategia de colonización. Para ello, tiende a colonizar en primera instancia las náyades, ramas, piedras dispersas, e incluso macrófitos acuáticos. De esta forma, las larvas veliger se van asentando y creciendo sobre estos primeros colonizadores formando agregados de mejillones, de tal forma que al final, consiguen formar una especie de tapete de mejillones sobre el sustrato original. Este tapete de mejillones sirve de sustrato duro para los futuros colonizadores. (Lya- khnovich y col., 1994; Karatayev y col., 1998a; Van der Velde y col., 2010). En este trabajo hemos podido comprobar la presencia de estos tapetes de mejillón cebra en varias de las ensenadas muestreadas (Zonas B2, C, E, J, L, N, O y T del embalse de Urrúnaga y Zonas G, P, R y V del embalse de Ullibarri).

Uno de los factores clave a la hora de determinar los efectos del mejillón cebra sobre un ecosistema determinado es conocer como varía el tamaño de su población a lo largo del espacio y el tiempo. Todos estos datos obtenidos acerca de la colonización de las poblaciones de náyades pueden arrojar luz sobre la tendencia que puede adoptar la población de mejillón cebra en estos humedales.

Se han propuesto varios modelos, de acuerdo a los datos extraídos en diferentes poblaciones y atendiendo a las características de diferentes variables de los ecosistemas colonizados: susceptibilidad de colonización, características del sustrato y variables físico-químicas del agua. Se han descrito cinco posibles modelos que intentan explicar la trayectoria a largo plazo que pueden experimentar las poblaciones de mejillón cebra (Figura 1). Uno de los más comunes es aquel en el que las poblaciones siguen un ciclo de auge y caída (Boom-bust), con densidades muy elevadas durante el periodo de tiempo seguido a la colonización y densidades mucho más bajas a largo plazo. Este ciclo favorece a las especies de bivalvos autóctonos, puesto que aquellas poblaciones que logran superar la fase inicial de colonización tienen mayor probabilidad de sobrevivir posteriormente. En segundo lugar, las poblaciones de mejillón cebra podrían mostrar ciclos estables con predominio de ciertas clases de edad (Cyclic). En tercer lugar, las poblaciones de mejillón cebra pueden

permanecer más o menos estables a lo largo de los años tras la colonización inicial, con pequeñas fluctuaciones (Equilibrial). En cuarto lugar, la población podría no mostrar una tendencia clara a largo plazo, sino grandes fluctuaciones irregulares en la densidad de la población, aunque los mecanismos que impulsan las fluctuaciones no están claros (Irregular). Por último, las poblaciones de mejillón cebra podrían expandirse significativamente sólo después de una fase de latencia larga (Lag), como se ha descrito para otras especies exóticas (Crooks & Soule, 1999).

Figura 63 Tendencias a largo plazo que pueden experimentar las poblaciones de mejillón cebra (Strayer y Malcom, 2006).



Todavía resulta pronto para poder establecer cuál es el tipo de trayectoria que van a seguir las poblaciones de mejillón cebra del sistema de embalses del Zadorra. Hasta ahora, atendiendo a los resultados obtenidos en los diferentes años de muestreo, el embalse de Ullívarri parecía ajustarse más al último de los ciclos descritos (Lag), donde parece que las poblaciones han experimentado una explosión demográfica durante los dos últimos años tras una larga fase de latencia. En el embalse de Urrúnaga, sin embargo, la aparición de grandes densidades de ejemplares adultos se produjo de forma muy temprana a la aparición de las primeras larvas, lo que parecía ajustarse más al modelo de “*Boom-bust*” con densidades muy elevadas durante el periodo de tiempo seguido a la colonización y densidades mucho más bajas a largo plazo.

Figura 64 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Ullívarri, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento.

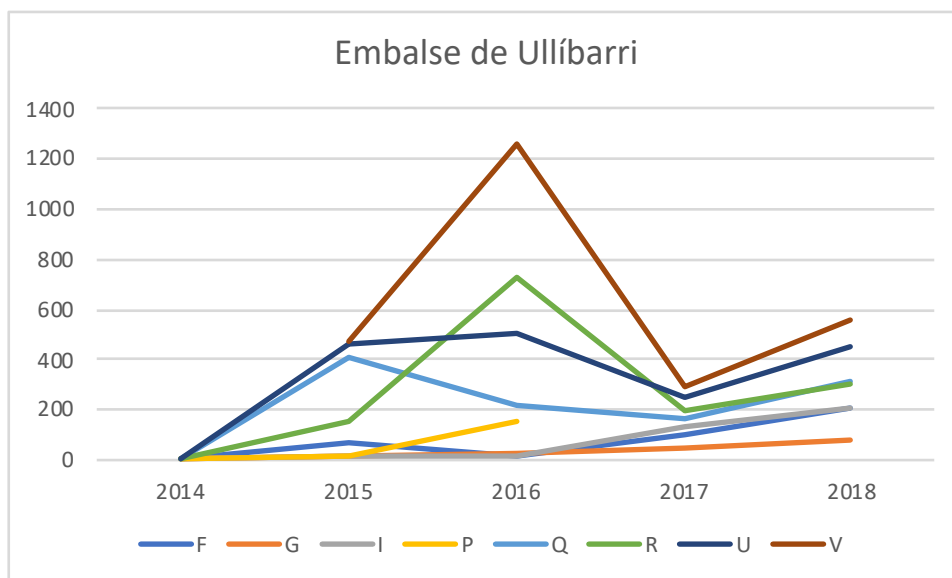
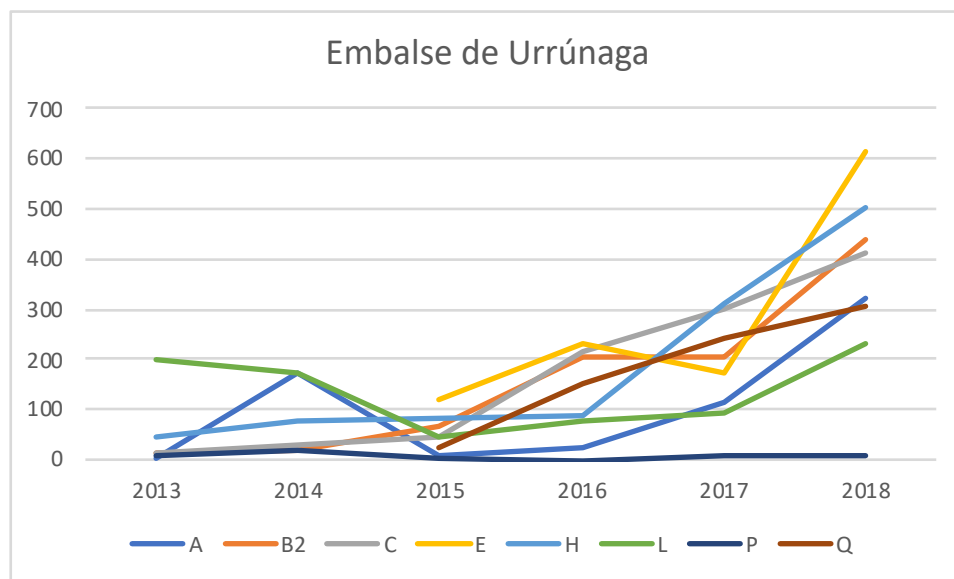


Figura 65 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Urrúnaga, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento.



Sin embargo, tras cinco años de seguimiento en el embalse de Ullívarri y seis en Urrúnaga, los índices medios de fijación medidos en cada una de las colonias de seguimiento a lo largo de este tiempo, permiten entrever cual puede ser la tendencia que va adoptar esta especie en cada uno de estos embalses (Fig. 64 y 65). A pesar de ser dos embalses pertenecientes a una misma cuenca, la tendencia parece ser diferente entre ambos. En el embalse de Ullívarri (Fig. 64), la tendencia se ajustaría más a un modelo cíclico, donde las poblaciones de mejillón cebra podrían mostrar ciclos estables con predominio de ciertas clases de edad. Atendiendo a este gráfico y a los resultados obtenidos para las clases de tamaño predominantes, en este embalse en una primera fase de expansión, predominaron la clase de tamaño comprendido entre 1-1,5 cm, que caracterizaría a los ejemplares fijados en la época de primavera. Y en esta segunda fase de expansión que parece que se está comenzando a producir de nuevo, predominarían los ejemplares con tamaños $\leq 5\text{mm}$ y los de talla comprendida entre 0,5-1 cm señalando que los eventos de reproducción más importantes en durante esta fase son los que se producen durante la época de verano. En el embalse de Urrúnaga (Fig. 65) la tendencia se ajustaría más a un modelo irregular, sin una tendencia clara a largo plazo, sino con grandes fluctuaciones irregulares en la densidad de la población, sin que los mecanismos que impulsan las fluctuaciones estén claros.

Sin embargo, estos datos corresponden únicamente a cinco años de seguimiento en Ullívarri y seis en Urrúnaga por lo que resulta pronto para poder establecer tendencias y conclusiones definitivas.

6.2.3 FRECUENCIAS DE TAMAÑOS DE LOS EJEMPLARES DE *Dreissena polymorpha*.

En este trabajo, al igual que en años anteriores, además de estimar la densidad media de infestación de las náyades en cada zona, se ha analizado también las frecuencias de tamaños correspondientes a los ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos sobre las muestras de náyades recogidas. Ello nos permite profundizar en la evaluación de la afección de esta especie sobre las náyades que ocupan este embalse, así como obtener una primera aproximación del ciclo de vida de esta especie invasora en este reservorio.

Para poder determinar a qué edad o fecha de fijación corresponde cada uno de los tamaños detectados, deberíamos conocer el ratio o tasa de crecimiento que caracteriza a esta especie en este embalse. Por el

momento se desconoce este dato, por ello es necesario tener en cuenta los resultados obtenidos en otros estudios para poder realizar una estima. En el año 2010 se publicaron los resultados obtenidos para el estudio del ciclo de vida de la población de *Dreissena polymorpha* en el embalse de Mequinenza basándose en los registros de densidad de población y en datos histológicos tomados durante los años 2002 y 2003 (Araujo y col., 2010). Dado que el embalse de Mequinenza, Ullívarri y Urrúnaga se sitúan en la misma cuenca, se han tomado como referencia las tasas de crecimiento registradas en este trabajo.

Asumimos que una vez fijados al sustrato, y durante los tres primeros meses de vida, los juveniles de *D. polymorpha* aumentan de tamaño hasta 5 mm por mes. Por lo tanto, las muestras de esta población alcanzarían la mitad de su longitud total (= 1,5 cm) en los tres primeros meses de su vida. Tanto este año, como el año anterior, todos los ejemplares fueron recogidos en la misma época, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos entre las diferentes zonas y en los diferentes años.

Las Tabla 3 y 4 muestran los datos obtenidos hasta el año 2018 para el tamaño de los mejillones cebra recolectados en los embalses de Urrúnaga y Ullívarri, respectivamente.

En el embalse de Urrúnaga, se han observado ciertas diferencias entre los resultados obtenidos en esta campaña del 2018 y los años previos de seguimiento. En el año 2014, los individuos con tamaño ≤ 5 mm. resultaron los más abundantes en todas las zonas analizadas, con excepción de la Zona P, presentando densidades muy elevadas y llegando a caracterizar hasta a un 95,3% de la población de mejillones cebra (Zona L), resultados que coincidían con los obtenidos previamente en el año 2013. Durante el año 2015, este rango continuó siendo el tamaño más representado en todas las zonas, con excepción de las poblaciones de las Zonas L y P. Sin embargo, el porcentaje de representatividad de esta talla sufrió un descenso en la mayoría de las poblaciones, en favor de los ejemplares con un rango de tamaño 0,5-1 cm. que aumentó su presencia en este embalse, siendo la talla más abundante en alguna población (Zona L). En el 2016 la talla predominante de los dreissenidos examinados en las zonas B1, B2, H, C y E continuó siendo la que caracteriza a los ejemplares de tamaño igual o menor a 5mm. En las zonas B1, B2 y H el porcentaje de individuos con esta talla fue muy similar a la detectada en el año 2015, pero algo superior en los tres casos. Sin embargo, en el caso de las zonas C y E, aunque esta talla continuó siendo la predominante, se produjo un nuevo descenso en el reclutamiento de estos individuos respecto al año 2015. En las zonas A, L, P y Q la talla predominante de los dreissenidos examinados se situó en el rango de tamaño 0,5-1 cm, cuyos porcentajes oscilaron entre un 73,6% (Zona L) y un 60,1% (Zona Q). En la campaña del 2017, el mayor porcentaje de los mejillones recolectados en todas las zonas se caracterizaron por un tamaño ≤ 5 mm, alcanzando porcentajes muy significativos en las zonas E (93,6%), L (99,2%) y P (84,8%). En el resto de zonas, este tamaño perdió representatividad en favor del rango de tamaños 0,5-1 cm, llegando a presentar valores similares al de ≤ 5 mm en las zonas H y Q. Los resultados obtenidos en 2018 muestran una predominancia de mejillones fijados con tamaño ≤ 5 mm en todas las zonas, que superan el 50% en todas las localidades muestreadas, excepto en la zona E, donde representa al 47,2% de los mejillones fijados. Si se considera un período de 4-5 semanas para el desarrollo de las larvas y su posterior fijación (Neumann y col., 1993), la presencia de juveniles con tamaño ≤ 5 mm en octubre indica la presencia en Urrúnaga de hembras maduras en septiembre y un pico importante de reproducción durante ese mes. La siguiente talla más representada en todas las colonias es la que caracteriza a los ejemplares entre 0,5 y 1 cm, que alcanza el valor más elevado en la zona L (39,8%). Este tamaño correspondería a los ejemplares fijados entre julio y agosto. Teniendo en cuenta las densidades de ejemplares de menos de 5 mm y las de los individuos con talla comprendida entre 0,5-1 cm, podemos concluir que en el embalse de Urrúnaga se da un pico de reproducción muy significativo en la época de verano y continuó a lo largo de toda esta estación.

En el caso del embalse de Ullívarri, al inicio de los seguimientos (año 2014), la talla ≥ 5 mm era la menos representada en todas las poblaciones, con excepción de la Zona G donde alcanzaba un porcentaje del 93%. Atendiendo a este resultado, se apuntó una posible diferencia en el periodo de maduración y reproducción de

los ejemplares de *Dreissena polymorpha* entre ambos embalses. En Ullívarri los resultados obtenidos en 2018 difieren con los obtenidos en los años previos. Durante 2015 y 2016 se observó un predominio de los tamaños comprendidos entre 0,5-1 cm, indicando que el principal reclutamiento de ejemplares en este humedal tenía lugar durante un pico de reproducción al inicio de verano y su posterior fijación entre julio y agosto. La excepción es la zona F e I, donde predominaban los dreissenidos con tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm. Ninguna de las poblaciones analizadas en este embalse presentaba entonces un predominio de ejemplares con talla ≤ 5 mm, por lo que no se podía descartar una posible diferencia en el periodo de maduración y reproducción de los ejemplares de *Dreissena polymorpha* entre ambos embalses. Sin embargo, en 2017, el mayor porcentaje de mejillones recolectados en todas las zonas, con excepción de las zonas R y V, presentaban un tamaño ≤ 5 mm, pero en ninguno de los casos, llegaron a alcanzar los porcentajes tan elevados observados en las poblaciones del embalse de Urrúnaga. En el 2018 se vuelve a observar una dinámica de fijación similar a la del 2017 donde, en todas las poblaciones analizadas, el tamaño predominante corresponde al ≤ 5 mm, siendo la zona F la que presenta una mayor predominancia (63,2%). Al igual que en el embalse de Urrúnaga, la siguiente talla más representada es la comprendida entre 0,5-1 cm, siendo la zona R1 la que mayor porcentaje presenta de individuos con este tamaño (32,3%). Atendiendo a los resultados obtenidos en 2017 y 2018, podemos concluir que al igual que en el embalse de Urrúnaga, en el de Ullívarri se da un pico de reproducción muy significativo en la época de verano y continuó a lo largo de toda esta estación.

El siguiente rango de tamaños, 1-1,5 cm, tuvo una escasa representación en el embalse de Urrúnaga durante los años 2013 y 2014. Atendiendo a las tasas de crecimiento empleadas como referencia, este tamaño correspondería a los ejemplares nacidos y fijados entre finales de primavera y principios de verano y que en el inicio de la colonización tuvieron poca relevancia en este embalse. Esta densidad tan baja podía deberse a una baja tasa de reproducción durante esa época o quizás a que la tasa de supervivencia de los mismos era muy baja. Durante el 2015 se observó un leve incremento del número de ejemplares caracterizados por estos tamaños, cuyo incremento continuó a lo largo del 2016 en las zonas A y Q, mientras que en las zonas B1, E y H mantuvo unos valores muy similares a los detectados en el 2015 y disminuyeron significativamente respecto al 2015 en las zonas B2, C, L y P. En 2017 se produjo una disminución de este rango de tamaños en todas las poblaciones, con excepción de la zona B2, la única donde este tamaño se vio incrementado. En 2018 se ha visto disminuido tan solo en tres poblaciones (A, B2 y P), en el resto se ha incrementado con respecto a los resultados obtenidos en 2017.

En el embalse de Ullívarri-Gamboa fue el segundo rango de tallas más representado en el 2015. Durante la campaña del 2016 resultó la talla predominante en las zonas F e I y el segundo más representado en las zonas G y Q. Destacan las zonas V y W, las dos poblaciones más afectadas por la presencia de esta especie y donde se ha dado una reducción muy significativa de los ejemplares con tamaño dentro de este rango entre ambos años (2015 y 2016), pasando de un 39,7% a un 8,7% en la Zona W y de un 25,35% a un 7,2% en la Zona V. En las zonas R y U se produjo un incremento, aunque no muy significativo, de estos ejemplares a lo largo del último año. En el año 2017, a excepción de la población U, en el resto se produjo un descenso del porcentaje de mejillones dentro de este rango de tamaños, algunos de ellos muy significativos (Zona F, de un 70% a un 25,6; Zona I, de un 65,4% a un 31,3%). En el 2018 todas las poblaciones, con excepción de la zona F e I, han visto incrementado el número de mejillones adheridos con este tamaño. Los porcentajes obtenidos en Ullívarri para este rango de tamaño, siguen siendo de manera global, más elevados que los detectados en Urrúnaga. De acuerdo a estos datos, el pico de reproducción de primavera adquiere mayor relevancia en el embalse de Ullívarri-Gamboa que en el de Urrúnaga o quizás su tasa de supervivencia es mayor.

El rango de tamaños 1,5-2 cm. poco representado en ambos embalses, tanto en el 2018 como en años anteriores, aparece con mayor frecuencia en el embalse de Ullívarri que en Urrúnaga. Tomando como referencia los mismos datos de crecimiento, se podría deducir que un porcentaje de estos ejemplares corresponden a un pico de reproducción de primavera y una posterior fijación de los ejemplares entre mayo y

junio. También se debería considerar que otro porcentaje, sobre todo de 2 cm, se atribuiría a los ejemplares nacidos en años anteriores.

En el estudio llevado a cabo en Mequinenza, las hembras alcanzan la madurez sexual con tallas comprendidas entre 7,5 y 12 mm, mientras que los machos tienen que alcanzar un tamaño de 11 mm. Si los datos de tasa de crecimiento y madurez registrados en el reservorio de Mequinenza resultan similares a los que experimentan los ejemplares de Urrúnaga y Ullívarri, este dato indicaría que los juveniles procedentes de los picos de primavera con tallas comprendidas entre 1,5-2 cm pueden llegar a ser sexualmente activos en la época de verano cuando todavía se dan condiciones óptimas para la reproducción. Por lo tanto, no se puede descartar que estos ejemplares nacidos en primavera contribuyan en el esfuerzo de reproducción de esta especie en el mismo año y sean, además, los responsables de un porcentaje de los ejemplares juveniles de tamaño igual o menor a 5 mm que se han detectado adheridos a las náyades.

Estos resultados parecen indicar dos eventos reproductivos significativos en ambos embalses, aunque hay ejemplares que son capaces de reproducirse de forma continua desde mayo hasta septiembre. La presencia de individuos con tamaños superiores a 2 cm. adheridos sobre las náyades marcadas, recapturadas y que han sido desinfectadas cada año, sugiere un evento de reproducción durante el otoño y su posterior fijación, dando lugar a los ejemplares de mayor tamaño que detectamos al año siguiente en los muestreos. Durante el año 2015 se constató este hecho visualmente, ya que, una vez realizada la prospección de la Zona V en el embalse de Ullívarri, se volvió a visitar la población al cabo de tres semanas con el fin de comprobar su estado. Se realizó un muestreo somero para recuperar algunas de las náyades marcadas y desinfectadas hacia 21 días y se pudo comprobar cómo algunas de ellas portaban encima una importante densidad de pequeños dreissenidos con tamaños inferiores a 5 mm. Este hecho confirma la presencia de un pico de reproducción durante la época de otoño y la fijación de dreissenidos tras el análisis y limpieza de la población de náyades, dando lugar a los ejemplares de tamaños igual o superiores a 2 cm. que se detectan al cabo de un año sobre las anodontas. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos a partir del seguimiento de la densidad de larvas realizado en este embalse durante los últimos años por URA que confirman la reproducción continua de esta especie hasta finales del mes de noviembre. Aunque este comportamiento resulta similar al descrito para otras poblaciones europeas y norteamericanas (Van der Velde y col., 2010), estos datos discrepan con los resultados obtenidos en el embalse de Mequinenza donde los juveniles aparecen únicamente en los meses de julio y agosto.

En la campaña del 2015, se destacó la escasa representación en ambos embalses de los ejemplares con tamaños superiores a 2 cm, que caracterizaría a los mejillones fijados en años anteriores. En el embalse de Ullívarri podría deberse al hecho de que la colonización y asentamiento por parte de los ejemplares adultos era todavía incipiente. Durante las campañas del 2016-2018 se ha registrado un aumento del porcentaje de ejemplares caracterizados por esta talla en muchas de las zonas analizadas en este embalse, lo cual concuerda con los datos de expansión y aumento de la capacidad de fijación medida sobre las poblaciones de náyades. A medida que aumenta las densidades de *Dreissena polymorpha* en cada una de las zonas, aumenta el porcentaje de ejemplares con este rango de tamaño en las mismas.

Sin embargo, en el embalse de Urrúnaga no puede aplicarse la misma explicación que en el embalse de Ullívarri, ya que la densidad de mejillones con tamaños superiores a 2 cm. debería ser más elevada que la detectada durante estas dos últimas campañas teniendo en cuenta que lleva más años sufriendo la colonización de la especie *Dreissena polymorpha*. Durante las campañas del 2016-2018 se ha observado un incremento de estos ejemplares en las zonas analizadas, con excepción de la zona P, donde la especie aún no ha conseguido establecerse y el grado de fijación sobre las náyades es el más bajo registrado en ambos embalses. Sin embargo, durante el año 2015 y 2014 estos ejemplares apenas tenían representación en este embalse, lo cual contrastaba con los resultados obtenidos el otoño de 2013, donde se registraron valores de

densidad mucho más elevados en todas las poblaciones para los mejillones de estas tallas. Una posible explicación a lo observado durante esos años pudo ser una mortandad significativa de ejemplares adultos en ese rango de tamaños (≥ 2 cm.). Esta explicación concuerda con la bajada brusca y significativa de la cota de agua que se produjo en el embalse durante los meses de noviembre y diciembre de 2013, causando la mortandad de ejemplares adultos fijados en años anteriores y que afectó a los resultados obtenidos en el 2014 y cuyas consecuencias todavía se podían observar en los datos extraídos del estudio realizado en el 2015. Durante el 2013 se observó una mortandad importante de ejemplares de *Dreissena polymorpha* en la superficie del embalse que quedó expuesta y que en condiciones normales suelen estar cubierta de agua. Hay que tener en cuenta que, durante esas fechas, la cota de agua alcanzó niveles por debajo del 50% del volumen del embalse, los cuales se mantuvieron durante un periodo prolongado de tiempo. Esta puede ser seguramente la razón por la que en estos trabajos se ha observado, en muchas zonas, una disminución de los agregados de mejillones cebra de tamaños superiores a 2 cm. sobre el sustrato y sobre las náyades. Es muy posible que en zonas más profundas a las muestreadas se encuentren esos agregados de mejillones de tamaño superior a 2 cm. Este hecho concuerda con lo observado durante el invierno del 2013, cuando se llevó a cabo un rescate de náyades debido a la bajada brusca ocasionada en el nivel de agua del embalse. Durante esos muestreos se observó como muchas de las náyades se refugiaban, enterrándose parcialmente en el lodo húmedo, mientras que los mejillones que quedaban más expuestos se desprendían de estas náyades y la mayoría morían al cabo de poco tiempo. Sin embargo, aunque pensamos que esta es la explicación más razonable para explicar la baja densidad de ejemplares de tamaño igual o mayor a 2 cm. en las zonas muestreadas, tampoco se puede descartar que se haya producido una mortandad natural de los ejemplares de mayor tamaño debido al ciclo natural de estas poblaciones, en el que en ocasiones se observan disminuciones significativas de ciertas clases de edad. El aumento observado durante los dos últimos años indica una recuperación de estas poblaciones y un aumento de su capacidad de establecimiento a lo largo de los últimos años.

Es importante señalar que esta mortandad de ejemplares con tamaños igual o superior a los 2 cm. ocurrida en el 2013 podría también estar relacionada con el aumento significativo de ejemplares de tamaño ≤ 5 mm observado en el año 2014 y su posterior descenso en años posteriores (2015 y 2016) a medida que fue aumentando de nuevo el porcentaje de individuos de mayor tamaño. Hoy se sabe que la actividad filtradora de los individuos adultos afecta significativamente a la población de larvas planctónicas de la propia especie ya que también son filtradas y por tanto eliminadas de la columna de agua (MacIsaac et al., 1991). Por lo tanto, es probable que la disminución en la densidad de ejemplares adultos se haya traducido en un aumento de larvas y ello se vea reflejado en los porcentajes tan elevados de ejemplares ≤ 5 mm que han conseguido fijarse. En 2018 los porcentajes de ejemplares con tamaño ≤ 5 mm son algo menores en muchas de las poblaciones, quizás debido a la recuperación paulatina de las clases de tamaño más grandes.

Hay que tener en cuenta que estos resultados corresponden a los datos observados durante cinco o seis años, dependiendo de la población, para el embalse de Urrúnaga y cuatro o cinco para el humedal de Ullibarra y, además, utilizando como referencia los datos de tasa de crecimiento correspondientes a otra población que, aunque se asienta en la misma cuenca que el embalse de Urrúnaga, puede mostrar diferencias significativas que alteren los resultados obtenidos. *Dreissena polymorpha* se caracteriza por ser una especie muy variable seguramente debido a la amplia variedad de fuentes de origen descritos para esta especie (McMahon, 1996; Nichols, 1996). Si además tenemos en cuenta que el ciclo biológico de esta especie puede variar con el tiempo (Darrigran y col., 2003), se hace necesaria la investigación sobre el comportamiento y biología de la especie en cada área nueva invadida, sobre todo si tenemos en cuenta que la tasa de crecimiento de *Dreissena polymorpha* depende de diversos factores tales como la temperatura (Smith y col, 1992; L'vova y col, 1994b), la estación del año (Karatayev, 1983; Burlakova, 1998), las condiciones tróficas del cuerpo de agua donde se desarrolla la población (Smith y col, 1992; Dorgelo, 1993; Sprung, 1992, 1995a; Burlakova, 1998), y la corriente de agua (Bij de VAATE, 1991; Burlakova, 1998). Respecto a las diferencias detectadas según el tipo de embalse, se ha encontrado una correlación positiva entre la tasa de crecimiento y el estatus trófico del embalse.

Se han detectado tasas más elevadas en lagos eutróficos que mesotróficos, como es el caso de Urrúnaga y Ullíbarri, considerados ambos de tipo mesotrófico (Burlakova, 1998).

6.3. EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE NÁYADES

Actualmente, a las condiciones desfavorables del hábitat que podrían poner en riesgo la supervivencia de las náyades en estos embalses, hay que sumarle además la presencia del molusco exótico invasor conocido como mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). Atendiendo a los datos publicados para otros embalses europeos y norteamericanos, la llegada de esta especie puede agravar seriamente la situación de estas poblaciones y acelerar su desaparición en un corto plazo de tiempo.

Durante este año se ha comprobado una explosión demográfica de las poblaciones de *Dreissena polymorpha* en aquellas poblaciones que todavía mantenían índices bajos de fijación el embalse de Ullíbarri, alcanzando densidades muy significativas en este humedal. Aunque en 2014 se apuntaba a un grado de afección bajo de las colonias de , a lo largo del 2015 se constató la presencia de ejemplares con hasta 1.379 mejillones adheridos a sus valvas, lo que evidencia el cambio tan brusco que se produjo en la situación de las colonias de náyades de este embalse durante ese año. Durante la campaña del 2016, se volvió a producir un incremento del índice de fijación en la mayoría de las poblaciones llegando, en el caso de las poblaciones situadas en la cola del Zadorra, a superar los índices medidos en el embalse de Urrúnaga, donde la especie comenzó su fijación previamente. Estos datos indicaban una explosión demográfica más acusada de la población de *Dreissena polymorpha* en este embalse donde, en algunas zonas, los factores ambientales favorecen su rápida proliferación. Durante el 2018 se ha producido un incremento significativo de la infestación, tanto en aquellas poblaciones que todavía mantenían índices de fijación relativamente bajos (zonas F e I), como en aquellas muy afectadas en 2016 pero que en el 2017 vieron disminuidos su índice de fijación.

Lo que queda claro, tras analizar los resultados obtenidos, es que lejos de establecerse, los índices de fijación siguen aumentando en muchas de las poblaciones de ambos embalses, por lo que habrá que continuar los seguimientos sobre estas poblaciones y analizar cómo evoluciona la expansión y asentamiento de la especie *Dreissena polymorpha* con el fin de poder predecir cuál va a ser la evolución de las poblaciones de náyades ante esta invasión. Sin embargo, un dato muy relevante, es el elevado número de náyades muertas que se han detectado a lo largo de algunos de los recorridos prospectados.

Por ello, al igual que se comenzó a realizar en el 2015 en el embalse de Urrúnaga, durante la campaña 2016 se realizó en ambos embalses una réplica de los muestreos efectuados cuando se realizó el primer cartografiado de náyades en cada uno de estos puntos, con el fin de comparar las cifras de densidad de náyades obtenidas desde el inicio de la colonización y el año en que mayor densidad de dreissenidos se han contabilizado sobre las náyades en el embalse de Ullíbarri. Durante la campaña del 2017 no se realizó una réplica de este cartografiado, ya que se ha considerado más oportuno realizarlo cada dos años. Sin embargo, a lo largo del 2018, ambos embalses han alcanzado un nivel de agua embalsada superior a la media de los últimos 5 años. Durante la época de muestreos en ambos pantanos la cota de agua en todas las zonas de seguimiento era mucho más alta que en años previos, por lo que se decidió posponer el cartografiado, ya que un incremento en la dificultad del muestreo podría influir en la detectabilidad de los ejemplares.

A continuación, se resumen los datos obtenidos en 2016 para el cartografiado de las poblaciones de ambos embalses. Los datos obtenidos resultaron muy significativos e indicativos del grado de amenaza que supone la presencia de esta especie invasora para las colonias de náyades de estos embalses y que sin duda se habrá visto agravada en los dos últimos años:

Atendiendo a los datos obtenidos durante 2016 en el embalse de Ullívarri-Gamboa, y tan solo dos años después de la entrada del mejillón cebra, se perdió un 24% de los efectivos de *Anodonta anatina* en las estaciones bajo control. En el embalse de Urrúnaga esta cifra promedio de pérdida de ejemplares en las estaciones de seguimiento aumentó hasta un 57%, cinco años después de la entrada de *Dreissena polymorpha*. Se observó una correlación entre las poblaciones más afectadas, con mayor índice de fijación de mejillones entonces, y la tasa de pérdida estimada durante ese tiempo.

En el embalse de Ullívarri-Gamboa las colonias más afectadas fueron aquellas situadas en la cola del Zadorra donde, durante 2016 campaña, y en tan solo un año, se superaron los índices más elevados estimados en el embalse de Urrúnaga. El mayor porcentaje de pérdida correspondió a la población situada en la Zona V, donde se estimó una pérdida del 68,2%, desde que se inició la colonización en el 2014 y donde durante 2016 se alcanzó un índice medio de fijación de 1.299 mejillones/uniónido. Si tenemos en cuenta los diferentes estudios, que establecen la cifra de 100 mejillones cebra /uniónido como el umbral a partir del cual se puede considerar letal la infestación para una náyade, esta población multiplica por 12 esta tasa de fijación letal. A este dato le siguen las Zonas W y R, aledañas a la anterior, donde se estimó un porcentaje de pérdida del 52,9% y 45,7%, respectivamente, en tan solo dos años, lo que manifiesta claramente que la viabilidad de estas poblaciones se encuentra seriamente comprometida. La excepción en esta cola del embalse, es la población de la Zona Q, donde los resultados apuntaron a un descenso del 29,7%, si bien también presentó un menor índice de fijación que las anteriores, que incluso ha disminuyó del año 2015 al 2016. La principal diferencia entre esa población y las anteriores es su ubicación en una zona de ensenada, que podría ofrecer mayor refugio para las náyades que ocupan esta área del embalse.

Fuera de la cola del Zadorra también hay poblaciones muy afectadas. La Zona U, con una tasa de fijación muy elevada de 897 mejillones/uniónido, mostró también un valor de descenso significativo del 45,7%, muy significativo y similar al de la población de la Zona P con un 36,6%.

Las zonas menos afectadas coincidieron con aquellas que presentaban los menores índices de fijación, zonas F, G e I, tratándose además de las zonas donde mayor densidad de náyades se han detectado por el momento. La mayor tasa de pérdida correspondió a la Zona F con un 11,5%, seguido de la Zona G, con un 8,4% y la Zona I con un 6,2%. Aunque en 2016 estos datos no reflejaban un problema de viabilidad para estas poblaciones, es necesario mantener un seguimiento sobre ellas, dado el carácter impredecible de la expansión y colonización de esta especie invasora, tal y como ha quedado demostrado en este trabajo.

En el caso del embalse de Urrúnaga, también se venía observando en los últimos años un elevado número de náyades muertas a lo largo de los recorridos prospectados, algunos de ellos correspondientes a los ejemplares marcados durante el estudio realizado en el año 2012 y otros sin ningún tipo de marca. Además, también se observó una mortandad significativa de ejemplares de la especie *Dreissena polymorpha*. Ambas cuestiones podrían estar relacionadas con la bajada brusca y acusada en el nivel de agua del embalse producida en el invierno del 2013. Sin embargo, los datos de colonización de los dreissenidos sobre las náyades obtenidos año tras año y descrito a lo largo de los diferentes informes son muy preocupantes. Por ello, en el año 2015 se seleccionaron las zonas B1, B2, C, H y L para estimar la tasa de pérdida de náyades desde que se comenzó el estudio de estas poblaciones. En el 2016 se repitieron estas mismas zonas y se analizaron también las zonas A, E y P.

Al igual que en los resultados obtenidos en el 2015, el punto más afectado continuó siendo la Zona B, el área que en 2012 presentaba la mayor densidad de ejemplares de *Anodonta anatina* detectadas en este embalse. En 2015 se estimó un descenso del 75% de la población de náyades localizada a lo largo de los tramos muestreados. Durante el 2016 este valor aumentó hasta un 81%, indicando una pérdida continua año a año. No hay que olvidar que, de acuerdo con los datos extraídos de los muestreos efectuados en estos trabajos, la

desaparición de esta población supondría la pérdida de la colonia más importante de la especie *Anodonta anatina* en este humedal. Por el contrario, en la zona B2, no se produjo un incremento de pérdida durante el 2016, incluso descendió ligeramente, pasando de un 29% a un 26%. Destacar la diferencia observada entre la Zona B1 y B2, donde estos datos sugieren que la zona B2, el recorrido que corresponde a la ensenada en esta zona, ofrece mayor refugio para las náyades ocupan esta área del embalse.

A la cifra estimada para la población B1, le siguió la Zona H, donde se registró un aumento de pérdida de ejemplares, de un 44% en 2015 a un 56% en 2016, lo que indicaría una pérdida de algo más de la mitad de esta población desde el inicio de la colonización en este embalse. Lo mismo ocurre en la Zona C, pasando de un 44% (2015) a un 49% (2016) y acercándose también a la pérdida del 50% de efectivos. Entre las zonas reevaluadas por primera vez en 2016, destaca la Zona E, con un porcentaje de pérdida del 41,5%, mientras que las Zonas A y L, que presentaban índices de fijación bajos en 2016, en comparación con otras poblaciones, mostraron también los menores porcentajes de pérdida con un 22% y 17%, respectivamente. Se trata de dos zonas a tener en cuenta desde el punto de vista de conservación de las náyades y que además se podrían emplear como refugio de náyades, junto con la Zona P, donde *Dreissena polymorpha* no ha conseguido todavía establecerse.



Aspecto que muestran los restos de náyades muertas que se detectan en estas zonas

Si intentamos predecir cuál va a ser la evolución de sus poblaciones de náyades a partir de la evolución de la invasión en otros lugares, hay diferentes posibilidades. Se podría esperar que el impacto sea similar al de Gran Bretaña y otros países europeos, sin causar un grave impacto o disminución acusada en las poblaciones de náyades o por el contrario la expansión gradual de las poblaciones de mejillón cebra en este entorno podría derivar en una extinción a corto plazo de las náyades que ocupan este biotopo o al menos de la desaparición de gran parte de sus poblaciones, tal y como se ha observado en Norteamérica e Irlanda (Maguire, 2002). La evaluación de todo los datos y observaciones obtenidos hasta ahora nos puede dar una idea de la tendencia que pueden sufrir estas poblaciones de náyades como consecuencia de la presencia de *Dreissena polymorpha* en este embalse. Por el momento, teniendo en cuenta las cifras de pérdida de efectivos medidas en las

diferentes zonas y en ambos embalses, creemos que la hipótesis más probable es que el impacto sobre los unionidos del Sistema de Embalses del Zadorra será más similar a la experiencia de las poblaciones de Norteamérica e Irlanda. En ambos embalses se han detectado zonas que, por el momento, ofrecen resistencia a la colonización de *Dreissena polymorpha* pudiendo actuar como refugio de las poblaciones de náyades que las ocupan. Sin embargo, los datos medidos en otras zonas, afectadas por esta especie, se cifra hasta en un 80% la pérdida de náyades en los escasos años que lleva la especie en estos biotopos. A este respecto es necesario tener en cuenta que sin buenas poblaciones de náyades adultas no es posible que se logre una reproducción exitosa de las mismas. Las posibilidades de que un bando de peces tome contacto con ejemplares grávidos de las náyades de cuyos gloquidios son hospedadores, es obvio que se hacen mínimas en un medio con escasos efectivos de náyades.

Por otra parte, también se han examinado cuales son los principales factores que están causando problemas a las poblaciones de náyades de estos embalses como consecuencia de la infestación del mejillón cebra:

1. LES IMPIDE LA LOCOMOCIÓN, PIERDEN LA CAPACIDAD DE PODER ENTERRARSE Y EL PIERDEN LA CAPACIDAD DE EQUILIBRIO. Las náyades asoman los sifones por la parte posterior de sus valvas y utilizan la parte anterior para asomar el pie en sus desplazamientos. Por ello siempre que se entierran en el sustrato dejan la parte posterior de sus valvas por encima o al nivel del sustrato para poder inhalar y exhalar a través de los sifones y realizar así las funciones básicas de respiración, excreción, alimentación. Si una náyade queda enterrada por su parte posterior y no consigue desenterrarse por sí sola, asomando el pie por la parte anterior, seguramente termine muriendo por asfixia debido a su incapacidad para poder respirar. En las Zonas B, H, M y N, del embalse de Urrúnaga, y en las Zonas U, Q, V y W del embalse de Ullibarri, se ha observado un importante número de anodontas que habían perdido el equilibrio como consecuencia del peso de los dreissenidos que portaban en la parte posterior de sus valvas. Estas náyades habían quedado boca abajo, clavadas y apoyadas sobre la masa de mejillones cebra con la parte posterior hacia abajo y la anterior hacia arriba, siendo incapaces de darse la vuelta por sí mismas. Además, durante las bajadas de caudal que se producen anualmente en ambos embalses durante los meses de invierno, se observa como muchas de las náyades que portan densidades significativas de mejillones cebra encima no son capaces de arrastrar el peso de los dreissenidos que portan. En ocasiones, al intentar moverse para seguir la bajada del nivel de agua, pierden el equilibrio quedando en posición horizontal, siendo incapaces de colocarse de nuevo en posición vertical.



Náyades en posición invertida que son incapaces de moverse siguiendo la bajada del nivel de agua.

2. También se ha observado en numerosas ocasiones un importante número de anodontas donde, más de la mitad de su cuerpo se hallaba cubierto de mejillones cebra, impidiendo el poder enterrarse en el sustrato lo que deriva en que su superficie completa queda expuesta a la fijación de nuevos ejemplares de *Dreissena polymorpha*.
3. INTERFIEREN CON EL CRECIMIENTO NORMAL CAUSANDO DEFORMIDADES. Aquellos ejemplares con densidades significativas de mejillones fijados en su parte posterior sufren la deformación de la concha, que inevitablemente interferirá con su crecimiento normal. Se ha observado como muchos de los ejemplares marcados en el año 2012 en el embalse de Urrúnaga y a los que en ese año se les eliminó los dreissenidos de encima, son incapaces de cerrar completamente las valvas en su parte posterior debido a la deformidad que les ha causado la presión que ejercía los mejillones cebra que portaban adheridos en esa zona.

Todos estos problemas que se han descrito y que se han comprobado que están ocurriendo en la población de náyades de Urrúnaga y Ullíbarri, se han citado en diversos trabajos y se han propuesto como mecanismos principales causantes de la mortalidad de los unionidos como consecuencia de la infestación del mejillón cebra (Wolff, 1969; Lewandowski, 1976; Schloesser & Kovalak 1991; Hunter & Bailey 1992; Haag y col., 1993; Baker & Hornbach 1997; Mackie, 1998; Parker y col., 1998, Baker & Levinton 2003; Sousa y col., 2011). Atendiendo a este hecho, con los datos obtenidos hasta el momento, creemos que la hipótesis más probable, tal y como se mencionado anteriormente, es que el impacto sobre los unionidos en este embalse será más similar a la experiencia de Norteamérica e Irlanda. Para ello, también nos podemos apoyar en las densidades de infestación medidas. De acuerdo a la bibliografía, la intensidad de la infestación puede variar muchísimo dependiendo de los diferentes hábitats invadidos. Entre los casos más extremos, se ha llegado a observar una colonia de más de 10.000 individuos de mejillones cebra formando una colonia sobre un único unionido (Heberto y col. 1991; Schloesser and Kovalak 1991).



Deformación de las valvas causada por los mejillones cebra que estaban adheridos a la concha

Diferentes estudios, han establecido la cifra de 100 mejillones cebra/uniónido como el umbral a partir del cual se puede considerar letal la infestación para una náyade (Ricciardi y col. 1995; Schloesser y col. 1996). Y un trabajo posterior establece que cuando el ratio medio de infestación excede el valor de 10 mejillones cebra/uniónido puede ocurrir un declive significativo de la población de uniónidos en esa zona (Ricciardi y col. 1996). En este estudio, la mayoría de las zonas de ambos embalses superan los 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar en algún momento, desde que se comenzó el seguimiento, densidades de hasta 1.248,8 mejillones/anodonta en Ullibarri (Zona V en 2016) y 865 mejillones/anodonta en Urrúnaga (Zona B1 en 2016). Además, a excepción de las Zona P, en Urrúnaga, en todas las demás zonas la media es superior a los 10 mejillones/uniónido, por lo que podríamos estar asistiendo a una desaparición inminente de la población de náyades en muchos puntos, tal y como constatan los datos de pérdida de efectivos medidos en ambos embalses.

De acuerdo a lo observado en muchas zonas, se podría pensar que el mejillón cebra presenta una predilección por las náyades, ya que muchas de ellas presentaban una mayor colonización que las piedras que se encontraban alrededor. Esto concuerda con lo descrito en diferentes estudios llevados a cabo tanto en el campo como en condiciones de laboratorio y que apuntan a que el mejillón cebra coloniza de forma preferente a los uniónidos vivos como sustrato (Biryukov y col. 1964; Wolff 1969; Lewandowski 1976; Mackie 1990; Ricciardi 1994) tanto en las zonas de simpatria en Europa (Wagner 1936; Sebestyen 1938; Zhadin and Gerd 1961; Wiktor 1963; Biryukov y col. 1964; Kuchina 1964; Wolff 1969; Lewandowski 1976; Arter 1989) como en Norteamérica (Hebert y col. 1989, 1991; Mackie 1990; Schloesser and Kovalak 1991; Hunter and Bailey 1992; Tucker 1994; Ricciardi 1994; Gillis and Mackie 1994), sobre todo en aquellas zonas donde escasea un sustrato firme y las náyades sirven de apoyo para los primeros colonizadores.

Por otra parte, diferentes trabajos apuntan a que la composición de especies de la población de uniónidos afectados por este dreissenido, afecta también a estos valores críticos de mortalidad o declive de las poblaciones de náyades, ya que se ha visto que *Dreissena polymorpha* impacta de forma desigual sobre las diferentes especies de uniónidos (Schloesser y col. 1998). Estos resultados derivan de los trabajos realizados sobre las especies de uniónidos que habitan en diversos ecosistemas acuáticos de Norteamérica. Aunque esas especies son diferentes a las que se distribuyen en los cauces ibéricos, en estos trabajos apuntan a que las especies pertenecientes a la subfamilia Anodontinae, a la que pertenece , se ven afectadas antes y de forma más severa que las especies de la subfamilia Amblesinae, a la que pertenece *Potomida littoralis*. No hay ningún estudio similar llevado a cabo en la península Ibérica, por lo que no conocemos si en este caso las tres especies que ocupan los embalses del Zadorra se verán afectadas de forma diferente por la invasión de *Dreissena polymorpha*. Sin embargo, tomando como referencia estos datos, queda claro que las poblaciones de náyades de los embalses del Zadorra, donde *Anodonta anatina* es la especie más representativa, pueden verse muy comprometidas en un corto plazo de tiempo como consecuencia de la llegada de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados muestran que la llegada de *Dreissena polymorpha* a los embalses del Zadorra compromete seriamente y en un corto plazo de tiempo la conservación de las poblaciones de náyades en estos humedales. Incluso, se puede afirmar que, en algunos casos concretos, la situación actual es muy alarmante. Es obligado, por tanto, empezar a plantear las medidas necesarias y las posibles soluciones que ayuden a salvar y mantener el mayor número posible de colonias. A este respecto, en la zona de los Grandes Lagos, donde se ha constatado el declive progresivo y significativo de las poblaciones de náyades desde la llegada de este dreissenido, existen zonas que funcionan como refugios de uniónidos donde las náyades no se ven afectadas por el mejillón cebra o los niveles de afección no son significativos. Por ejemplo, se ha observado que en aquellas zonas donde las náyades ocupan un sustrato blando y pueden de enterrarse casi por completo, ellas mismas son capaces de desprenderse de los mejillones adheridos mediante este movimiento (Nichols y Wilcox 1997; Schloesser y col.1997). Incluso, en las náyades que no son capaces de desprenderse de estos

ejemplares, pero que permanecen gran parte del día enterradas, casi por completo, en este tipo de sustrato, los mejillones cebra pueden terminar muriendo por asfixia. Este hecho podría explicar los menores índices de afección detectados en las ensenadas muestreadas en estos humedales, incluso en la que se encuentra en la Zona B2, comparándola con la Zona B1 o en la Zona Q del embalse de Ullívarri, comparándolo con el resto de zonas de la cola del Zadorra. Además, hay que tener en cuenta que estas ensenadas suelen ser las zonas más afectadas por las fluctuaciones del nivel de agua del embalse. Esto provoca que en ocasiones las náyades queden parcial o totalmente expuestas en las zonas húmedas, lo que afecta también a este dreissenido que muere ahogado o se desprende de los unionidos (Nichols and Wilcox 1997; Schloesser y col.1997). Se cree que las fluctuaciones en el nivel de agua pueden prevenir la colonización en esas áreas (Schloesser & Masteller 1999).

Atendiendo a las experiencias sufridas en varios reservorios de norte América densidades muy altas de dreissenidos pueden suponer la desaparición total de las poblaciones de unionidos en un tiempo estimado entre 4 y 8 años desde la invasión (Ricciardi y col. 1998). Sin embargo, las náyades pueden persistir en presencia de esta especie invasora en refugios naturales o establecidos para ellas (Strayer y Malcom 2007). Teniendo en cuenta la experiencia de otros lugares, sería interesante continuar con el seguimiento y vigilancia de las poblaciones de Urrúnaga y Ullívarri con el fin de determinar su desaparición o el establecimiento de las poblaciones en el tiempo y determinar las zonas que pueden funcionar como refugio para las colonias de náyades que ocupan estos embalses para evitar su desaparición en el caso de que se siga confirmando la regresión de sus poblaciones.

6.4. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES PRINCIPALES

La reciente introducción del bivalvo invasor conocido como mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), está afectando a la supervivencia de las poblaciones de náyades localizadas en el Sistemas de Embalses del Río Zadorra, cuyas especies han sido incluidas recientemente en el Catalogo Vasco de Especies Amenazadas. Durante las prospecciones realizadas en 2015 se constató una explosión demográfica de la población de *Dreissena polymorpha* que ocupa el humedal de Ullívarri, tras el inicio de su fijación sobre las náyades en el 2014, alcanzando densidades muy elevadas en muchas de las poblaciones de náyades que ocupan este embalse. Los índices de afección se incrementaron significativamente durante el 2016 en algunas zonas, llegando a alcanzar cifras superiores a las detectadas en el embalse de Urrúnaga, y que ponen en serio riesgo su supervivencia en un plazo corto de tiempo. En 2017 algunos de estos índices parecían haberse estabilizado, llegando incluso a disminuir en las zonas más afectadas. Sin embargo, en 2018 se ha vuelto a producir un incremento significativo de los índices de fijación en todas las poblaciones de náyades de este embalse, siendo más notable en aquellas zonas donde la colonización era menos acusada. En el embalse de Urrúnaga, el descenso en los índices de fijación detectado en 2017 parecía indicar una cierta estabilización de la colonización. Sin embargo, los resultados obtenidos en 2018 reflejan un nuevo incremento de la capacidad de expansión y asentamiento de esta especie invasora sobre la mayoría de las poblaciones de este humedal, a pesar del tiempo transcurrido desde el inicio de su fijación.

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados hasta el momento, certifican una disminución muy significativa en la densidad poblacional de la especie *Anodonta anatina* en varias de las zonas muestreadas en ambos embalses, dando lugar a una posible desaparición, en un corto plazo de tiempo, de algunas de las poblaciones más importantes de náyades que ocupan estos biotopos. En este estudio se ha invertido un importante esfuerzo de muestreo en los Embalses del sistema del Zadorra, Ullívarri-Gamboa y Urrúnaga, así como de análisis posteriores para la cuantificación de las poblaciones de *Dreissena polymorpha* que afectan de forma directa a las poblaciones de náyades, con el fin evaluar el grado de afección que está

acusando sobre las mismas. En función de los resultados obtenidos, las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- En el embalse de Ullívarri, se puede afirmar que, tras la explosión demográfica registrada durante los años 2015 y 2016 y el descenso generalizado del índice de fijación en el 2017, en 2018 se ha vuelto a producir un aumento de la capacidad de colonización y expansión del mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades, alcanzando índices de fijación similares a los detectados en el embalse de Urrúnaga.
- Las colonias de náyades más afectadas en el embalse de Ullívarri-Gamboa se encuentran localizadas en las áreas prospectadas en la cola del río Zadorra, una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse, catalogada como Humedal de Importancia Internacional por el Convenio Ramsar, y muy interesante desde el punto de conservación de las náyades por las importantes densidades que presenta de la especie *Anodonta anatina*. El mayor índice de pérdida de ejemplares registrado hasta el momento en una de las estaciones de seguimiento de esta zona es de un 68,2%, valor que seguramente se habrá visto incrementado en los dos últimos años.
- La zona de Mendixur-Garaio, considerada muy importante desde el punto de vista de conservación de las náyades de este embalse, había mantenido hasta el 2016 unos índices bajos de fijación. Durante el año 2017 se constató un incremento de la colonización y expansión de *Dreissena polymorpha* en esta zona, que se ha visto notablemente incrementada durante el 2018, poniendo en riesgo las poblaciones de náyades que ocupan esta área.
- En el embalse de Urrúnaga se ha detectado un aumento del grado de afección sobre las poblaciones de náyades en comparación con los datos obtenidos en 2017, lo que manifiesta que, lejos de estabilizarse, la capacidad de expansión y colonización sobre las náyades sigue en aumento en la mayoría de las poblaciones. En el embalse de Urrúnaga la cifra promedio de pérdida de ejemplares, medido en 2016, en las estaciones de seguimiento fue de un 57%, cifra que seguramente se habrá visto incrementada en los dos últimos años.
- Las poblaciones de náyades del embalse de Urrúnaga se encuentran claramente amenazadas por la presencia de esta especie. A excepción de la población P, todas las poblaciones analizadas este año superan el ratio de 100 mejillones/uniónido, alcanzando cifras de 614,95 mejillones/uniónido en la Zona E.
- De acuerdo a lo observado en este trabajo, el mejillón cebra afecta de forma diferente a las poblaciones de náyades situadas en las diferentes zonas de ambos humedales. La cantidad y calidad del sustrato es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de explicar las diferencias detectadas entre las diferentes áreas. Aquellos recorridos caracterizados por una predominancia de sustrato blando de tipo limo arcilloso o con fango resultan menos favorables para el asentamiento y posterior expansión de la especie *Dreissena polymorpha* en estos biotopos.
- Los resultados obtenidos del análisis de estructura de tamaños de los mejillones cebra en ambos embalses parecen indicar dos eventos reproductivos principales, aunque hay ejemplares que son capaces de reproducirse de forma continua desde mayo hasta septiembre. Estos datos discrepan con los resultados obtenidos en el embalse de Mequinzenza, situado en la misma cuenca donde los juveniles aparecen únicamente en los meses de julio y agosto.
- Atendiendo a los índices medios de fijación determinados en cada una de las zonas y durante los

últimos años de seguimiento, se observa una tendencia evolutiva de la especie *Dreissena polynorpha* diferente entre ambos embalses. En el embalse de Ullívarri la tendencia parece ajustarse más a un modelo cíclico, donde las poblaciones de mejillón cebra podrían mostrar ciclos estables con predominio de ciertas clases de edad. En el embalse de Urrúnaga la tendencia se ajusta más a un modelo irregular, sin una tendencia clara a largo plazo, sino con grandes fluctuaciones irregulares en la densidad de la población, sin que los mecanismos que impulsan las fluctuaciones estén claros.

- De acuerdo a los datos obtenidos y observados hasta el momento, creemos que la expansión de las poblaciones de mejillón cebra en ambos embalses podría derivar en una extinción a corto plazo de las náyades que ocupan este biotopo o al menos de la desaparición de gran parte de sus poblaciones, tal y como se ha descrito en otras poblaciones de Norteamérica e Irlanda. Se puede afirmar que, en ambos embalses, en algunos casos concretos, la situación actual es muy alarmante.

Tabla 3 Síntesis de los resultados obtenidos para el análisis de la afección del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre la población de náyades en cada una de las zonas prospectadas en las campañas del 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017 en el embalse de Ullibarri.

Zona	Año muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas															
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm			
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
F	2014 Sin marcar	20	18	2	0,1	1	1	0	0	0	0	50,00	1	0	0	50,00	1	0	0	0	0	0	0
F	2015 Marcadas	20	0	1381	69,05	208	1	20,7	286	42,28	584	35,69	493	0,86	12	0,28	4	0,14	2	0	0	0	0
F	2016 Marcadas	20	4	210	13,1	76	27	17,6	37	0	0	70	147	3,8	8	6,2	13	1,9	4	0,5	1		
F	2017 Marcadas	20	7	1255	96,5	175	1	48,5	609	15,4	193	25,6	321	6	75	3,7	47	0,8	10	0	0	0	0
F	2018 Marcadas	20	4	3.249	203,1	416	78	49,5	2053	18,8	612	11	356	5,8	190	0,6	20	0,6	18	0	0	0	0
G	2014 SIN MARCAR	20	12	57	2,85	16	1	93,00	53	1,80	1	1,80	1	0	0	3,50	2	0	0	0	0	0	0
G	2015 MARCADAS	20	6	286	20,4	52	6	33,21	95	57,34	164	5,59	16	2,79	8	1,04	3	0	0	0	0	0	0
G	2016 Marcadas	20	3	377	22,2	54	1	10,3	39	37,4	141	34,2	129	7,4	28	8,8	33	1,3	5	0,5	1		
G	2017 Marcadas	20	0	852	42,6	279	1	50,2	428	31	264	12,4	106	2,1	18	2,3	20	1,4	12	0,5	4		
G	2018 Marcadas	20	2	1.340	74,4	255	5	61	817	21,3	285	14,2	190	2,2	30	1	13	0,4	5	0	0	0	0
I	2014 SIN MARCAR	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	2015 MARCADAS	20	2	342	19	56	7	46,78	160	46,78	160	4,60	16	0	0	1,75	6	0	0	0	0	0	0
I	2016 Marcadas	20	3	272	16	60	1	21,7	59	0	0	65,4	178	4,8	13	4	11	2,2	6	1,8	5		
I	2017 Marcadas	20	1	2755	137,5	290	27	38,9	1072	25,3	696	31,3	863	3,7	102	0,5	13	0,3	9	0	0	0	0
I	2018 Marcadas	20		4.237	211,9	392	97	46,3	1962	27	1142	21,2	897	4,2	180	1,1	47	0,2	9	0	0	0	0
O	2014 SIN MARCAR	20	13	23	1,15	9	1	13,00	3	43,50	10	39,10	9	0	0	4,30	1	0	0	0	0	0	0
P	2014 SIN MARCAR	20	7	24	1,8	5	1	12,50	3	50,00	12	33,30	8	0	0	4	1	4,30	0	0	0	0	0
P	2015 MARCADAS	20	2	325	18,05	70	2	37,84	123	43,07	140	16,92	55	0,61	2	1,23	4	0,30	1	0	0	0	0

Tabla 3 Continuación.

Zona	Año muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas													
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm	
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
P	2016 Marcadas	20	0	3.045	152,25	330	5	26,1	611	61,7	1879	7,7	295	4,3	151	3,6	110	0,4	12	0,2	7
Q	2014 SIN MARCAR	20	0	118	5,9	24	1	21,20	25	55,90	66	22,90	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	2015 MARCADAS	20	0	8.258	412,9	1344	102	37,56	3.102	53,1	4.385	9,02	745	0,02	2	0,26	22	0,02	2	0	0
Q	2016 Marcadas	20	1	4.277	213,8	733	3	9,6	410	61,1	2615	26,1	1118	2,2	94	0,7	32	0,2	8	0	0
Q	2017 Marcadas	20	3	2.723	160,1	1262	2	44,4	1208	34,1	928	16,8	457	3,2	88	0,9	25	0,6	17	0	0
Q	2018 Marcadas	20	5	4.716	314,4	889	38	49,5	2334	26,4	1247	17,7	837	5,3	249	0,7	35	0,3	14	0	0
R	2014 SIN MARCAR	20	13	15	0,75	5	1	13,30	2	86,70	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	2015 MARCADAS	20	0	2.997	149,8	526	14	28,96	868	65,03	1.949	5,87	176	0,03	1	0,10	3	0	0	0	0
R	2016 Marcadas	20	0	14.658	723,9	1495	106	25	3658	60,8	8916	11,3	1653	0,8	122	1,9	283	0,2	26	0	0
R	2017 Marcadas	20	1	3.648	192	682	1	34	1244	48,4	1765	10,9	397	4,5	165	1,7	6	0,4	14	0,1	1
R1	2018 Marcadas	20	0	5.968	298,4	573	56	54,3	3242	32,3	1927	9,5	565	2	118	1,7	104	0,2	12	0	0
R2	20178 Marcadas	20	3	3.075	180,9	310	50	57	1754	31,8	979	10,3	318	0,7	22	0,1	2	0	0	0	0
S	2014 SIN MARCAR	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	2014 SIN MARCAR	20	0	204	10,2	37	1	14,70	30	52,90	108	30,90	63	1	2	0,50	1	0	0	0	0
U	2014 SIN MARCAR	20	9	34	1,7	6	1	11,80	4	50	17	38,20	13	0	0	0	0	0	0	0	0
U	2015 MARCADAS	20	0	9.320	466	1002	36	81,84	7.628	16,80	1.566	0,61	57	0,34	32	0,34	32	0,05	5	0	0
U	2016 Marcadas	20	0	10.063	503,15	897	46	25,5	2564	61,2	6154	7,6	767	3,2	324	2,3	236	0,2	18	0	0
U	2017 Marcadas	20	0	5.051	252,5	956	6	17,2	1881	48	2426	11,9	600	2,5	124	0,2	12	0,1	7	0	0

Tabla 3 Continuación.

Zona	Año muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas													
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm	
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
U	2018 Marcadas	20	0	9.037	451,9	772	94	56,4	5096	25,2	2275	15	1358	2,8	255	0,5	47	0,1	6	0	0
V	2015 SIN MARCAR	20	0	9.532	476,6	1650	21	44,19	4.213	26,55	2.531	25,35	2.434	3,65	348	0,02	2	0,04	4	0	0
V	2016 Marcadas	20	0	25.296	1264,8	1717	545	23,9	1057	65,4	16551	7,2	1822	1,2	302	2	507	0,2	57	0	0
V	2017 Marcadas	20	0	5782	289,1	821	6	46,1	2667	42,7	2468	7,3	421	2,2	129	1,4	79	0,3	18	0	0
V	2018 Marcadas	20	0	11.139	557	979	160	54,9	6120	29,4	3277	11,8	1314	3,1	342	0,7	77	0,1	9	0	0
W	2015 SIN MARCAR	20	0	8.134	428,1	1379	12	33,48	2.724	25,37	2.064	39,75	3.234	1,34	109	0,01	1	0,02	2	0	0
W	2016 Marcadas	20	0	18.471	923,5	1299	463	31,1	5750	55,8	10304	8,7	1608	1,5	283	2,6	474	0,3	52	0	0

Tabla 4 Síntesis de los resultados obtenidos para el análisis de la afección del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre la población de náyades en cada una de las zonas prospectadas en las campañas del 2013, 2014, 2015 y 2016 en el embalse de Urrúnaga.

Zona	Año muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas															
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm			
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
A	2013 Sin marcar	20	12	210	10,5	52	6	60	126	21,4	45	3,3	7	4,8	10	2,9	6	7,6	16	0	0		
A	2013 Marcadas	13	14	98	4,9	28	11	64	63	25,5	25	2	2	7,1	7	0	0	1	1	0	0		
A	2014 Marcadas	20	2	2.230	171,5	510	33	94,1	2099	5,8	129	0	0	0	0	0	0	0,1	2	0	0		
A	2015 Marcadas	20	4	269	10,8	13	1	84	226	5,5	15	2,6	7	3,3	9	4,5	12	0	0	0	0		
A	2016 Marcadas	20	2	475	26,4	58	1	8,8	42	50,5	240	13,5	64	4	19	13,9	66	7,8	37	1,5	7		
A	2017 Marcadas	20	2	2024	112,4	473	7	55,6	1125	32,6	660	8,3	167	1,6	33	1,5	30	0,4	9	0	0		
A	2018 Marcadas	20	0	6.410	320,5	480	130	64,1	4107	29,1	1867	4,1	262	1,7	109	0,6	40	0,4	25	0	0		
B1	2013 Sin marcar	20	0	8.003	400,15	806	180	64,2	5137	5,3	425	4,6	367	14,9	1190	6,2	493	4,1	322	0,7	59		
B1	2013 Marcadas	50	5996	124,6	219	12		43,1	2586	5,4	323	5,6	335	24,8	1489	13	778	6,1	364	2	121		
B1	2014 Marcadas	50	0	5.451	109,2	355	10	92,4	5039	7,1	387	0,2	11	0,1	5	0,1	6	0,1	3	0	0		
B1	2015 Marcadas	44	0	13.669	683,45	650	105	50,5	6909	33,7	4.604	5,2	707	9,0	1.230	1	136	0,3	40	0,3	43		
B1	2016 Marcadas	20	0	17300	865	1111	539	68	1111	21,5	3717	3,1	543	0,4	74	4,2	723	2,7	469	0,1	9		
B2	2013 Sin marcar	20	0	1.159	57,95	130	2	72,1	836	4,2	49	1,1	13	14,3	166	7,3	85	0,6	7	0,3	3,00		
B2	2013 Marcadas	50	11	759	15,8	84	1	73,8	560	4,1	31	5,1	39	6,5	49	6,2	47	3,3	25	1,1	8		
B2	2014 Marcadas	50	8	1.073	21,46	333	1	83,9	900	13	140	1,2	13	0,7	8	0,8	9	0,2	2	0,1	1		
B2	2015 Marcadas	50	6	2.884	65,5	385	1	67,1	1496	37,9	846	8,1	181	14,4	321	1,5	34	0,2	4	0,1	2		
B2	2016 Marcadas	20	3	2191	206	371	3	74,9	1642	0	0	2,5	54	8	175	10,2	224	4,2	91	0,2	5		
B2	2017 Marcadas	20	4	3250	203,1	716	3	62,1	2017	28,6	928	7	228	1,6	51	0,6	21	0,2	5	0	0		

Tabla 4 Continuación.

Zona	Año Muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de Mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de Mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas													
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥ 3 cm	
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
B2	2018 Marcadas	20	0	8.789	433,5	810	161	59	5189	31,2	2745	6,2	544	2,6	231	0,8	68	0,1	12	0	0
C	2013 Sin marcar	20	0	1.712	85,6	265	3	64	1096	7,1	121	3,8	65	18,3	314	4,6	79	1,6	27	0,6	10
C	2013 Marcadas	20	4	239	11,95	67	1	66,1	158	10	24	0,4	1	13,8	33	7,5	18	1,3	3	0,8	2
C	2014 Marcadas	20	5	452	30,1	89	6	80,5	364	17,3	78	0,9	4	0,2	1	0,4	2	0,4	2	0,2	1
C	2015 Sin marcar	20	1	3.046	160,3	332	5	55,5	1690	31,5	959	5,7	173	6,1	187	0,9	29	0,2	7	0,1	1
C	2015 Marcadas	20	5	671	44,7	213	1	58,6	393	29,2	196	4,2	28	5,9	40	1,3	9	0,7	5	0	0
C	2016 Marcadas	20	14	1302	217	524	2	51,4	669	28,3	369	1,2	16	10,5	137	8	104	0,5	7	0	0
C	2017 Marcadas	20	14	1808	301,3	566	25	67,4	1218	20,2	365	2,7	48	7,7	139	1,5	28	0,6	10	0	0
C	2018 Marcadas	20	2	7.458	414,3	847	135	62,5	4663	29,4	2196	3,7	274	3,4	257	0,9	68	0	0	0	0
E	2014 Sin marcar	20	6	1.970	98,5	447	34	93,2	1837	4,9	96	0	0	0,9	17	1	19	0,1	1	0	0
E	2015 Marcadas	20	1	2.287	120,3	352	5	87,8	2007	6,4	146	2,2	50	1,8	41	1,1	25	0,5	12	0,3	6
E	2016 Marcadas	20	6	1400	233,3	272	5	77	1078	15,7	220	2,9	40	2,1	29	1,7	24	0,4	6	0,2	3
E	2017 Marcadas	15	3	2065	172,08	754	1	93,6	1932	1,3	27	0,7	14	2,2	45	0,8	16	1,2	25	0,3	6
E	2018 Marcadas	20	0	12.299	614,9	1.399	2	47,2	5808	30,3	3731	15,7	1930	4,8	585	1,1	134	0,8	99	0,1	12
F	2013 Sin marcar	20	7	513	25,65	99	4	75,6	388	12,7	65	0,6	3	1,9	10	8	41	1	5	0,2	1,00
F	2013 Marcadas	20	5	292	22,4	82	7	79,8	233	15,4	45	0,3	1	3,1	9	1,4	4	0	0	0	0
F	2014 Marcadas	PERDIDO																			
H	2013 Sin marcar	20	0	4.009	200,45	522	83	51,7	2073	16,2	650	6	239	7,8	313	16	643	1,9	75	0,4	16

Tabla 4 Continuación.



ZONA	AÑO MUESTREO	Nº NÁYADES EXAMINADAS	NÁYADES LIBRES DE MEJILLÓN CEBRA	Nº MEJILLONES ADHERIDOS	Nº MEDIO MEJ./NÁYADE	Nº MÁXIMO Y MÍNIMO DE MEJILLONES ADHERIDOS		Nº Y PORCENTAJE DE MEJILLONES ADHERIDOS EN CADA MUESTRA POR TALLAS															
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm			
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
H	2013 Marcadas	20	0	554	46,1	115	4	74,9	415	12,3	68	7,8	43	3,1	17	0,9	5	1,1	6	0	0		
H	2014 Marcadas	20	5	1.552	77,6	635	2	79,8	1238	9,5	148	7,2	112	3,4	52	0,1	1	0,1	1	0	0		
H	2015 Sin marcar	20	0	6.001	300,05	717	69	59,9	3592	22,6	1357	9,6	574	4,6	279	2,4	141	0,8	50	0,1	8		
H	2015 Marcadas	20	0	1.707	85,35	198	1	44,3	756	35,5	606	16,4	280	2,9	49	0,7	12	0,2	4	0	0		
H	2016 Marcadas	20	2	1.618	89,8	175	2	45,4	735	35,9	581	15,1	245	2,4	39	0,9	14	0,3	5	0	0		
H	2017 Marcadas	5	0	1.546	309,2	863	24	54,7	845	41,5	642	3,7	57	0	0	0,1	1	0,1	1	0	0		
H	2018 Marcadas	12	0	6.062	505,2	749	174	57,5	3483	31,9	1932	9,3	562	1,2	75	0,2	10	0	0	0	0		
J	2013 Sin marcar	20	1	1.736	86,8	281	14	71,1	1235	4,7	82	0,6	12	12,5	218	7,8	137	2,3	41	0,6	11		
J	2014 Marcadas	20	2	501	25,05	75	2	75,4	378	23	115	0,6	3	0	0	0,8	4	0	0	0,2	1		
K	2013 Sin marcar	20	2	225	11,2	74	1	65,3	147	16,8	38	0,4	1	7,1	16	8,4	19	1,3	3	0,4	1		
L	2013 Sin marcar	20	0	1.643	82,15	161	4	60,6	996	19,3	318	5,6	93	0,7	12	11,9	197	1,2	20	0,4	7		
L	2014 Marcadas	20	4	919	57,43	202	6	95,3	876	4,1	38	0,1	1	0	0	0,1	1	0,2	2	0,1	1		
L	2015 Sin marcar	20	3	2.931	172,4	677	14	22,9	671	59,4	1741	14,9	437	1	30	0,9	26	0,5	15	0,4	11		
L	2015 Marcadas	20	1	914	48,1	166	3	34	311	35,8	327	28,8	264	1,1	10	0,2	2	0	0	0	0		
L	2016 Marcadas	20	0	1.501	75,05	409	6	13,5	203	73,6	1105	1,3	19	6	90	5,1	77	0,3	4	0,2	3		
L	2017 Marcadas	20	0	1.846	92,3	320	1	99,2	1831	0,1	1	0,2	3	0,2	4	0,3	6	0,1	1	0	0		
L	2018 Marcadas	20	0	4.630	231,5	401	1	54,1	2503	39,8	1843	2	93	3,9	179	0,2	9	0,1	3	0	0		
M	2013 Sin marcar	20	0	3.085	154,25	484	14	55,9	1726	16,7	518	6,1	191	4,5	140	13,5	419	2,3	74	0,5	17		
M	2014 Marcadas	20	0	4.569	228,4	391	58	82,9	3787	16,1	737	0,8	37	0,2	8	0	0	0	0	0	0		
M	2015 Marcadas	20	0	5.227	261,3	648	34	62	3243	32,3	1690	4	211	1,4	71	0,2	10	0,1	2	0	0		

Tabla 4 Continuación.

ZONA	AÑO MUESTREO	Nº NÁYADES EXAMINADAS	NÁYADES LIBRES DE MEJILLÓN CEBRA	Nº MEJILLONES ADHERIDOS	Nº MEDIO MEJ./NÁYADE	Nº MÁXIMO Y MÍNIMO DE MEJILLONES ADHERIDOS		Nº Y PORCENTAJE DE MEJILLONES ADHERIDOS EN CADA MUESTRA POR TALLAS													
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥ 3 cm	
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
N	2013 Sin marcar	20	0	1235	61,75	124	17	24,4	302	2,5	31	6,6	82	46,2	571	14,3	177	5,1	62	0,8	10
O	2013 Sin marcar	20	0	964	48,05	122	3	71	686	5,5	53	1,1	11	10,1	97	9,5	92	2,1	20	0,2	2
P	2013 Sin marcar	20	7	204	10,2	36	6	84,3	172	6,8	14	1,4	3	0	0	5,4	11	1,9	4	0	0
P	2014 Marcadas	10	52	5,2	19	1		38,5	20	50	26	11,5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
P	2015 Marcadas	20	14	6	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0
P	2016 Marcadas	20	16	4	0,2	1	1	50	2	50	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	2017 Marcadas	20	3	112	6,6	23	1	84,8	95	14,2	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
P	2018 Marcadas	20	17	18	6	16	1	72,2	13	27,8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	2014 SIN MARCAR	20	0	4199	209,9	610	29	83,2	3495	15,2	640	0,9	37	12,5	218	0,6	27	0	0	0	0
Q	2015 MARCADAS	20	0	483	24,15	139	1	87,2	421	5,8	28	3,5	17	0,8	4	2,7	13	0	0	0	0
Q	2016 Marcadas	20	8	1850	154,2	529	1	3,5	64	60,1	1111	29,1	539	0,5	10	4,2	77	2	37	0,6	12
Q	2017 Marcadas	20	0	4799	239,9	816	3	46,9	2252	41,6	1996	5,3	254	0,8	39	4	194	1,1	54	0,2	10
Q	2018 Marcadas	20	0	6.164	320,5	455	118	60,8	3746	28,7	1768	5,9	364	1,3	82	2,9	181	0,4	23	0	0
S	2014 SIN MARCAR	20	2	2516	125,8	288	11	83,2	1816	15,2	566	0,9	48	12,5	59	0,6	17	0	9	0	0
T	2014 SIN MARCAR	20	0	2295	114,7	277	21	79,1	1818	18,3	422	1,9	43	0,1	2	0,3	7	0,1	1	0,1	2
U	2014 SIN MARCAR	20	0	3301	165,05	595	103	87,4	2884	4,5	148	2,1	70	3,9	128	1,7	56	0,5	0	0	0

7.

Bibliografía

Araujo, R., Madeira, M.J. Y Ayala I. 2007. Estudio del estado actual de *Margaritifera auricularia* en las aguas del río Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. 72 pp.

Araujo, R., Reis, J., Machordom, A., Toledo, C., Madeira, M.J., Gómez, I., Velasco, J.C., Morales, J., Barea, J.M., Ondina, P & Ayala, I. 2009. Las náyades de la península Ibérica. Iberus. 66 pp.

Araujo, R., Madeira, M.J. y Ayala, I. 2009. Estudio del estado actual de *Margaritifera auricularia* en las aguas del río Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. 457 pp.

Araujo, R., Valladolid, M. Gómez, I. 2010. Life cycle and density of a newcomer population of zebra mussels in the Ebro River, Spain. Chapter 18.

Arter, H.E. 1989. Effect of eutrophication on species composition and growth of freshwater mussels (Mollusca, Unionidae) in Lake Hallwil (Aargau, Switzerland). Aquat. Sci. 51: 7-99.

Azpeitia Moros F. 1933. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España, 38(1): 1-458, 39(2): 459-763, láms. I-XXXVI, 750-756.

Baker, S. M. and J. S. Levinton. 2003. Selective feeding by three native North American freshwater mussels implies food competition with zebra mussels. Hydrobiology 505: 97–105.

Baker, S. M. and D. J. Hornbach. 1997. Acute physiological effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) infestation on two unionid mussels, *Actinonaias ligamentina* and *Amblema plicata*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 512–519

Bauer and K. Wächtler, eds. 2012. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. Ecological Studies, Vol. 145. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 257–280.

Biryukov, I.N., M.Y. Kirpichenko, S.M. Lyakhov, and G.I. Segeeva. 1964. Living conditions of the mollusk *Dreissena polymorpha* Pallas in the Babinskii backwater of the Oka River. In B.K. Shtegman [ed.] Biology and control of *Dreissena*. Trudy Inst. Biol. Vnutr. Vod Akad. Nauk. SSSR, 7; 32-38.

Bij de Vaate A. 1991. Distribution and aspects of population dynamics of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), in the Lake IJsselmeer area (The Netherlands). Oecologia 86: 40-50.

Burlakova L.E. 1998. Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pallas) and its role in the structure and function of

aquatic ecosystems. PhD Thesis, Zoology Institute of the Academy of Science, Republic Belarus, Minsk, Belarus. 167 pp.

Claudi, R. y Mackie G.L. 1994. Practical manual for zebra mussel monitoring and control. Lewis Publishers. Londres. 227 pp

Chase ME, Bailey R.C. 1996. Recruitment of *Dreissena polymorpha*: Does the presence and density of conspecifics determine the recruitment density and pattern in a population? *Malacologia* 38: 19-31.

Comfort, A. 1957. The duration of life in molluscs. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 2: 219-241.

Darrigran, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biologic Invasions* 4: 145-156. España. GEIB, Serie Técnica N.2. Pp.: 116.

Darrigran G, Damborenea C, Penchaszadeh P, Taraborelli C. 2003. Adjustments of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) after ten years of invasion in the Americas. *J Shellfish Res* 22: 141-146.

Dorgelo J. 1993. Growth and population structure of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in dutch lakes differing in trophic state. Chapter 4. In: Nalepa TF, Schloesser DW (eds) *Zebra mussels: Biology, impacts, and control*. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, FLA., pp 79-94.

Estudios censales de peces en los embalses de Albina, Urrúnaga y Ullibarri de la cuenca del Ebro para la futura incorporación de este indicador biológico a la evaluación del potencial ecológico. TOMO 3. EMBALSE DE ULLIVARRI. 2009. Dirección (Confederación Hidrográfica del Ebro). 37 pp

Estudios censales de peces en los embalses de Albina, Urrúnaga y Ullibarri de la cuenca del Ebro para la futura incorporación de este indicador biológico a la evaluación del potencial ecológico. TOMO 3. EMBALSE DE Urrúnaga. 2009. Dirección (Confederación Hidrográfica del Ebro). 39 pp

F. Baraibar, 1908. Nombres vulgares de animales y plantas usados en Alava y no incluidos en el Diccionario de la Real Academia Española (décimotercera edición). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*

F. Puente, 1949. Las náyades o carrascollos del Zadorra. *Munibe* 67-70

Gillis, P.L., and G.L. Mackie. 1994. Impact of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, on populations of Unionidae (Bivalvia) in Lake St. Clair. *Can. B. Zool.* 72: 1269-1271.

Gómez I. Y Araujo R. 2008. Channels and ditches as the last shelter for freshwater mussels. The case of *M. auricularia* and other naiads at the mid Ebro River basin, Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 658-670.

Griffiths, R. W. 1993. Effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) on benthic fauna of Lake St. Clair. En: Nalepa, T. F. & Schloesser, D. W. (eds) *Zebra Mussel biology, impacts and control*. Lewis Publishers, Boca Raton, pp 415-438.

Haag, W.R., Berg, D.J., Garton, D.W., Farris, J.L., 1993. Reduced survival and fitness in native bivalves in response to fouling by the introduced zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in western Lake Erie. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50, 13-19.

- Hallac, D.E., Marsden, J.E. 2000.** Differences in tolerance to and recovery from zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) fouling by *Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata*. Can. J. Zool. 78, 161–166.
- Hebert, P.D.N., B.W. Muncaster, and G.L. Mackie. 1989.** Ecological and genetic studies on *Dreissena polymorpha* (Pallas): a new mollusc in the Great Lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1587-1591.
- Hebert, P.D.N., C.C. Wilson, M.H. Murdoch, and R. Lazar. 1991.** Demography and ecological impacts of the invading mollusk, *Dreissena polymorpha*. Can. J. Zool. 69: 405-409.
- Hills, J.M., Thomason, J. C. & Muhl, J. 1999:** Settlement of barnacle larvae is governed by Euclidean and not fractal surface characteristics. – Func. Ecol. 13: 868– 875.
- Hunter, R.D., and J.F. Bailey. 1992.** *Dreissena polymorpha* (zebra mussel): colonization of soft substrata and some effects on unionid bivalves. Nautilus, 106: 68-67.
- Karatayev, A.Y, Burlakova LE, Padilla DK. 1998a.** Physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* (Pall.). J Shellfish Res 17: 1219-1235.
- Karatayev, A.Y, Tishchikov G.M.1979.** Effect of heated water of thermal power plant on the growth of *Dreissena polymorpha* Pallas. Vestn Belorus Univer Ser 2: 39-43.
- Karatayev, A.Y.1983.** Ecology of *Dreissena polymorpha* Pallas and its effects on macrozoobenthos of a thermal power plant cooling reservoir. Candidate Dissertation, Zoology Institute of Academy of Science Belarusian SSR, Minsk, Belarus. 153 pp.
- Karatayev AY, Tishchikov, G.M.1983.** Relationship between *Dreissena polymorpha* Pallas and Unionidae in lake ecosystems. Biological principles of use, reconstruction and conservation of the animal world of Belarus: Abstracts of the 5th Zoological Conference. December 20-21 1983, Minsk, Belarus. pp 10-11.
- Kobak, J .2001.** Light, gravity and conspecifics as cues to site selection and attachment behaviour of juvenile and adult *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771. J Moll Stud 67: 183-189.
- Kuchina, E.S. 1964.** Distribution of the mollusk *Dreissena polymorpha* Pallas in the Northern Dvina River. In B.K. Shtegman [ed.] Biology and control of *Dreissena*. Trudy Inst. Biol. Vnutr. Vod Akad. Nauk. SSSR, 7: 25-31.
- Lewandowski, K. 1976.** Unionidae as substratum for *Dreissena polymorpha*. Pol. Arch. Hydrobiol. 23: 409-420.
- Lewandowski, K. 1982b.** The role of early developmental stages in the dynamics of *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia) populations in lakes. II. Settling of larvae and the dynamics of numbers of settled individuals. Ekol Pol 30: 223-286.
- L'vova AA, Makarova GE, Alimov AF, Karatayev AY, Miroshnichenko MP, Zakutskiy VP, Nekrasova MN (1994b)** Growth and production. In: Starobogatov YI (ed.) Freshwater Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae). Systematics, ecology, and practical meaning. Nauka Press, Moscow, pp 156-179.
- Lyakhnovich, V.P., Karatayev, A.Y., Lyakhov, S.M., Andreev, N.I., Andreeva, S.I., Afanasiev, S.A., Dyga, A.K., Zakutskiy, V.P., Zolotareva, V.I., L'vova, A.A., Nekrasova, M.Y., Osadchikh, V.F., Pligin. Y.V.**

- Protasov, A.A. y Tishchikov GM. 1994.** Habitation conditions. In: Starobogatov YI (ed.) Freshwater zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae). Systematics, ecology, practical meaning. Nauka Press, Moscow, pp 109-119.
- Mackie, G.L. 1991.** Biology of the exotic zebra mussel *Dreissena polymorpha* in relation to native bivalves and its potential impact in Lake St Clair. In M. Munawar & T. Edsall (Eds) Environmental assessment and habitat evaluation of the upper Great Lakes connecting channels. Hydrobiologia 219: 251-268.
- Mackie, G. L. 1999.** Some facts about zebra mussel and quagga mussels. In: Zebra mussel biofouling control in cottage and other small volume water systems. The Georgian Bay Association, Toronto, Ontario, 22 pp.
- Madeira, M.J., Araujo, R. & Ayala, I. 2006.** Estatus y distribución de las poblaciones de náyades (bivalvos dulceacuícolas) en el Territorio Histórico de Álava. 100pp. Gobierno Vasco.
- Madeira, M.J., Araujo, R. & Ayala, I. 2007.** Localización, distribución y seguimiento de las poblaciones de náyades (bivalvos dulceacuícolas) en el Territorio Histórico de Álava. Año 2007 66 pp. Diputación Foral de Álava. Informe inédito.
- Madeira, M.J., Araujo, R. & Ayala, I. 2009.** Localización, distribución y seguimiento de las poblaciones de náyades (bivalvos dulceacuícolas) en el Territorio Histórico de Álava. AÑO 2009 55 pp. Diputación Foral de Álava. Informe inédito.
- Madeira, M.J., Ayala, I., Razkin., O., Gómez-Moliner, B. 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016.** Evaluación del impacto causado por el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las poblaciones de bivalvos autóctonos en el Sistema de Embalses del Zadorra. Informes inéditos. http://www.uragentzia.euskadi.eus/u81-0003271/es/contenidos/informacion/invasoras_mejillon_cebra_2014/es_def/index.shtml#2206
- Maguire, C.M. 2002.** The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* in the Erne system: Invasion, Population Dynamics and Early Ecological Impacts. PhD thesis. Queens University Belfast.
- Marsden, JE, Lansky DM. 2000.** Substrate selection by settling zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, relative to material, texture, orientation, and sunlight. Can J Zool 78: 787-793
- McMahon, R.F. 1996.** The physiological ecology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe. Am Zool 36: 339-363.
- Nalepa, T.F., Hartson, D.J., Gostenik, G.W., Fanslow, D.L., Lang, G.A. 1996.** Changes in the freshwater mussel community of Lake St. Clair from Unionidae to *Dreissena polymorpha* in eight years. J. Great Lakes Res. 22, 354-369.
- Negus, C. L., 1966.** A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the river Thames at Reading. J. anim. Ecol. 35: 513-532.
- Neumann D, Borcharding J, Jantz B. 1993.** Growth and seasonal reproduction of *Dreissena polymorpha* in the Rhine River and adjacent waters. Chapter 5. In: Nalepa TF, Schloesser DW (eds) Zebra Mussels: Biology, impacts and control. Lewis Publishers, Boca Raton, FLA., pp 95-109.
- Nichols SJ. 1996.** Variations in the reproductive cycle of *Dreissena polymorpha* in Europe, Russia, and North America. Am Zool 36: 311-325.

Nichols, S.J., Wilcox, D.A. 1997. Burrowing saves Lake Erie clams. *Nature* 389, 921.

Nichols, S.J., Amberg, J. 1999. Co-existence of zebra mussels and freshwater unionids: population dynamics of *Leptodea fragilis* in a coastal wetland infested with zebra mussels. *Can. J. Zool.* 77, 423–432

Oliver R. L., Ganf G.C. 2002. The ecology of Cyanobacteria. Whitton y Potts (eds). Kluwer. Nueva York

Oliver R. L., Ganf G.C. 2002. Freshwater blooms, [in:] The ecology of cyanobacteria. Their diversity in time and in space, B.A. Whitton & M. Potts (eds.), Kluwer Acad. Publ., New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 149–194.

Parker, B. C., M. A. Patterson, and R. J. Neves. 1998. Feeding interactions between native freshwater mussels (*Bivalvia*: Unionidae) and zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) in the Ohio River. *Am. Malacol. Bull.* 14: 173–179.

Reynolds, C.S. 2006. The Ecology of Phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation). Cambridge University Press. Cambridge.

Ricciardi, A. 1994. Infestation and impacts of *Dreissena* on native unionids in the Upper St. Lawrence River. In Abstracts of the Fourth International Zebra Mussel Conference, Madison, Wis., March 7-10, 1994. University of Wisconsin Sea Grant Institute.

Ricciardi, A., F. G. Whoriskey, and J. B. Rasmussen. 1995. Predicting the intensity and impact of *Dreissena* infestation on native unionid bivalves from *Dreissena* field density. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1449–1461.

Ricciardi, A., Whoriskey, F.G., Rasmussen, J.B. 1996. Impact of the *Dreissena* invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53, 1434–1444.

Ricciardi, A., Neves R.J. Y Rasmunssen J.B. 1998. Impending extinctions of NorthAmerican freshwaters mussels (Unionida) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology*, 67: 613- 619.

Sebestyen, O. 1938. Colonization of two new fauna-elements of Pontus-origin (*Dreissena pslymorpha* Pall. and *Corophium curvispinum* G.O. Sars jorma devium Wundsch) in Lake Balaton. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 8: 169-182.

Schloesser, D.W., Metcalfe-smith, J.L., Kovalak,W.P., Longton, G.D., Smithee, R.D. 2006. Extirpation of freshwater mussels (*Bivalvia*: Unionidae) following the invasion of dreissenid mussels in an interconnecting river of the Laurentian Great Lakes. *Am. Midl. Nat.* 155, 307–320.

Sehloesser, D. W., and W. KOVALAK. 1991. Infestation of unionids by *Dreissena polymorpha* in a power plant canal in Lake Erie. *J. Shellfish Res.* 10: 355-359.

Schloesser, D.W., Nalepa, T.F. 1994. Dramatic decline of unionid bivalves in offshore waters of western Lake Erie after infestation by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51, 2234–2242.

Schloesser, D.W., Nalepa, T.F.,Mackie, G.L. 1996. Zebra mussel infestation of unionid bivalves (Unionidae) in North America. *Am. Zool.* 36, 300–310.

Schloesser, D.W., Smithee, R.D., Longton, G.D., Kovalak,W.P,1997. Zebra mussel induced mortality of unionids in firm substrata of western Lake Erie and a habitat for survival. *Am. Malacol. Bull.* 14, 67–74.

- Schloesser, D.W., Kovalak, W.P., Longton, G.D., Ohnesorg, K.L., Smithee, R.D., 1998.** Impact of zebra and quagga mussels (*Dreissena* spp.) on freshwater unionids (Bivalvia: Unionidae) in the Detroit River of the Great Lakes. *Am. Midl. Nat.* 140, 299–313.
- Schloesser, D. W. and E. C. Masteller. 1999.** Mortality of unionid bivalves (Mollusca) associated with dreissenid mussels (*Dreissena polymorpha* and *D. bugensis*) in Presque Isle Bay, Lake Erie. *Northeastern Nat.* 6: 341–352.
- Strayer D.L., Caraco N.F., Cole J.J., Findlay S. Y Pacem.L. 1999.** Transformation of freshwater ecosystem by bivalves. *BioScience*, 49: 19-27.
- Strayer DL (1999).** Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *J North Am Benth Soc* 18: 74-98.
- Strayer, D. L. and H. M. Malcom. 2007.** Effects of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on native bivalves: The beginning of the end or the end of the beginning? *J. N. Am. Benthol. Soc.* 26: 111–122.
- Smit H, Bij de Vaate A, Fioole A. 1992.** Shell growth of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha* (Pallas)) in relation to selected physico-chemical parameters in the lower Rhine and some associated lakes. *Arch Hydrobiol* 124: 257-280.
- Sprung, M. 1992.** Observation on shell growth and mortality of *Dreissena polymorpha* in lakes. In: Neumann D, Jenner HA (eds) *The Zebra Mussel Dreissena polymorpha: Ecology, biological monitoring and first applications in the water quality management*. Gustav Fischer, Stuttgart, *Limnologie aktuell* 4: 19-28.
- Sprung, M. 1995a.** Physiological energetics of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* in lakes I. Growth and reproductive effort. *Hydrobiologia* 304: 117-132.
- Sousa, R., F. Pilotto, and D. C. Aldridge. 2011.** Fouling of European freshwater bivalves (Unionidae) by the invasive zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Freshwat. Biol.* 56: 867–876.
- Toomey, M. B., McCabe, D. & Marsden, J. E. 2002:** Factors affecting the movement of adult zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). – *J. N. Amer. Benthol. Soc.* 21: 468–475.
- Tucker, J.K. 1994.** Colonization of unionid bivalves by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in pool 26 of the Mississippi River. *J. Freshwater Ecol.* 8: 129-134.
- Vaughn C.C., Nichols S.J. Y Spooner D.E. 2008.** Community and foodweb of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society*, 27: 409-423.
- WAGNER, H. 1936.** Die Wandermuschel (*Dreissensia*) erobert den Platten-See. *Nat. Volk*, 66: 37-41.
- Van der Velde G, Rajagopal S, Bij de Vaate A. 2010.** From zebra mussels to quagga mussels: an introduction to the Dreissenidae. Chapter 1. In: Van der Velde G, Rajagopal S, Bij de Vaate A (eds) *The zebra mussel in Europe*. Backhuys Publishers, Leiden/Margraf Publishers, Weikersheim, pp 1-10.
- Watters, G.T. 2000.** Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations. *Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium*: 261-274
- Wainman B.C, Hincks SS, Kaushik N.K, Mackie G.L. 1996.** Biofilm and substrate preference in the dreissenid

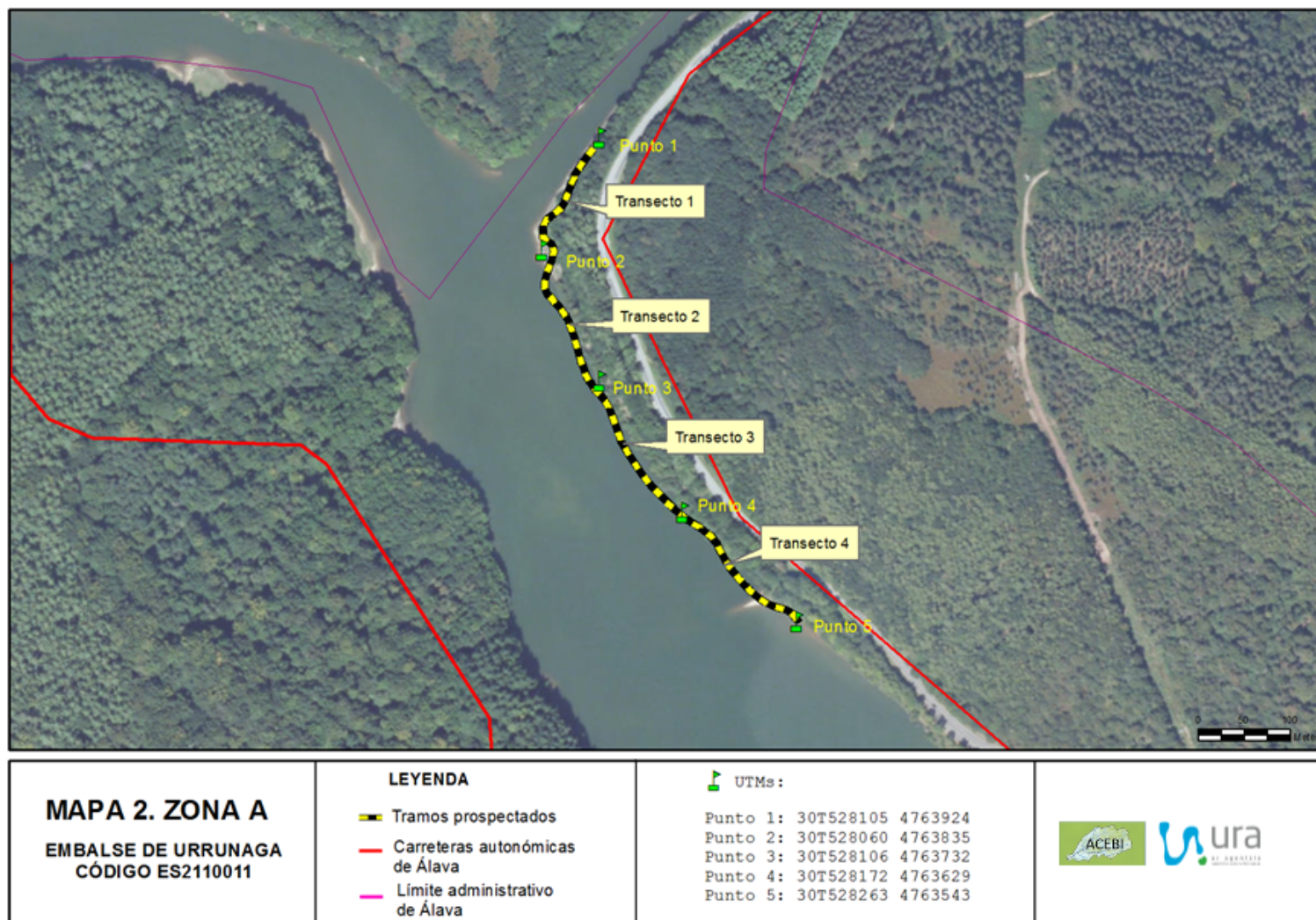
larvae of Lake Erie. Can J Fish Aquat Sci 53: 134-140.

Wiktor, J. 1963. Research on the ecology of *Dreissena polymorpha* Pall. in the Szczecin Lagoon (Zalew Szczecinski). Ekol. Pol. Ser. A, 11: 275-280.

Wolff, W.J. 1969. The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. 11. The Dreissenidae. Basteria, 33: 93-103.

Zhadin, V.I., and S.V. Gerd. 1961. Fauna ad flora of the rivers, lakes and reservoirs of the U.S.S.R. (Translated by A. Mercado, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1963.

ANEXO I





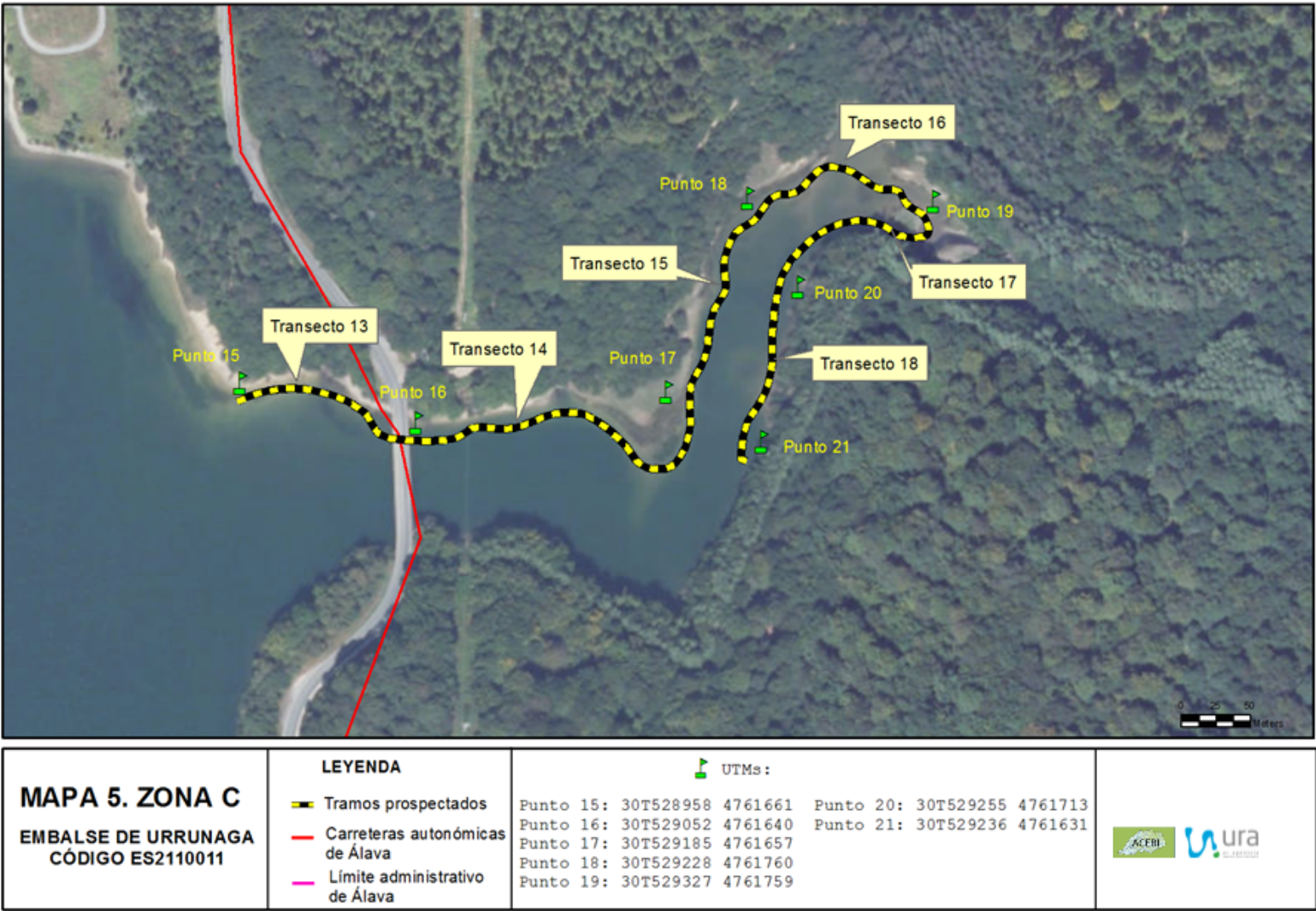
**MAPA 3. ZONA B
(B1 y B2)**
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:

Punto 6: 30T528797 4762728	Punto 11: 30T528833 4762210
Punto 7: 30T528806 4762612	Punto 12: 30T528916 4762186
Punto 8: 30T528809 4762496	Punto 13: 30T528926 4762220
Punto 9: 30T528784 4762403	Punto 14: 30T528988 4762187
Punto 10: 30T528774 4762296	





MAPA 6. ZONA E
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

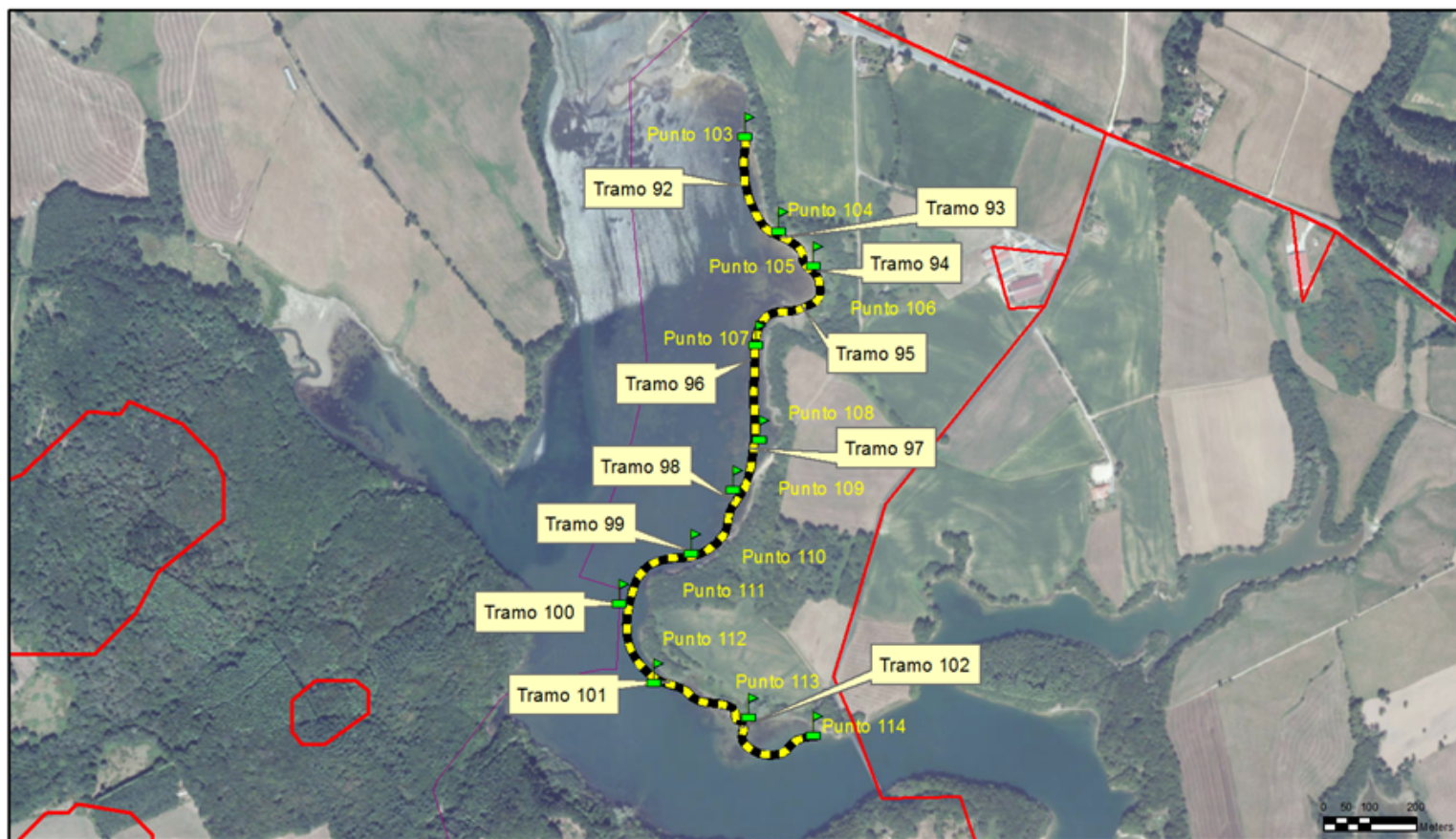
LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:

Punto 31:30T526467 4757468
 Punto 32:30T526382 4757529
 Punto 33:30T526348 4757643
 Punto 34:30T526274 4757755
 Punto 35:30T526334 4757833





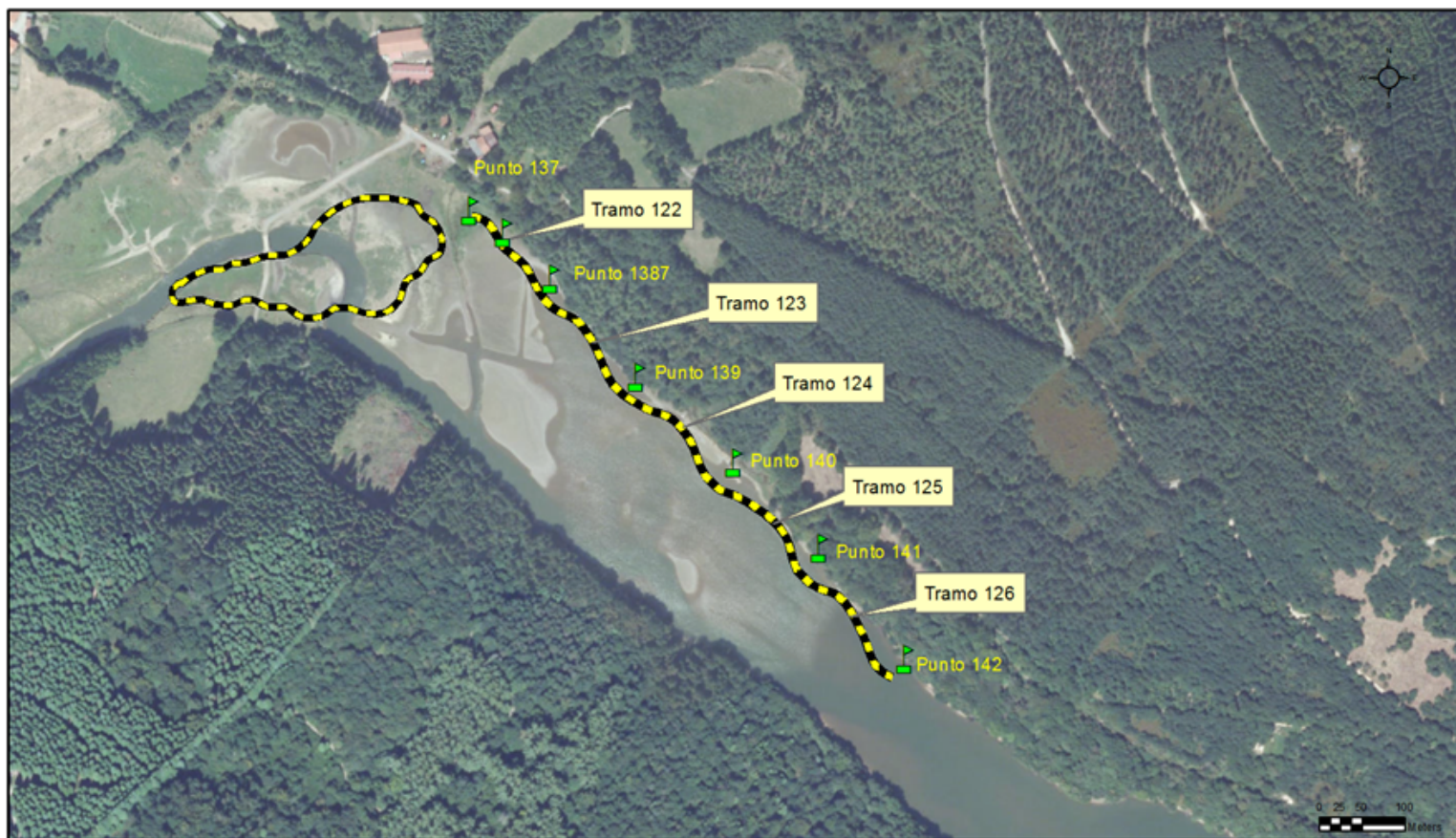
MAPA 8. ZONA L
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:

Punto 103: 30T526327 4759625	Punto 104: 30T526345 4759507
Punto 105: 30T526420 4759452	Punto 106: 30T526449 4759363
Punto 107: 30T526357 4759318	Punto 108: 30T526353 4759195
Punto 109: 30T526339 4759083	Punto 110: 30T526286 4758981
Punto 111: 30T526190 4758927	Punto 112: 30T526159 4758845
Punto 113: 30T526271 4758745	Punto 114: 30T526401 4758708



MAPA 9. ZONA P EMBALSE DE URRUNAGA CÓDIGO ES2110011	LEYENDA  Tramos prospectados  Carreteras autonómicas de Álava  Límite administrativo de Álava	 UTM's: <table><tr><td>Punto 137: 30T527160 4764561</td><td>Punto 138: 30T527229 4764492</td></tr><tr><td>Punto 139: 30T527299 4764406</td><td>Punto 140: 30T527376 4764330</td></tr><tr><td>Punto 141: 30T527449 4764253</td><td>Punto 142: 30T527522 4764168</td></tr></table>	Punto 137: 30T527160 4764561	Punto 138: 30T527229 4764492	Punto 139: 30T527299 4764406	Punto 140: 30T527376 4764330	Punto 141: 30T527449 4764253	Punto 142: 30T527522 4764168	
Punto 137: 30T527160 4764561	Punto 138: 30T527229 4764492								
Punto 139: 30T527299 4764406	Punto 140: 30T527376 4764330								
Punto 141: 30T527449 4764253	Punto 142: 30T527522 4764168								



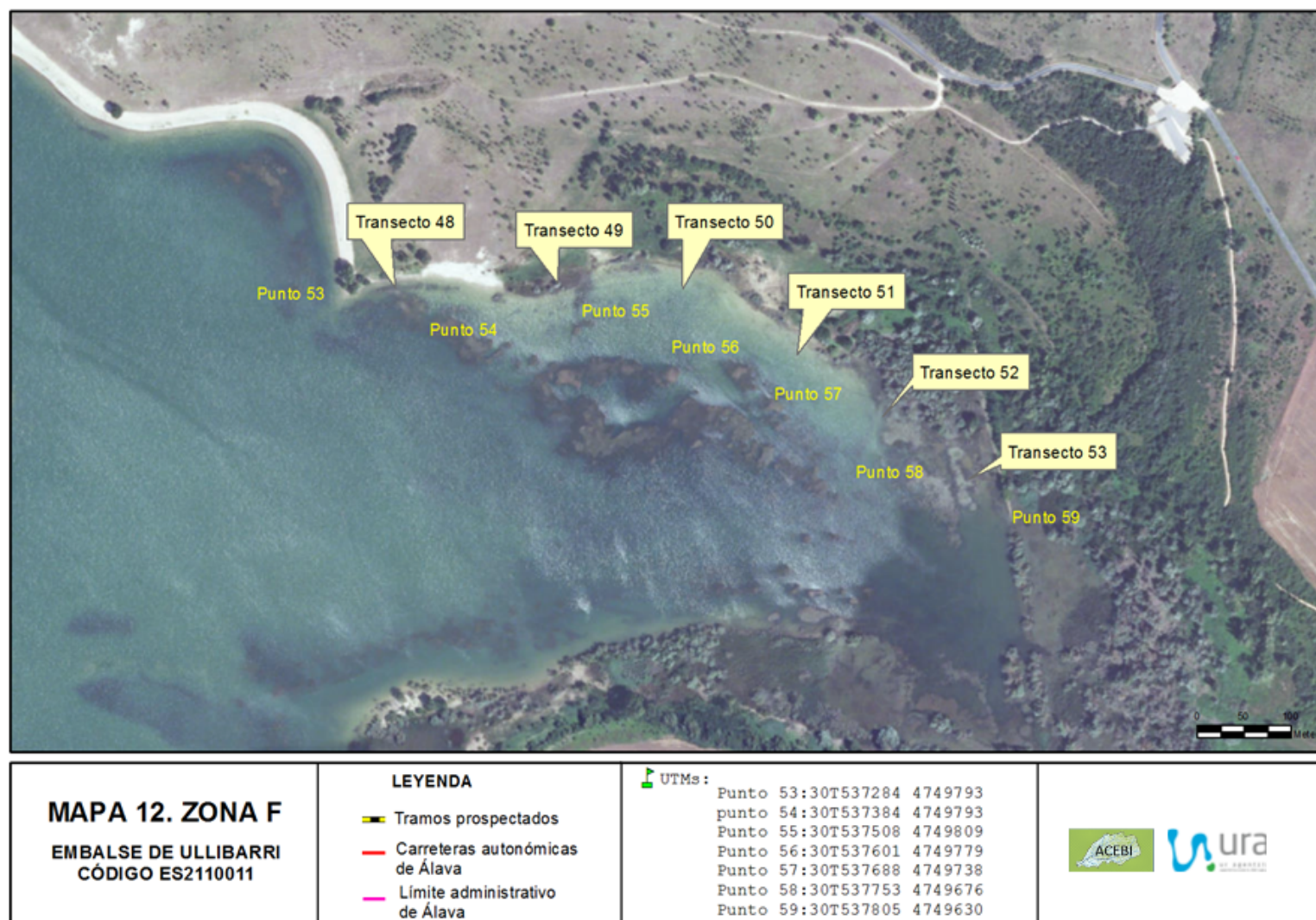
MAPA 10. ZONA Q
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

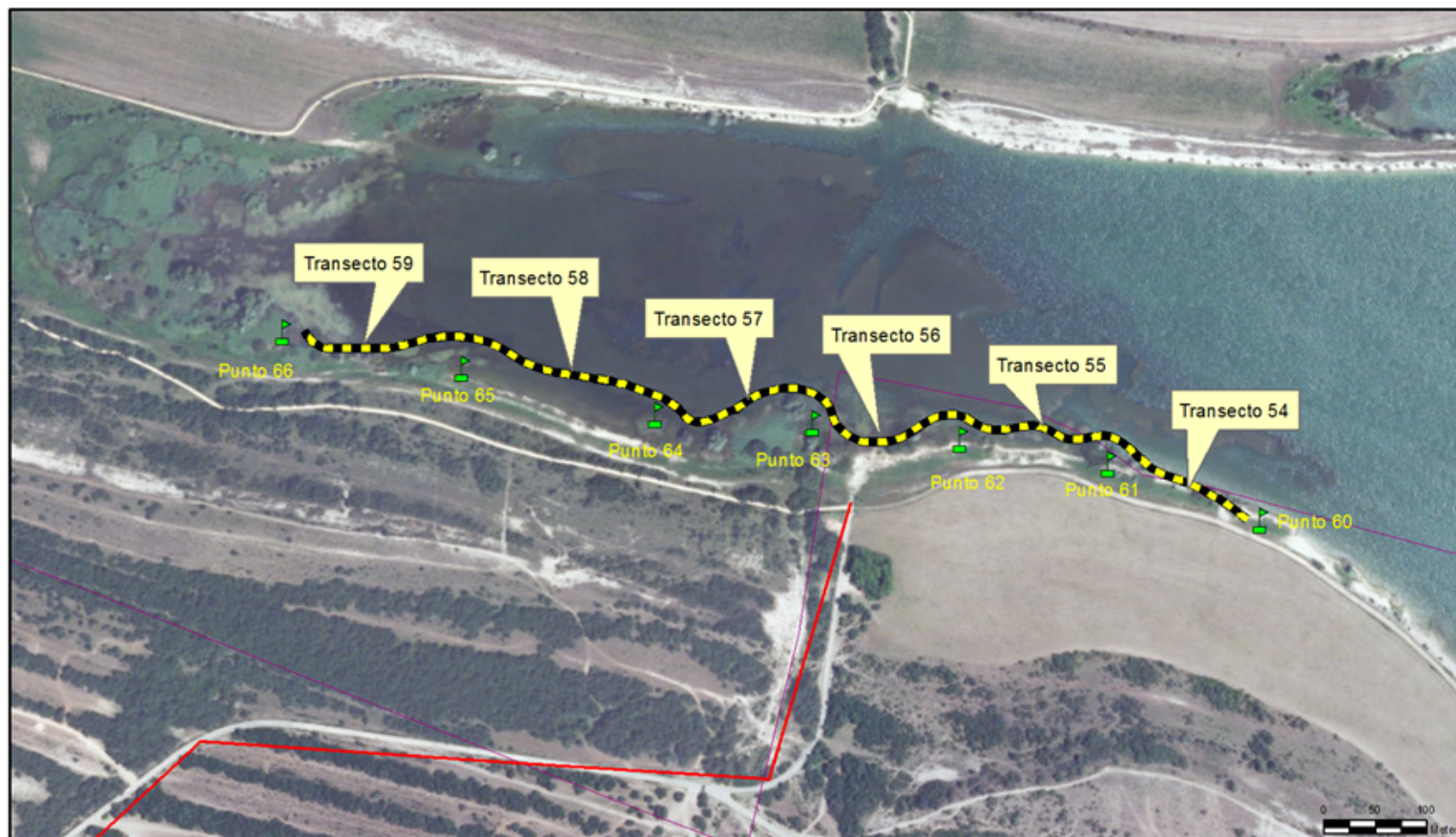
LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs :

Punto 143 30T528275 4763535
Punto 145 30T528427 4763416
Punto 144 30T528350 4763468
Punto 146 30T528518 4763349



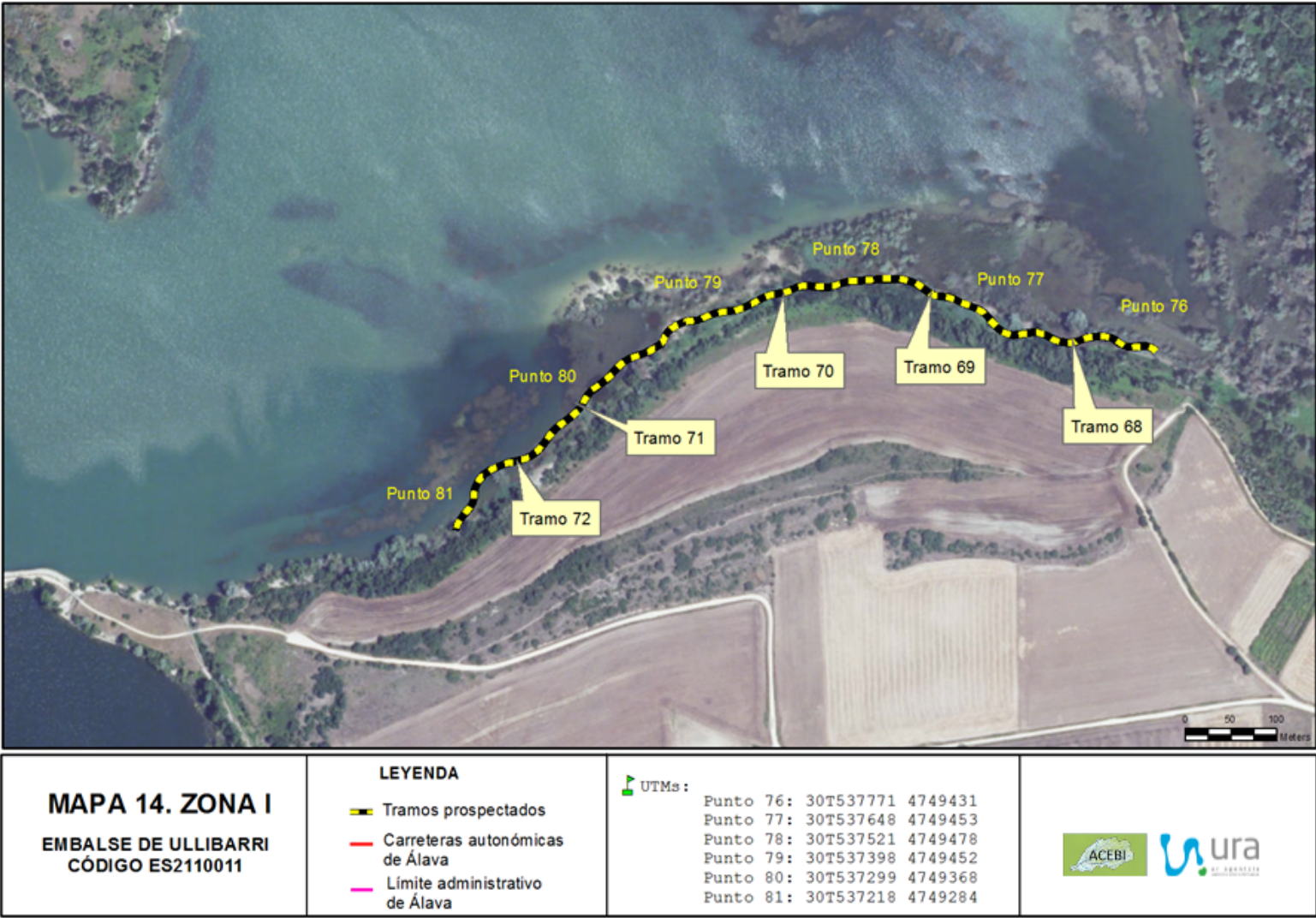


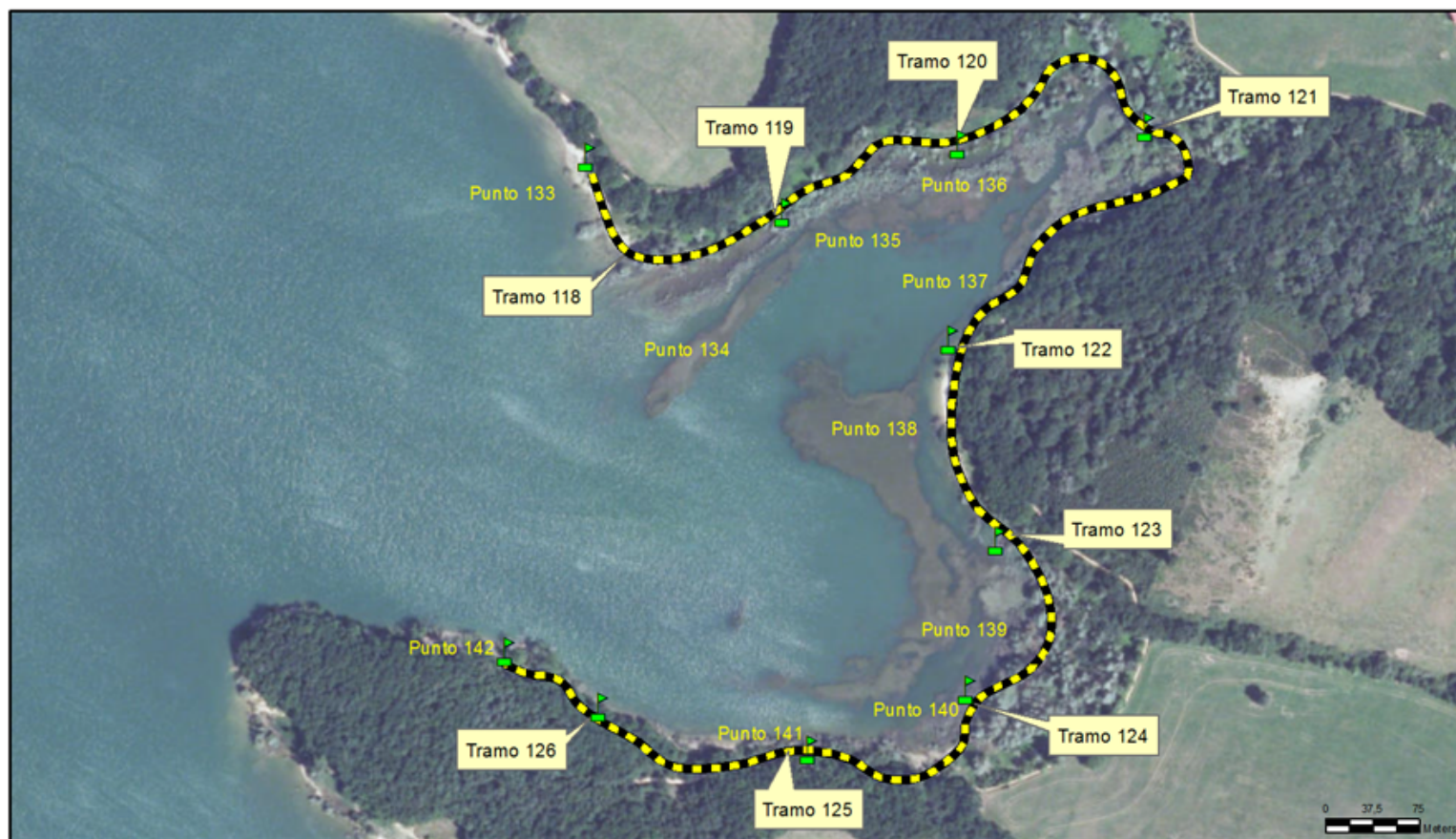
MAPA 13. ZONA G
EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:	Punto 60:	30T536143	4749523
	Punto 61:	30T536035	4749562
	Punto 62:	30T535930	4749579
	Punto 63:	30T535826	4749590
	Punto 64:	30T535714	4749595
	Punto 65:	30T535577	4749627
	Punto 66:	30T535450	4749652





MAPA 15. ZONA P
EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs :

Punto 133	30T536491	4752736	Punto 138	30T536706	4752600
Punto 134	30T536558	4752659	Punto 139	30T536757	4752484
Punto 135	30T536658	4752726	Punto 141	30T536566	4752414
Punto 136	30T536755	4752749	Punto 142	30T536463	4752468
Punto 137	30T536748	4752688			





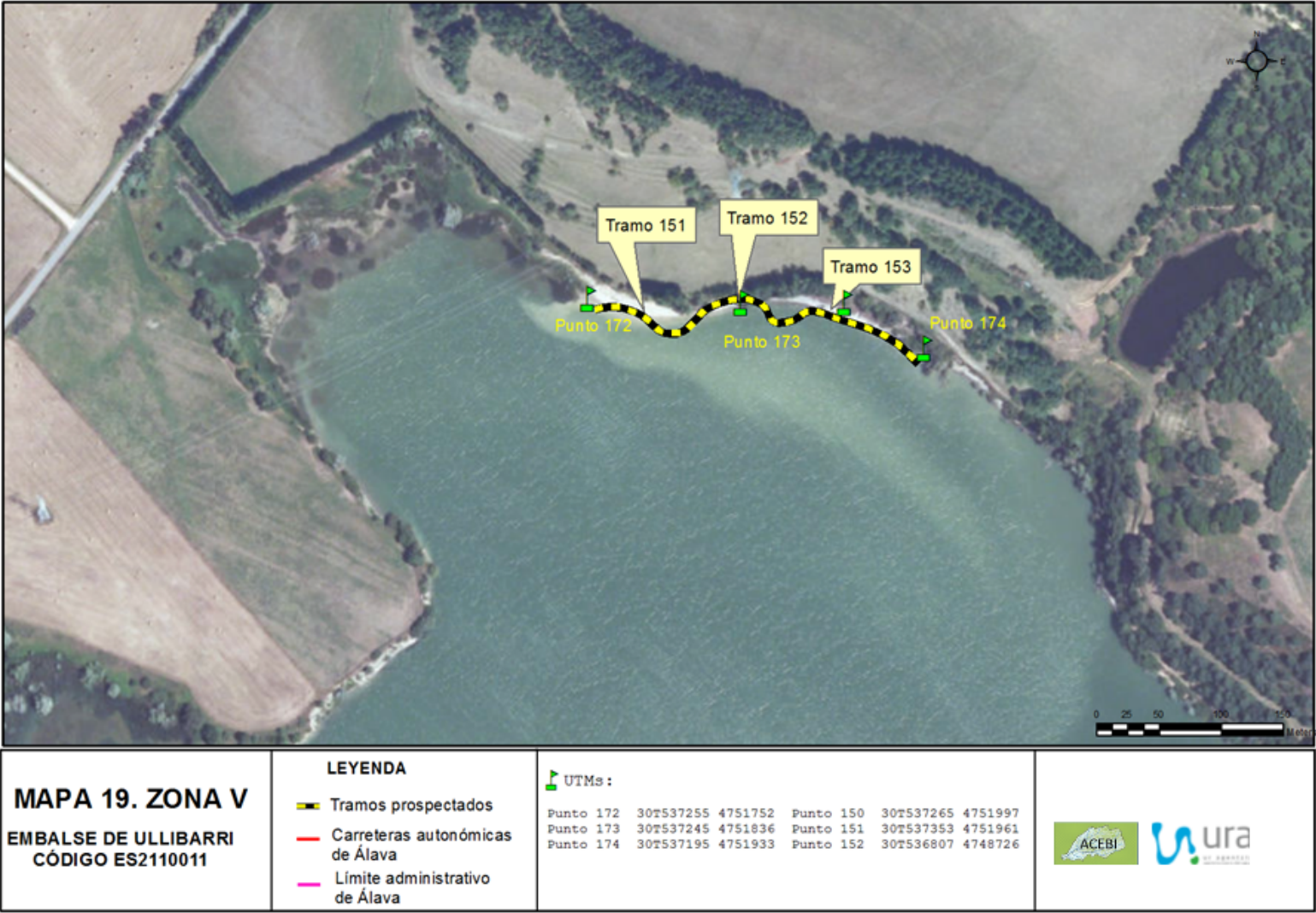
MAPA 18. ZONA U
EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:

Punto 76: 30T537771 4749431 Punto 81: 30T537218 4749284
 Punto 77: 30T537648 4749453 Punto 80: 30T537299 4749368
 Punto 78: 30T537521 4749478





MAPA 20. ZONA W
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

- Tramos prospectados
- Carreteras autonómicas de Álava
- Límite administrativo de Álava

UTMs:

Punto 175	30T537092	4751557
Punto 176	30T537107	4751701
Punto 177	30T537040	4751639