



**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: 30-12-2019

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. 2019

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
4.1.2 Seguimiento de la población de náyades.....	14
4.2 Embalse de Urrúnaga: Zona B	19
4.2.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	20
4.2.2 Seguimiento de la población de náyades.....	20
4.3 Embalse de Urrúnaga: Zona C.....	23
4.3.1 Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	24
4.3.2 Seguimiento de la población de náyades.....	14

4.4	Embalse de Urrúnaga: Zona E.....	29
4.4.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	29
4.4.2	Seguimiento de la población de náyades.....	30
4.5	Embalse de Urrúnaga: Zona H.....	34
4.6	Embalse de Urrúnaga: Zona L.....	35
4.6.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	35
4.6.2	Seguimiento de la población de náyades.....	36
4.7	Embalse de Urrúnaga: Zona P.....	40
4.7.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	40
4.7.2	Seguimiento de la población de náyades.....	14
4.8	Embalse de Urrúnaga: Zona Q	45
4.8.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	45
4.8.2	Seguimiento de la población de náyades.....	14
5.	Resultados obtenidos en el seguimiento del Embalse de Ullívarri-Gamboa.....	49
5.1	Embalse de Ullívarri: Zona F	53
5.1.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	53
5.1.2	Seguimiento de la población de náyades.....	54
5.2	Embalse de Ullívarri: Zona G.....	59
5.2.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	59
5.2.2	Seguimiento de la población de náyades.....	60
5.3	Embalse de Ullívarri: Zona I	65
5.3.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	65
5.3.2	Seguimiento de la población de náyades.....	66
5.4	Embalse de Ullívarri: Zona Q.....	70
5.4.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	70
5.4.2	Seguimiento de la población de náyades.....	71

5.5	Embalse de Ullívarri: Zona R.....	75
5.5.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	75
5.5.2	Seguimiento de la población de náyades.....	76
5.6	Embalse de Ullívarri: Zona U.....	82
5.7	Embalse de Ullívarri: Zona V.....	83
5.7.1	Grado de colonización de <i>Dreissena polymorpha</i>	83
5.7.2	Seguimiento de la población de náyades.....	84
6.	Discusión.....	89
6.1.	Situación y Conservación de las Poblaciones de Náyades del Sistema de Embalses del Río Zadorra	89
6.2.	Afección del Mejillón cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>) sobre las Poblaciones de Náyades.....	97
6.2.1	Embalse de Ullívarri-Gamboa.....	99
6.2.1.1.	Grado de fijación anual sobre las poblaciones de náyades.....	101
6.2.2	Embalse de Urrúnaga.....	103
6.2.2.1	Grado de fijación anual sobre las poblaciones de náyades...	103
6.2.3	Frecuencias de tamaños de los ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> ...	106
6.2.4	Tendencia de la población del mejillón cebra en ambos humedales.....	109
6.3.	Evolución de las Poblaciones de Náyades.....	111
6.4.	Síntesis y Conclusiones Principales.....	120
7.	Bibliografía.....	131
8.	ANEXO I.....	139

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. 2019

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. _____	95
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. _____	96
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 2013-2019 en el embalse de Urrúnaga. _____	122
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 2013-2019 en el embalse de Ullívarri-Gamboa. _____	127

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. 2019

Figura 1	Número de náyades detectadas en la Zona A en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019 _____	15
Figura 2	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 2019 _____	17
Figura 3	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 2019 _____	18
Figura 4	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 _____	18
Figura 5	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 _____	18
Figura 6	Número de náyades detectadas en la Zona B2 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019 _____	21
Figura 7	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 9 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 9 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019 _____	22
Figura 8	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 9 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2. Año 2019 _____	23
Figura 9	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento. _____	23

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	23
Figura 11	Número de náyades detectadas en la Zona C en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019	26
Figura 12	Gráfico A: Número de ejemplares de <i>Dreissena polymorpha</i> adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 12 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 12 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	27
Figura 13	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 12 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C. Año 2019	28
Figura 14	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	28
Figura 15	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	28
Figura 16	Número de náyades detectadas en la Zona E en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016 y 2019	30
Figura 17	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 E. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	32
Figura 18	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 E. Año 2019	33
Figura 19	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	33
Figura 20	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	33
Figura 21	Número de náyades detectadas en la Zona L en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019	36
Figura 22	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 cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	38
Figura 23	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 L. Año 2019	39

Figura 24	Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	39
Figura 25	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	39
Figura 26	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 2019	42
Figura 27	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 2019	43
Figura 28	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	43
Figura 29	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	43
Figura 30	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 2019	47
Figura 31	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	48
Figura 32	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	48
Figura 33	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	48
Figura 34	Número de náyades detectadas en la Zona F en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019	55
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 2019	56
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 2019	57
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	57

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	57
Figura 39	Número de náyades detectadas en la Zona G en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019	60
Figura 40	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 cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	62
Figura 41	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 G. Año 2019	63
Figura 42	Número de mejillones cebra 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	63
Figura 43	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	63
Figura 44	Número de náyades detectadas en la Zona I en los muestreos realizados durante los años 2013, 2016 y 2019	66
Figura 45	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 cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	68
Figura 46	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 I. Año 2019	69
Figura 47	Número de mejillones cebra 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	69
Figura 48	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona I, a lo largo de los diferentes años de seguimiento	69
Figura 49	Número de náyades detectadas en la Zona Q en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016 y 2019	72
Figura 50	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 2019	73
Figura 51	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 2019	74

Figura 52	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	74
Figura 53	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	74
Figura 54	Número de náyades detectadas en la Zona R en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016 y 2019	77
Figura 55	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. Año 2019	78
Figura 56	Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de <i>Anodonta anatina</i> recapturados. Año 2019	79
Figura 57	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 R. Año 2019	80
Figura 58	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	80
Figura 59	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	81
Figura 60	Número de náyades detectadas en la Zona V en los muestreos realizados durante los años 2015, 2016 y 2019	85
Figura 61	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 2019	86
Figura 62	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 2019	87
Figura 63	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	87
Figura 64	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	87
Figura 65	Tendencias a largo plazo que pueden experimentar las poblaciones de mejillón cebra	110
Figura 66	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	111



Figura 67 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 _____ 111

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 2013-2019 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 ha podido comprobar que muchas de las poblaciones de los Embalses del Sistema del Zadorra 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. 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, 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 2019 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 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 2013-2018. 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.

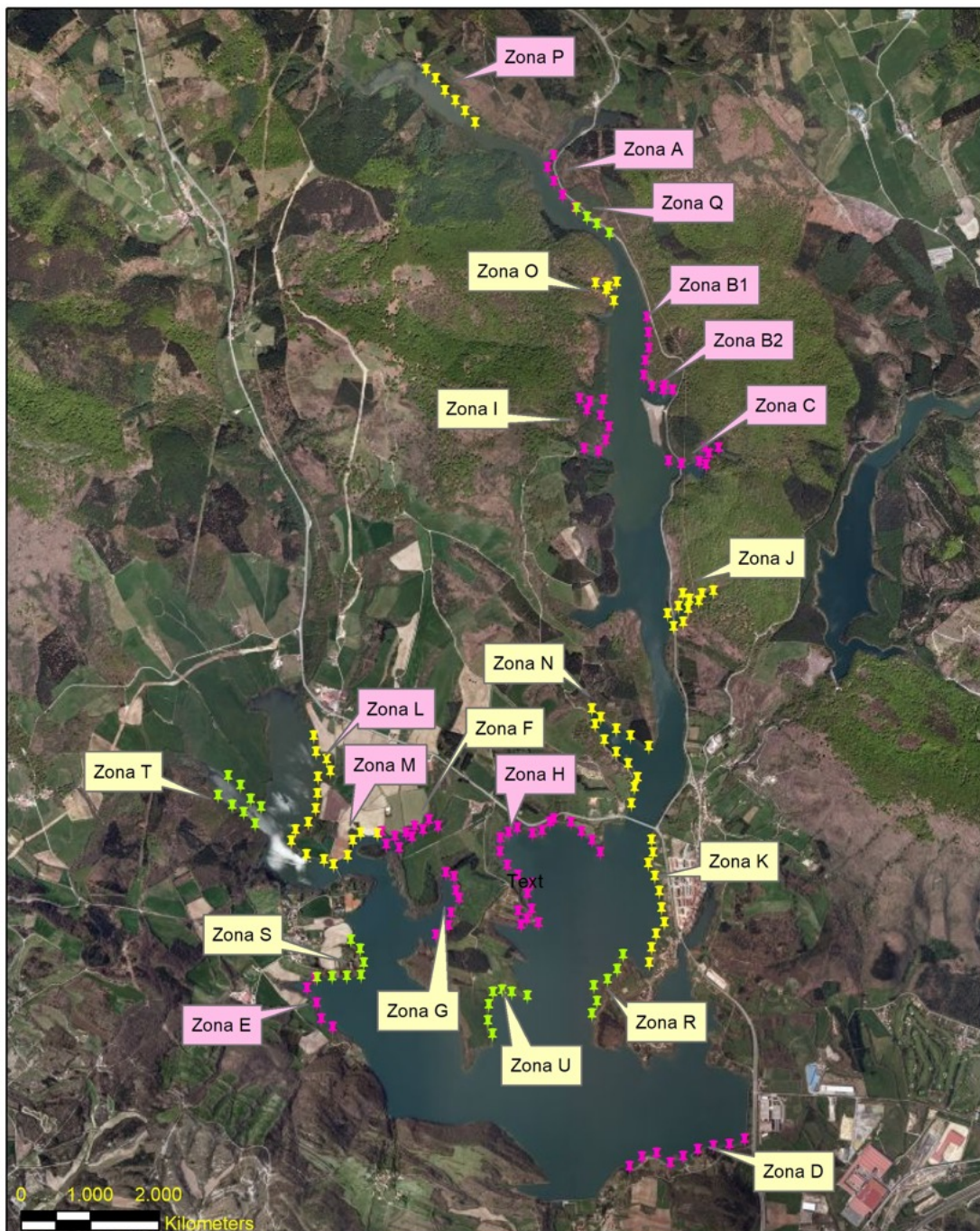


Imagen que muestra como se realiza el conteo y análisis de tallas de los mejillones recolectados

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

- | | |
|--|--|
| ✱ Zonas prospectadas durante el año 2012 | ✱ Zonas prospectadas durante el año 2014 |
| ✱ Zonas prospectadas durante el año 2013 | ✱ Zonas controladas durante el periodo 2015-2019 |

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 2). 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 en 2019 se muestran en las Figuras 2-4. Se han contabilizado un total de **3.945 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 de náyades marcadas. Estos resultados se traducen en una media de **197,2 mejillones/uniónido**. Estos datos muestran un descenso del grado de infestación con respecto a los datos obtenidos en la anterior campaña del 2018, cuando se produjo un aumento muy significativo en la densidad de mejillones cebra adheridos, alcanzando ese año la cifra más alta de infestación medida en esta colonia. Los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento 2013-2019 muestran oscilaciones significativas en la fijación de *D. polymorpha* en esta zona (10,5, 171,5, 10,8, 26,4, 112,4, 320,5 y 197,2 mejillones/uniónido, respectivamente). En 2014 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 hasta alcanzar los valores de afección detectados inicialmente (2013). En el año 2017 se volvió a observar un incremento destacado en la densidad de mejillones cebra sobre esta colonia, que en 2018 triplicó su valor, llegando a alcanzar una media de 320,5 mejillones/uniónido.

En 2019 los valores de afección han vuelto a disminuir, sin embargo, a pesar de presentar un menor grado de afección, los valores siguen muy por encima del ratio de 100 mejillones/uniónido, umbral a partir del cual la fijación de dreissenidos se puede considerar letal para una náyade. Destacar que, durante esta campaña, una de las anodontas recapturadas presentaba 524 mejillones adheridos, el mayor índice detectado en este punto, hasta el momento.

El tamaño predominante de los mejillones recolectados es ≤ 5 mm. que caracteriza al 55,3% (2.181 individuos) de los mejillones recolectados en esta población, seguido de un 31,9% de individuos (1.261 mejillones) con tamaños comprendido entre 0,5-1 cm (Figura 3). 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.

En las Figuras 4-5 se observa la dinámica 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, durante el resto de campañas de seguimiento ésta 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 (Talla 0,5-1 cm; 50,5%), observando

también un aumento significativo, en comparación con el resto de campañas, de los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm; 13,5%). 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 campañas de seguimiento posteriores.

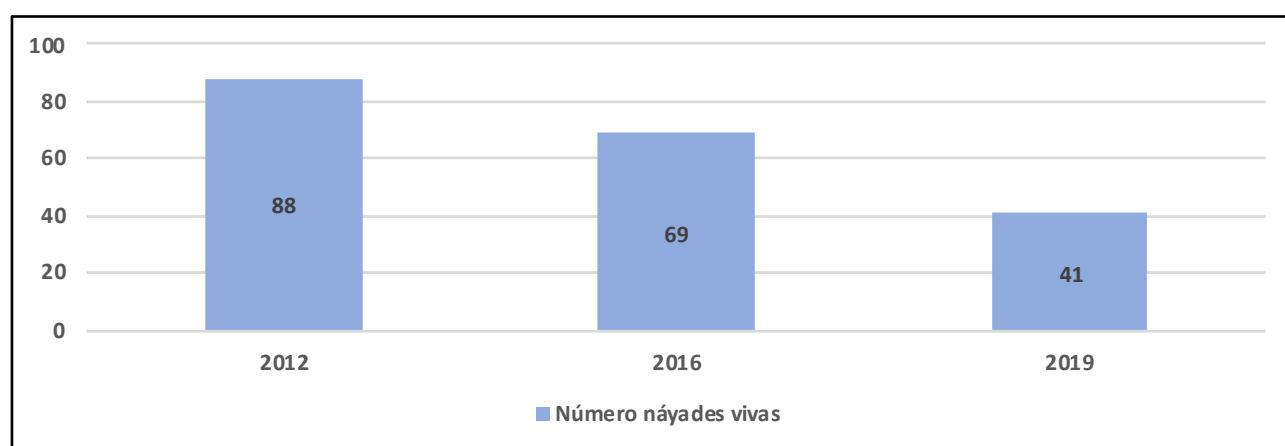


Imágenes que muestran el descenso en la cota de nivel de agua en la Zona A durante el 2019 y la afección que sufren las náyades en este punto por parte de la especie *Dreissena polymorpha*.

4.1.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 2)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 1).

Figura 1 Número de náyades detectadas en la Zona A en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019.



En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 88 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 69 individuos en la réplica de muestreos efectuada durante el 2016. Se estimó una pérdida del 22% de la población de náyades a lo largo de estos cuatro años, un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras poblaciones. Durante los muestreos del 2019 se han contabilizado 41 individuos vivos (27 marcados en alguna de las campañas previas y 14 sin marcar previamente). Se han detectado 9 ejemplares muertos a lo largo del recorrido. Estos datos arrojan una pérdida del 53,4% de los efectivos de esta colonia. Aunque hasta el 2017 esta zona era una de las que presentaba un menor índice de fijación, a partir de este año y hasta el 2019, se ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar los 320,5 mejillones/uniónido en el 2018. La afección sufrida por esta población en los últimos tres años podría explicar la disminución en el número de ejemplares detectada en 2019.

Figura 2 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 2019.

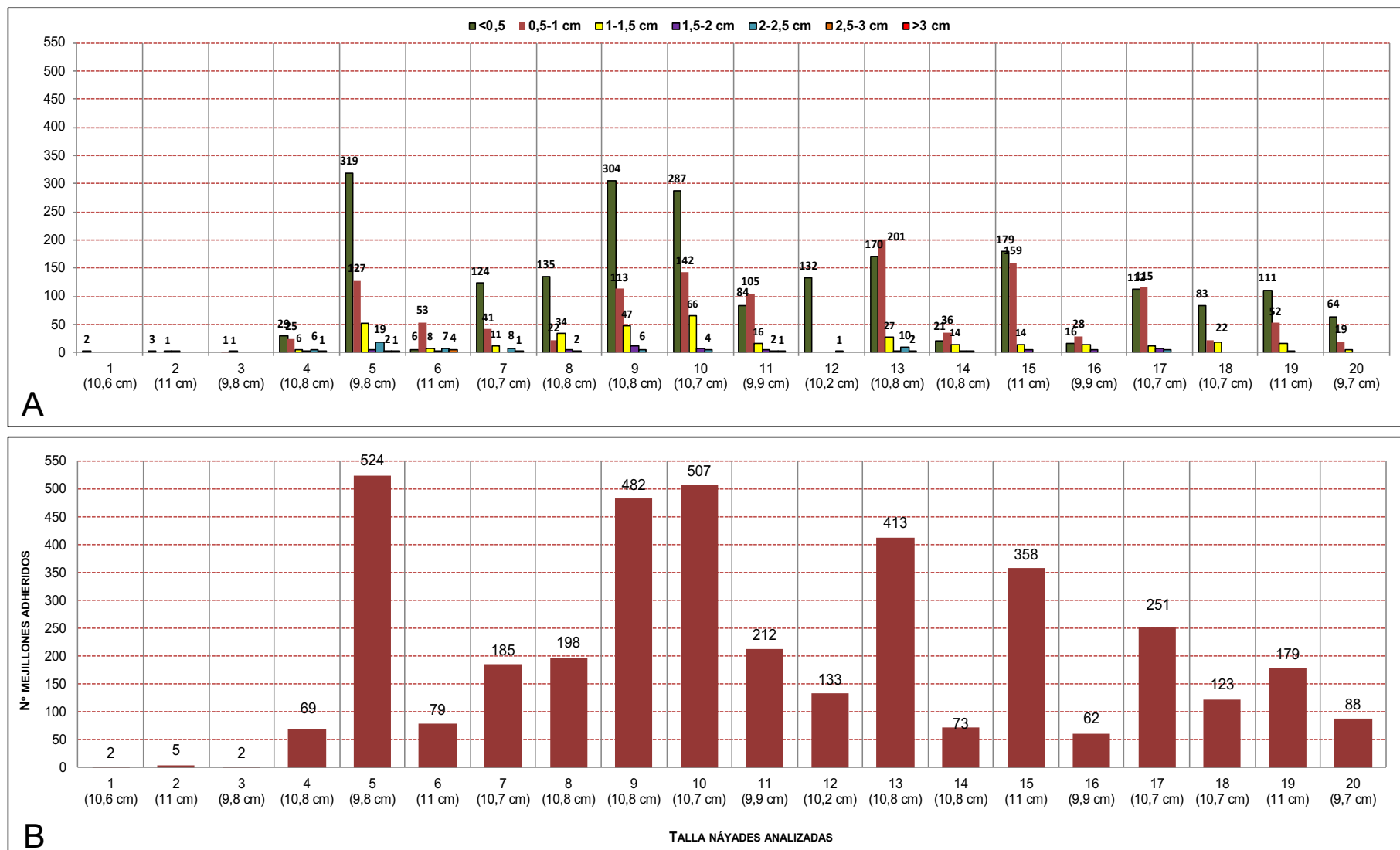


Figura 3 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Año 2019.

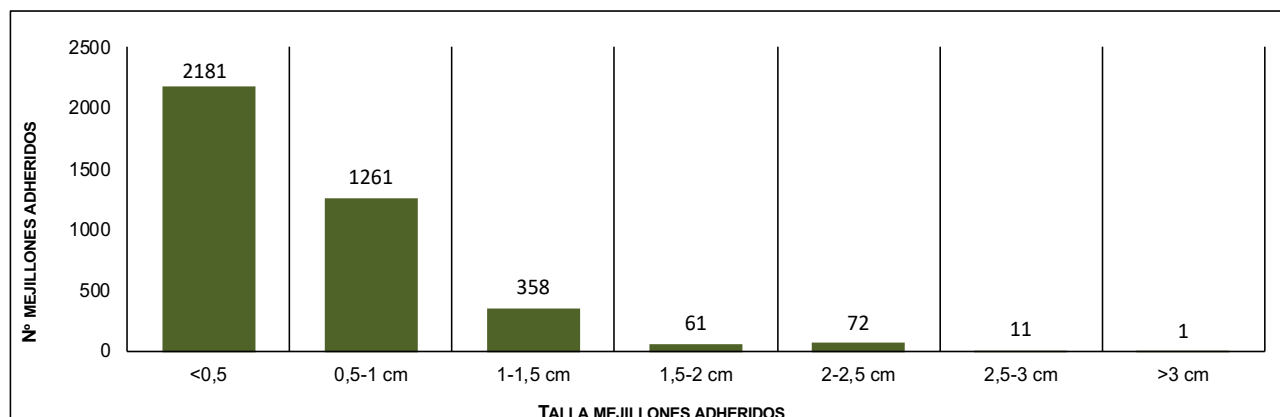


Figura 4 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

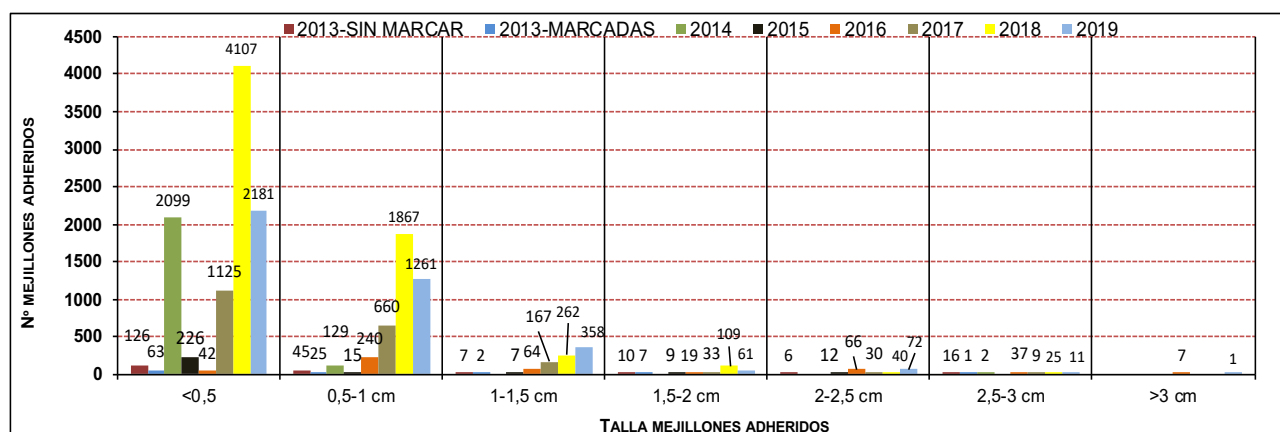
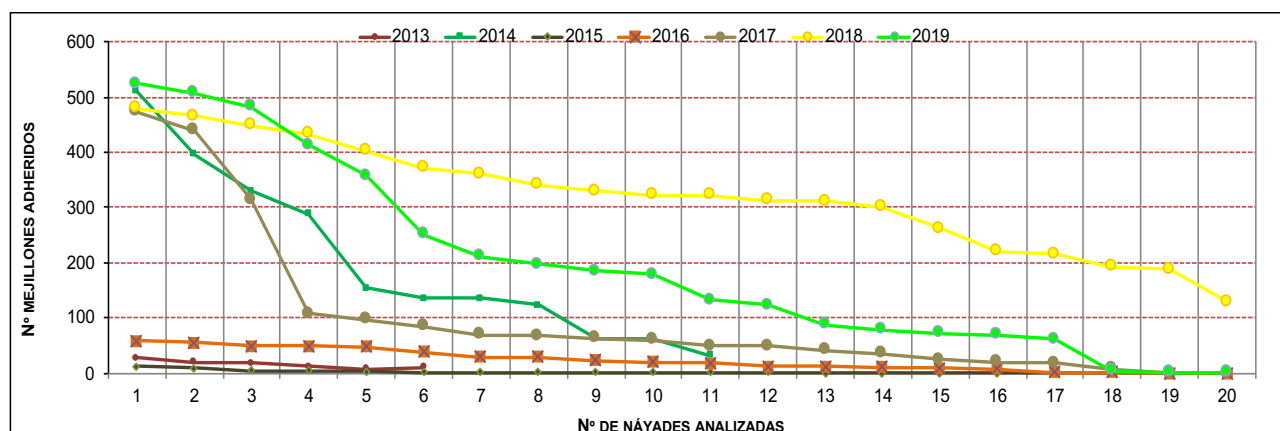


Figura 5 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona A, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-Nº total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
3.945 individuos (197,2 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 uniónidos, 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 uniónidos 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 séptimo año de evaluación de esta zona, esta última campaña de muestreos (año 2019) 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.

Zona B1: en la campaña de muestreos del 2017 se intentó continuar con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados en estas dos áreas, pero solo fue posible evaluar la población B2 debido a que en la B1 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 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 la campaña del 2018, se volvió a realizar un muestreo exhaustivo de la zona B1 y, a pesar de que no se detectaron grandes densidades de macrófitos tapizando el sustrato, tan solo se pudieron recuperar 3 ejemplares, insuficientes para poder continuar con el seguimiento de esta zona. 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 2017 y 2018 se habría agravado aún más. En 2019 se ha constatado la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se han podido detectar dos náyades a lo largo de este recorrido. Desde que comenzó la colonización de *D. polymorpha* en esta zona y en siete años se ha producido la práctica desaparición de la colonia de *Anodonta anatina* que ocupaba esta zona, la más numerosa detectada en este embalse.

Zona B2: durante esta campaña de muestreo tan solo se han podido recuperar 9 ejemplares marcados en esta zona. Este hecho podría estar relacionado con un agravamiento de la situación que sufre esta colonia de

náyades, dónde en 2018 se alcanzó un índice medio de fijación de 439,5 mejillones/uniónido, Sin embargo, hay que destacar una proliferación masiva de macrófitos y algas tapizando el sustrato en la zona más somera, área que suelen ocupar generalmente las náyades. Debido a la falta de visibilidad, la mayor parte del muestreo para localizar las náyades se tuvo que realizar palpando el sustrato, buscando los ejemplares por debajo del tapiz de algas y macrófitos. Este hecho puede haber influido en la capacidad de detección de las náyades situadas en este punto.

4.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos para los 9 ejemplares recapturados en la zona B2 se muestran en las Figuras 7-10. Se han contabilizado un total de **2.551 mejillones cebra** adheridos sobre las 9 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **283,4 mejillones/individuo**, un índice de fijación significativamente menor al registrado en la campaña del 2018, cuando se alcanzó el mayor valor medio de infestación medido en esta colonia hasta entonces (433,5 mejillones/uniónido). Sin embargo, hay que tener en cuenta que este año tan solo se han podido analizar 9 ejemplares, frente a los 20 que se recapturaron en 2018. Desde el año 2014, cuando se comenzó el seguimiento de las náyades marcadas en esta zona, se ha venido observando un incremento paulatino anual del índice de fijación de dreissenidos sobre esta población. Durante el año 2018, y en tan solo un año, se duplicó el índice de fijación respecto al obtenido en 2017 (203,1 mej./uniónido), alertando del agravamiento de la situación que sufre esta colonia de náyades. El aumento de fijación medido en 2018 se asoció con el nivel de agua que mantuvo embalse durante la época estival y otoñal durante ese año, muy superior al de años anteriores, y que habría podido favorecer la supervivencia y reproducción de los ejemplares de mejillón cebra que ocupan y comparten con las náyades las zonas más someras de esta ensenada. De acuerdo a nuestras observaciones, la disminución paulatina de la cota de agua que se suele producir en este embalse a lo largo de la época estival y otoñal, va acompañada de una mortandad de los dreissenidos que ocupan las zonas que quedan expuestas. Mientras que, si la bajada es paulatina y no se produce de forma drástica, las náyades tienen capacidad de trasladarse a las zonas más profundas y no quedan expuestas a la desecación, siempre y cuando los mejillones adheridos no impidan su locomoción.

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 2019 (1.484 individuos; 58,2%), de los ejemplares con talla comprendida entre 0,5-1 cm, procedentes de un evento reproductor a inicios del verano (742 individuos; 29,1%). Tan solo se ha detectado un 7,1% 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.

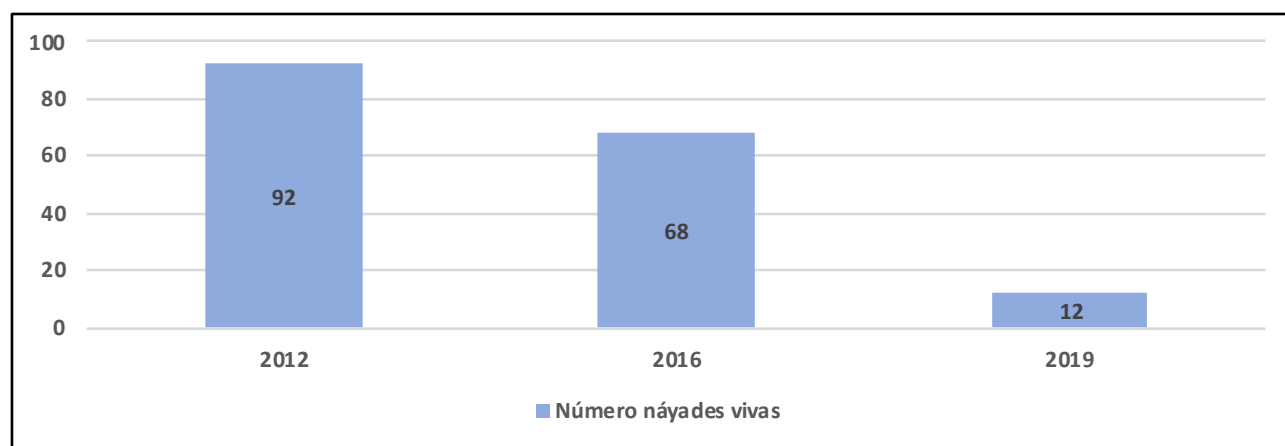
4.1.3 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 3)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 6).

En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 92 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 68 individuos en 2016, estimando una pérdida del 26% de la población de náyades, un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la zona aledaña B1. Durante los muestreos del 2019 tan solo se han contabilizado 12 individuos vivos, 3 sin marcar previamente y los 9 marcados en el 2018

y recapturados en 2019. En el resto de zonas de este embalse no se han tenido en cuenta en el recuento de náyades los ejemplares marcados en 2018 y recapturados en 2019 para el control y estima anual de los índices de fijación. Pero en este caso, los únicos 9 ejemplares marcados que se han recogido son aquellos marcados en 2018. Si tan solo se tienen en cuenta los 3 ejemplares que no fueron marcados en 2018, tal y como se ha hecho en el resto de zonas, el porcentaje de pérdida de efectivos aumenta hasta un 96,7%. Aunque hay que tener en cuenta que la mayor parte del muestreo para localizar las náyades se tuvo que realizar palpando el sustrato, estos resultados claramente reflejan la situación alarmante que sufre esta población, que se podría considerar avocada a su desaparición.

Figura 6 Número de náyades detectadas en la Zona B2 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019



Imágenes que muestran el área de muestreo en la zona B2, la densidad de algas que tapizan el sustrato por, y la cantidad de dreissenidos muertos que quedan en las zonas expuestas a la desecación.

Figura 7 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 9 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 9 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

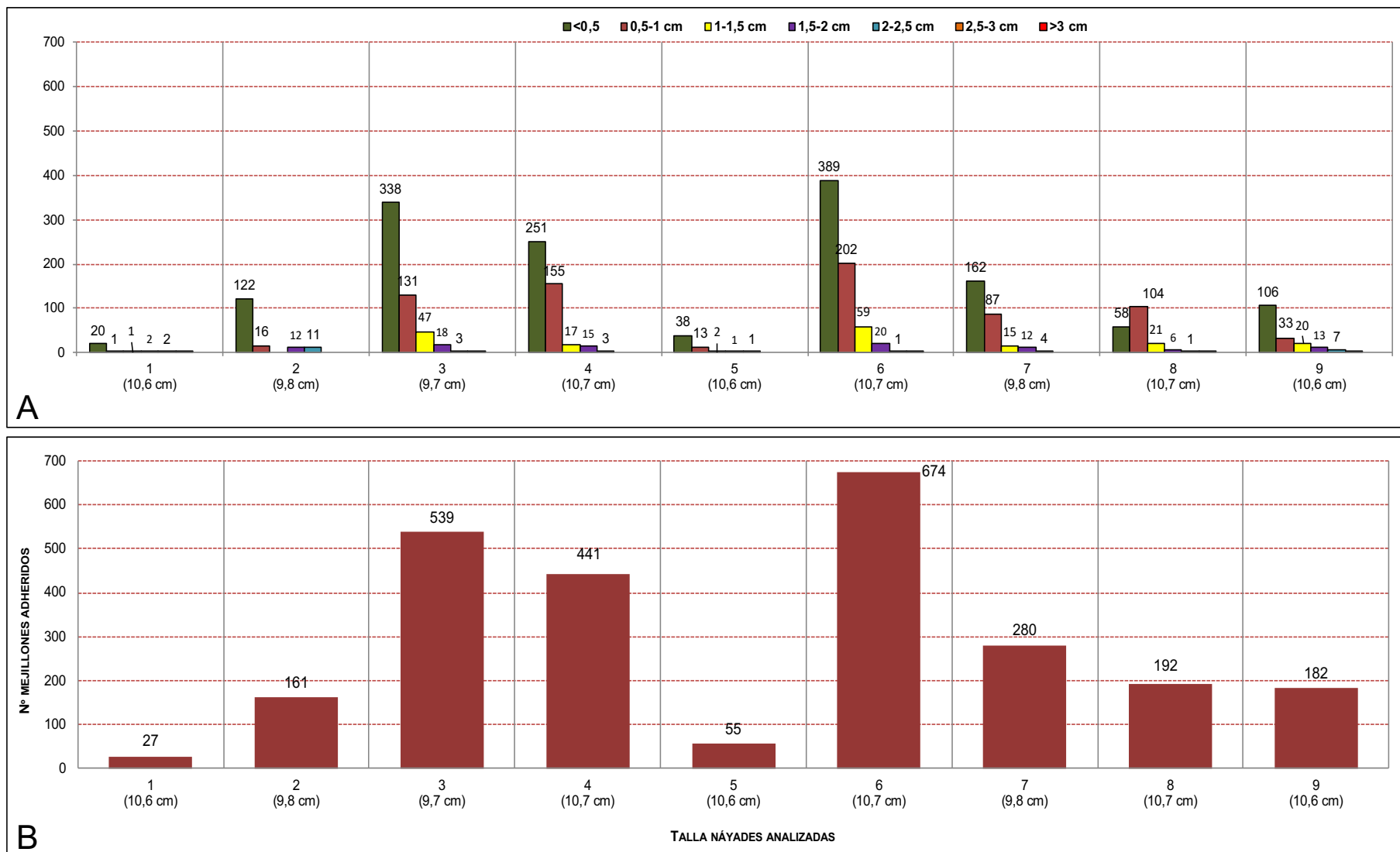


Figura 8 Gráfico. Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 9 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Año 2019.

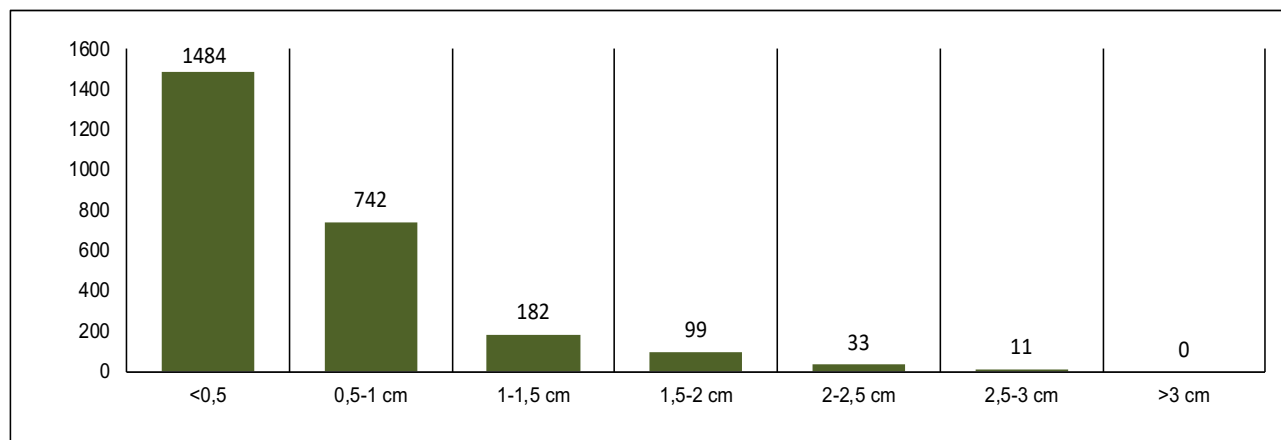


Figura 9 Gráfico. Número de mejillones cebrá contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 9 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

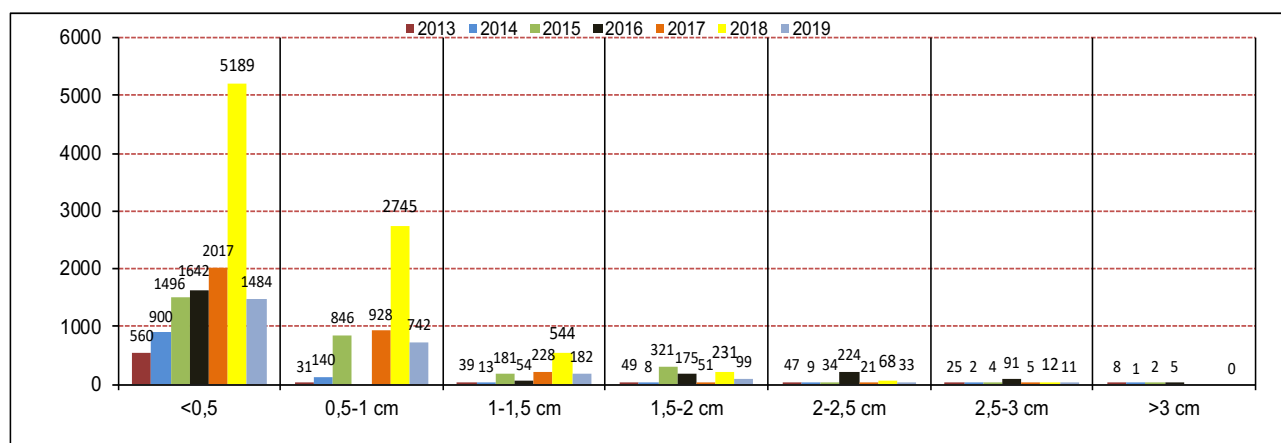
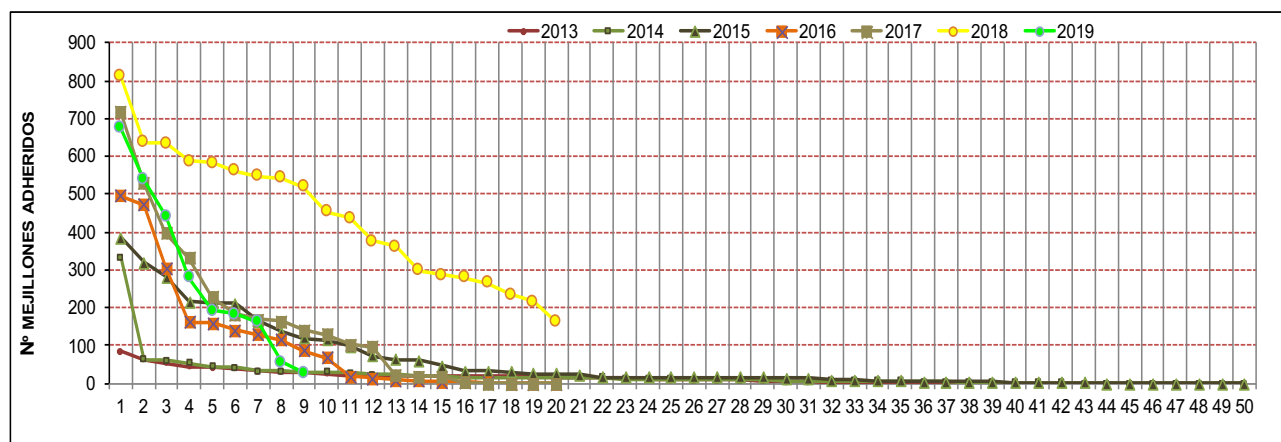


Figura 10 Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona B2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 9 ejemplares de *Anodonta anatina*:
2.551 individuos (283,4 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 4), 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 desinfectados 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 (Tabla 3).

Durante la campaña del 2019 tan solo se han podido recapturar 12 de los ejemplares marcados en esta colonia. A diferencia que en la zona B2, donde el bajo índice de recaptura puede relacionarse con las malas condiciones de muestreo, esta localidad presentaba unas condiciones óptimas para su prospección. Por lo tanto, creemos que estos resultados pueden deberse, en primer lugar, a un empeoramiento de la situación de esta colonia que se ve reflejada por el aumento paulatino de los índices de fijación medidos en los últimos años. En segundo lugar, hay que destacar la presencia de ejemplares muertos con claros indicios de depredación por jabalí, que también podría haber contribuido al descenso de efectivos en esta población. Se trata de una ensenada sin apenas pendiente, con fácil acceso para esta especie y donde cuenta con un área muy extensa, de profundidad somera, con presencia de cangrejos y náyades. A este hecho se suma que las náyades más afectadas por la fijación de mejillones cebra, ven disminuida, o incluso pierden, su capacidad de locomoción y de enterrarse, quedando más expuestas a la depredación.

4.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

En 2019 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2018, 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 12-15. En 2019 se han contabilizado un total de **2.748** mejillones cebra adheridos sobre las 12 náyades recapturadas, 3 de las cuales no presentaban dreissenidos fijados, lo que se traduce en una media de **305,3** mejillones/uniónido. El grado de colonización medido este año es inferior al detectado en la campaña del 2018 (414,3 mejillones/uniónido), y muy similar al registrado en 2017 (301,3 mejillones/uniónido). Durante los tres últimos años, se vienen observando valores significativamente superiores a los registrados en los primeros años de seguimiento, años 2013-2015 (11,95, 30,1 y 44,7 mejillones/uniónido, respectivamente). En 2016 se registró un incremento notable de este índice (217 mejillones/uniónido), que ha continuado aumentando en 2017 y 2019. El mayor índice detectado en 2018 (414,3 mej./uniónido) podría deberse a que gran parte de los ejemplares analizados durante esa campaña se recolectaron en la zona más externa de la ensenada, donde las náyades siempre presentan un mayor índice de fijación.

Al igual que años anteriores, el rango de tamaño predominante es el ≤ 5 mm. que caracteriza al 60,2% de los mejillones recolectados en esta población (1.676 individuos), seguido de un 32,1% de individuos con tamaños comprendido entre 0,5-1 cm (894 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. Destacar, que al igual que se ha observado en otras poblaciones de este embalse, el alto número de ejemplares fijados con tamaños superiores a 1,5 cm. (214 individuos), talla que caracteriza claramente a ejemplares fijados en años anteriores. La presencia de estos ejemplares sobre estas náyades, desinfestadas en el otoño del 2018, 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 2018, posteriormente al muestreo y limpieza de náyades realizado en esta población.

Hasta ahora, las náyades libres de mejillón cebra se han localizado siempre en la zona más interna de la ensenada, más resguardada de las corrientes y caracterizada por un sustrato blando con ausencia de gravas y piedras. Todo ello parecía dificultar el asentamiento del mejillón cebra en esta zona, sin embargo, los resultados obtenidos en los dos últimos años, tanto para el número de náyades infestadas como para el índice de fijación obtenido, muestran un aumento en su capacidad de establecimiento, incluso en esta zona de la ensenada. El aumento de la densidad de ejemplares de mejillón cebra en la zona más externa de la ensenada, podría estar favoreciendo el aumento paulatino en la capacidad de establecimiento de los dreissenidos que se viene observando en los últimos años en la zona más interna.



Aspecto de la parte más interna de la ensenada situada en la Zona C, donde se han localizado numerosos ejemplares de *A. anatina* muertos con claros signos de depredación. También se muestra un tocón de madera completamente cubierto de mejillones cebra y que refleja las densidades de dreissenidos que presenta esta zona.

4.3.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 4)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 11).

En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 187 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 95 individuos en 2016, estimando una pérdida del 49% de la población de náyades. Durante los muestreos del 2019 tan solo se han contabilizado 15 individuos vivos, 12 sin marcar previamente y 3 marcados en campañas previas, lo que supone una pérdida del 92% de los efectivos de esta población. Estos resultados concuerdan con lo observado en los últimos años de seguimiento de esta población. La zona más externa de la ensenada, la que presentaba una mayor densidad de náyades, actualmente mantiene un sustrato prácticamente tapizado por agregados de mejillón cebra, lo que se asocia con la disminución significativa que se viene observando año tras año en el número de ejemplares que ocupaban esta superficie. Mientras que, la zona más interna, con un sustrato blando que dificulta la colonización de *D. polymorpha*, es una zona más inestable, fuertemente influenciada por las subidas y bajadas de la cota de agua del embalse. Seguramente, debido a esta inestabilidad, esta zona siempre ha mantenido una menor densidad de náyades que, además, ven disminuida su locomoción por la adhesión de los mejillones cebra, influyendo en su capacidad para desplazarse cuando disminuye el nivel de agua embalsada, quedando expuestas a la desecación y/o a la depredación. Atendiendo a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta los índices de fijación medidos en los últimos años, es posible que esta población desaparezca por completo en un corto plazo de tiempo.

Figura 13 Número de náyades detectadas en la Zona C en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019

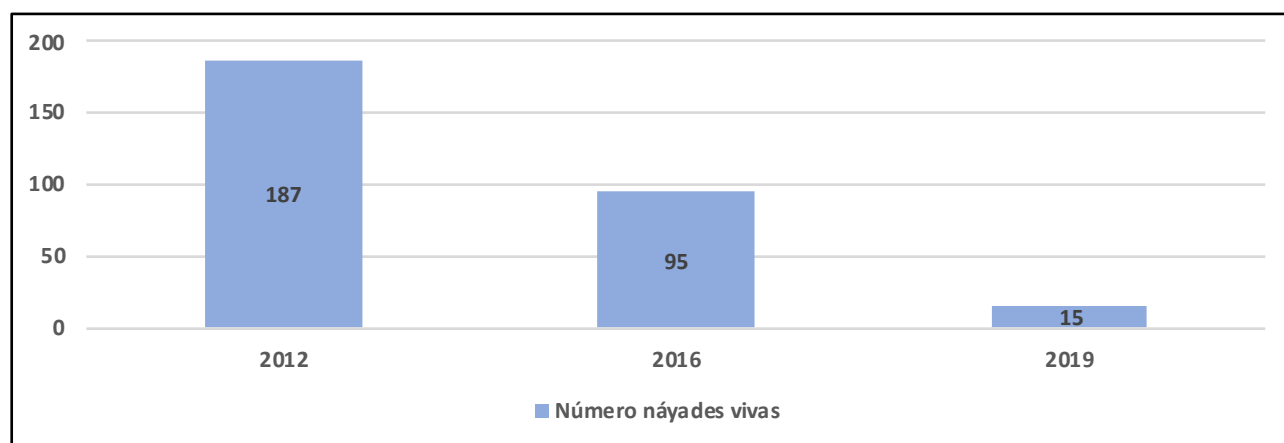


Figura 12 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 12 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 12 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

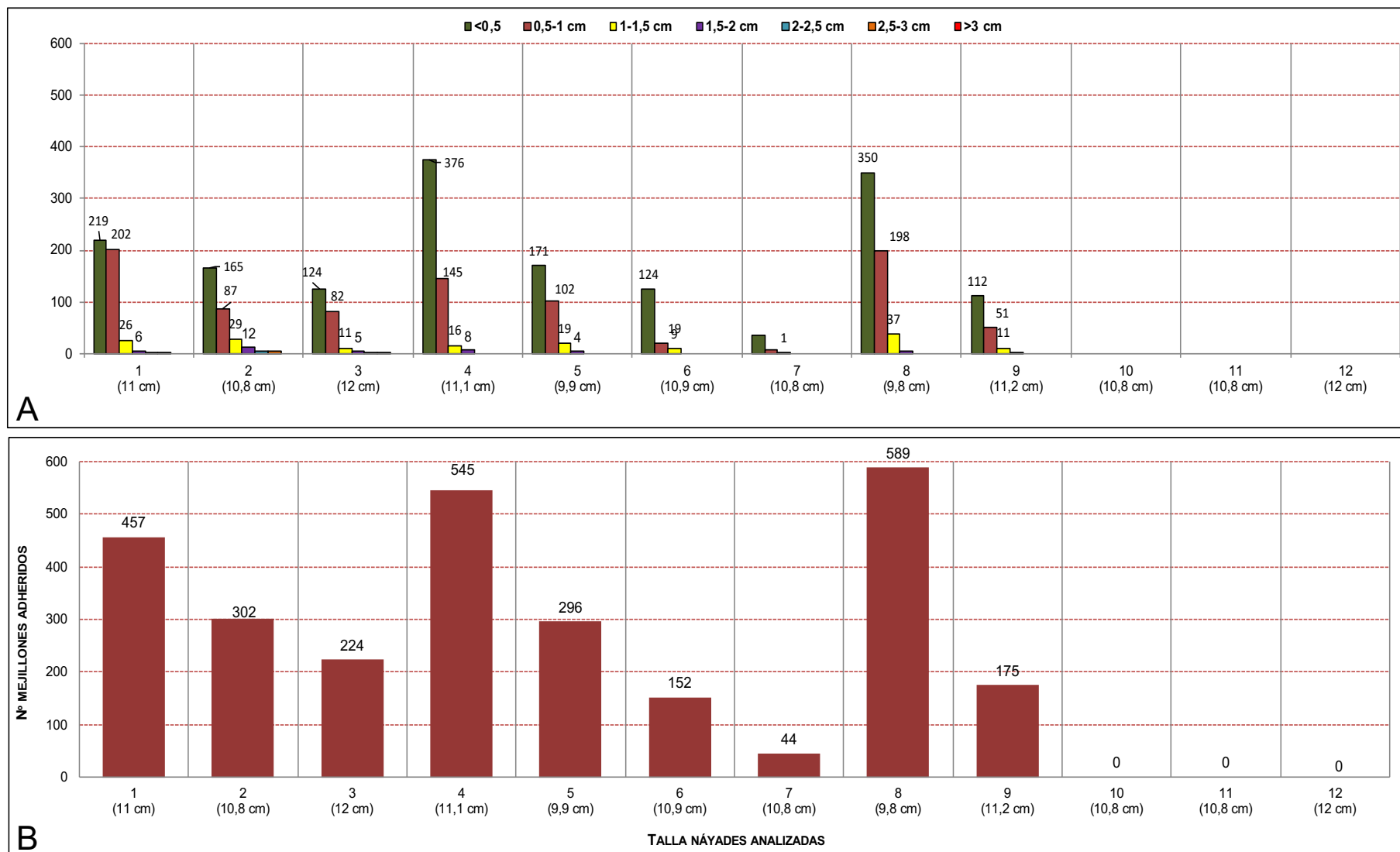


Figura 13 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 12 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Año 2019.

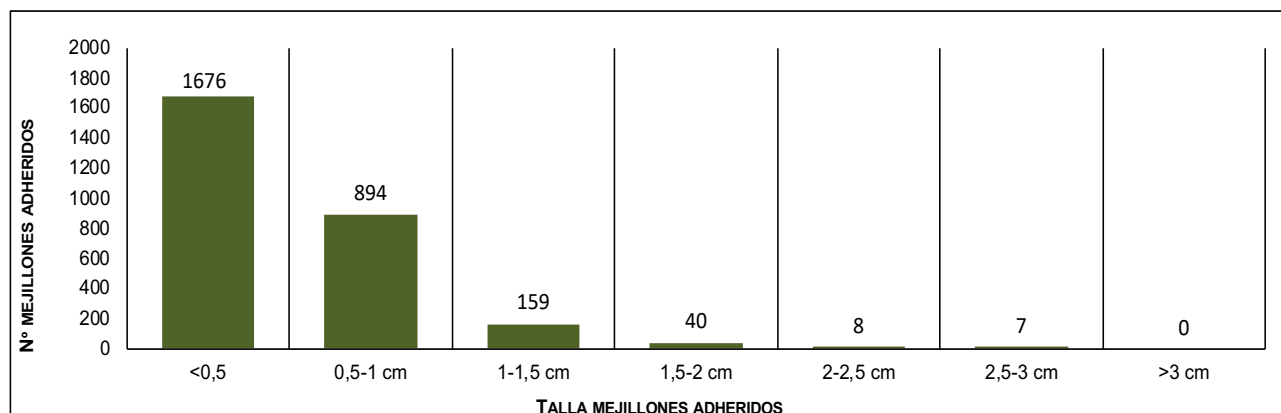


Figura 14 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 12 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

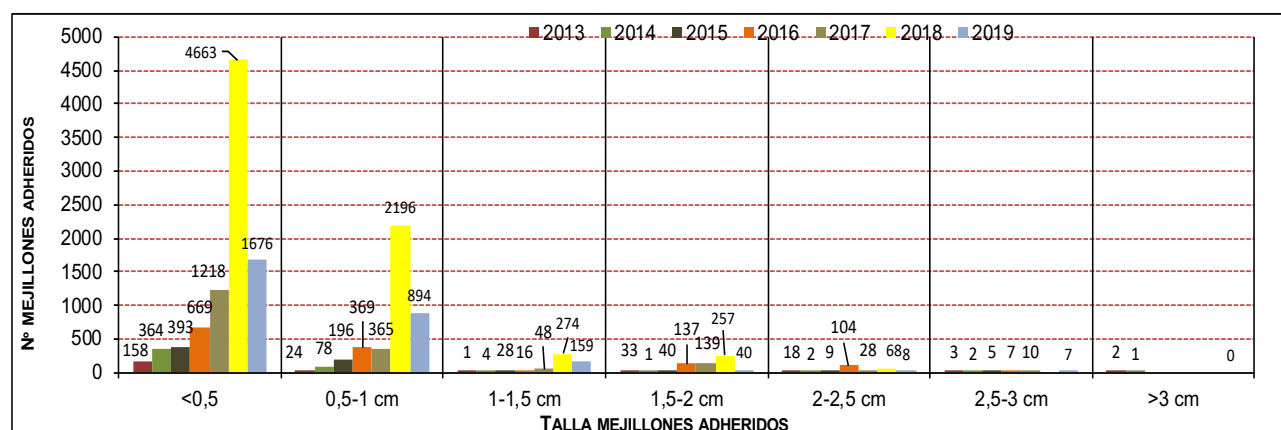
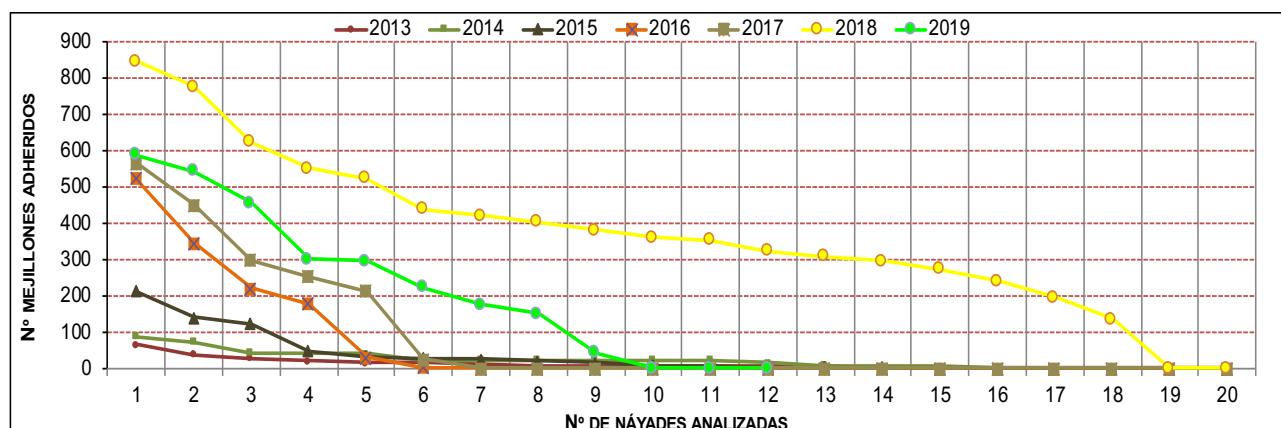


Figura 15 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona C, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 12 ejemplares de *Anodonta anatina*:
2.784 individuos (305,3 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 5). 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 cebrá 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 2019 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.

4.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 17-20. Se han contabilizado un total de **5.824 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **291,2 mejillones/uniónido**.

Atendiendo a la evolución de la colonización en esta población (Tabla 3), durante el trienio 2014-2016 se mantuvieron unos índices de fijación bastante estables (98,5, 120,3 y 100 mejillones/uniónido, respectivamente), seguido de un incremento en el año 2017 (172,1 mejillones/uniónido), que se vio triplicado en 2018, alcanzando un índice de 614,5 mejillones/uniónido. En 2019 este índice de fijación, ha disminuido significativamente respecto a la campaña anterior, pero sigue siendo significativamente más elevado que los valores detectados anteriormente al 2018.

El incremento tan significativo observado en 2018 y el descenso registrado este año se pueden atribuir, en gran medida, a la localización de los ejemplares recapturados. La zona E se localiza en una ensenada muy amplia, en cuya zona interna predomina un sustrato blando de tipo limoso, donde la mayor parte de los ejemplares aparecen completamente enterrados en el sustrato blando, asomando únicamente los sifones. Este hecho dificulta la fijación de los mejillones cebrá sobre sus valvas. En las zonas más externas de la ensenada, el sustrato blando se alterna con zonas de gravas que favorecen el establecimiento de grandes agregados de mejillón cebrá en esta zona. Durante la campaña del 2018, se recogieron un mayor número de ejemplares en las zonas externas de la ensenada, ya que el nivel de agua que presentaba ese 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.

En 2018 se alertó que en la zona más externa de esta ensenada se estaban alcanzando valores de fijación similares a los detectados en el año 2015 en la zona B1 de este embalse, donde la colonia de náyades que ocupaba esta área se puede dar por desaparecida. En esta última campaña del 2019, la mayor parte de los 20 ejemplares recapturados se localizaban en la zona interna de la ensenada, ya que tan solo se pudieron recolectar 7 náyades en las zonas más externas, a pesar de que las condiciones de muestreo eran óptimas. Este hecho confirma el agravamiento de la situación que presenta esta colonia.

Al igual que en años anteriores, el tamaño predominante de los mejillones adheridos en 2019 es ≤ 5 mm que caracteriza al 69,9% de los individuos contabilizados (4.072), y que podría corresponder a los dreissenidos fijados en la época de finales de verano, principios de otoño. El siguiente rango de tamaños en importancia durante esta campaña del 2019, corresponde a los mejillones con talla comprendida entre 0,5-1 cm (1.311

individuos; 22,5%), que podrían proceder de un evento reproductor al inicio del verano y que presentaban escasa representación en esta población en años anteriores. Disminuye significativamente, con respecto al año 2018, el porcentaje de individuos detectados con tamaño superior a 1 cm. Este hecho también puede estar relacionado con la recolección de un mayor número de náyades en la zona interna de la ensenada, donde las náyades presentan mayor capacidad para enterrarse en el sustrato, y donde parece que los dreissenidos presentan más problemas para establecerse.

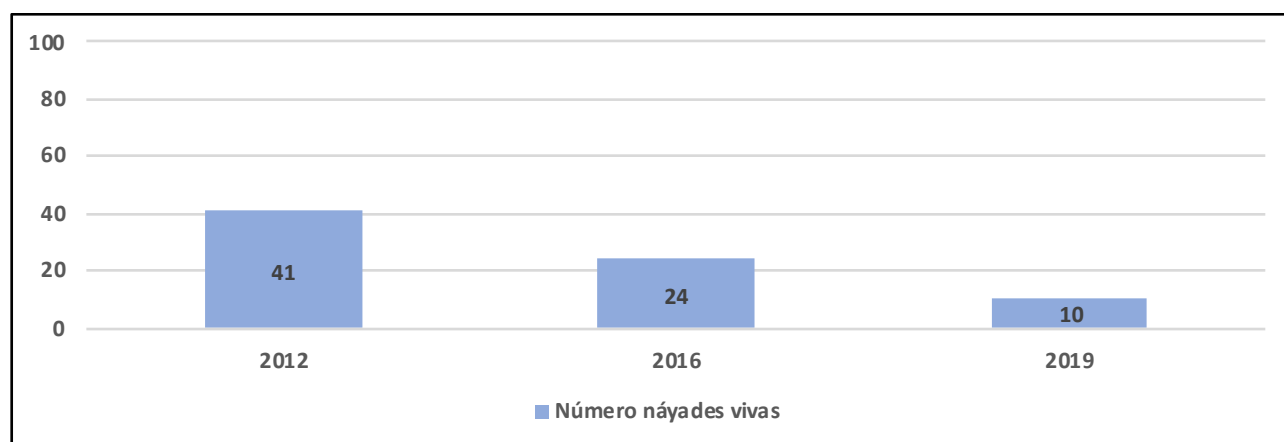


Imagen que muestra el aspecto que presenta la parte más externa de la ensenada, donde aparecen las náyades muertas completamente cubiertas de mejillones cebra

4.4.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 5)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 16).

Figura 16 Número de náyades detectadas en la Zona E durante los muestreos realizados en el año 2014 y 2016



En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 41 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 21 individuos en 2016, estimando una pérdida del 41,5% de la población de náyades. Durante los muestreos del 2019 tan solo se han contabilizado 10 individuos vivos, 2 sin marcar y 8 marcados en campañas previas, lo que supone una pérdida del 75,6% de los efectivos de esta población. Los datos de fijación tan elevados obtenidos en 2018 ya alertaban de la situación que presenta actualmente esta colonia de náyades, en la que en los últimos 4 años se ha superado el índice medio de fijación de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para las náyades. La zona más afectada corresponde a la parte más externa de la ensenada, donde prácticamente han desaparecido todas las náyades. En esta área, con mayor presencia de gravas, *D.polymorpha* ha conseguido asentarse, tapizando gran parte del sustrato y de las náyades que se localizan en ella. Cuesta diferenciar qué agregados de mejillones cubren piedras y cuáles a las náyades. En la zona más interna de la ensenada, las náyades tienden a presentar menos mejillones adheridos, ya que se trata de una zona más inestable por las fluctuaciones del nivel de agua, y con un sustrato de tipo limoso poco favorable para el mejillón cebra. Sin embargo, en los últimos años también se venía observando una disminución en el número de ejemplares de *Anodonta anatina* que antaño ocupaban esta zona.

Figura 17 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 E. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

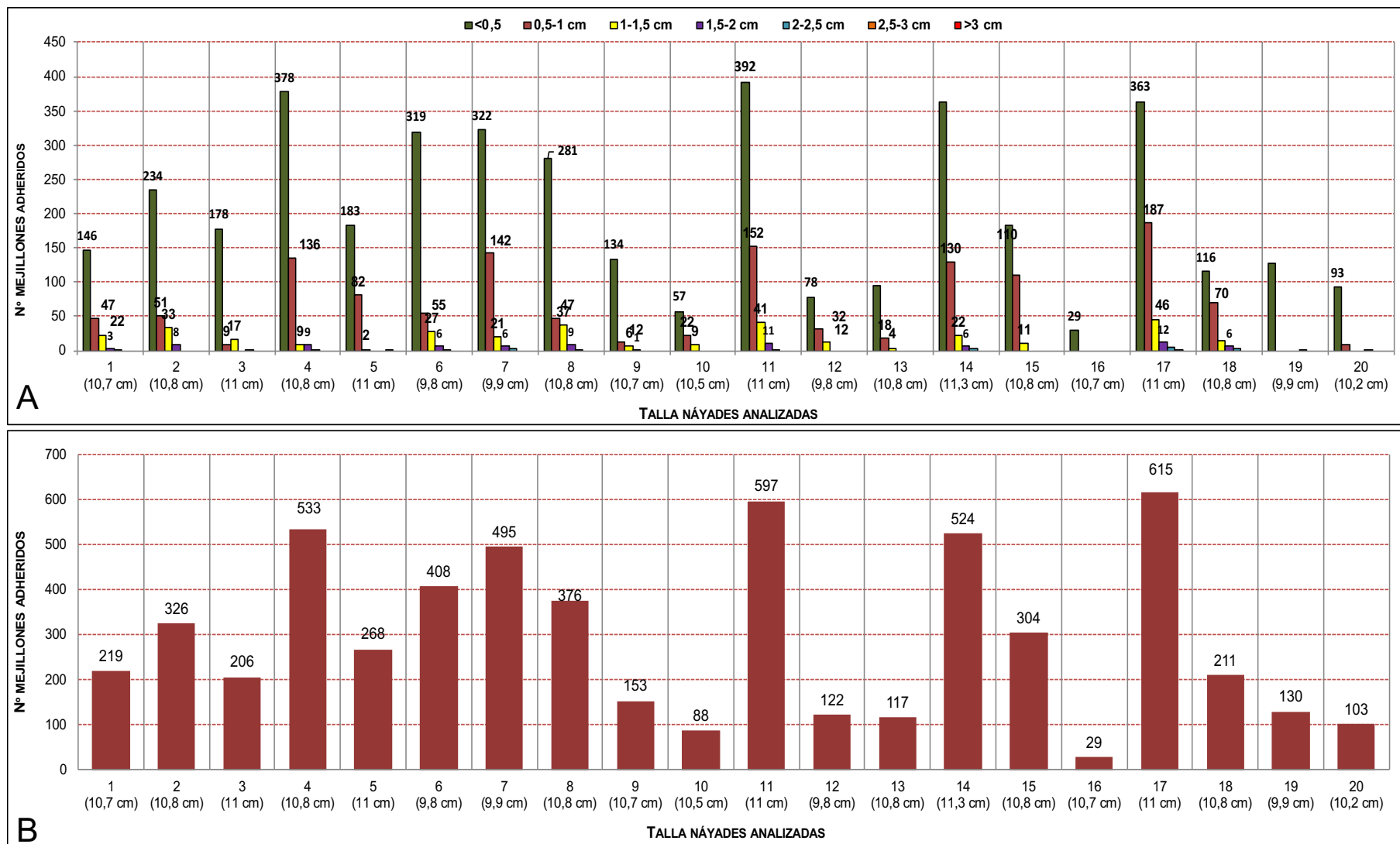


Figura 18 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Año 2019.

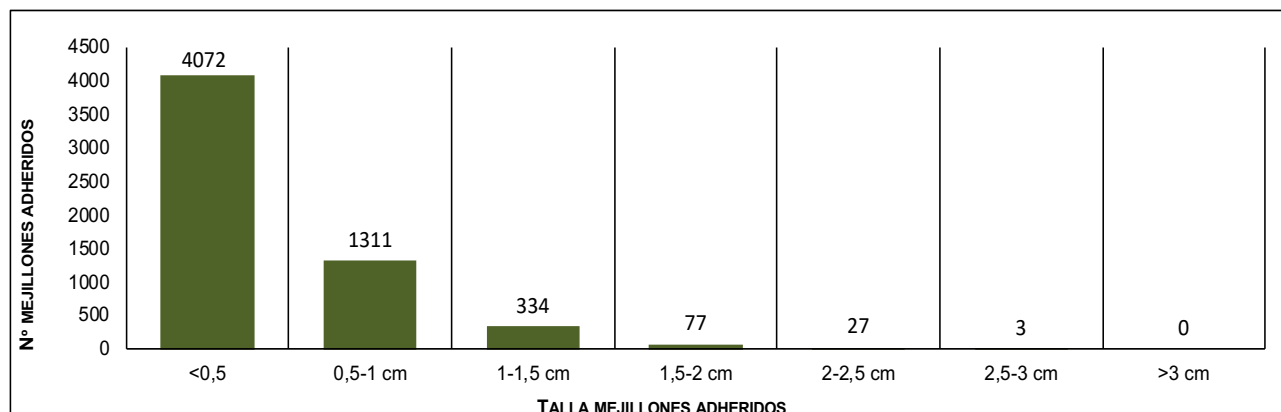


Figura 19 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

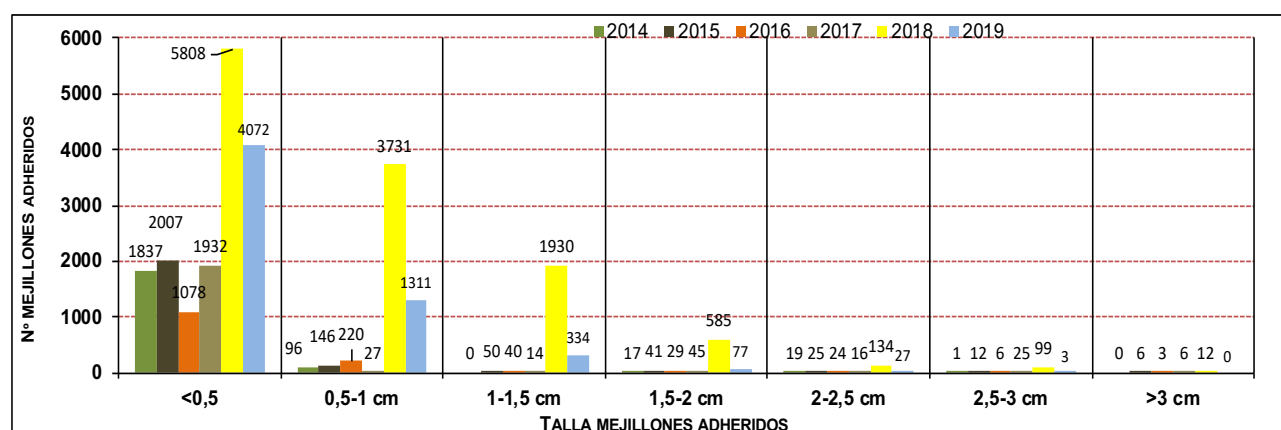
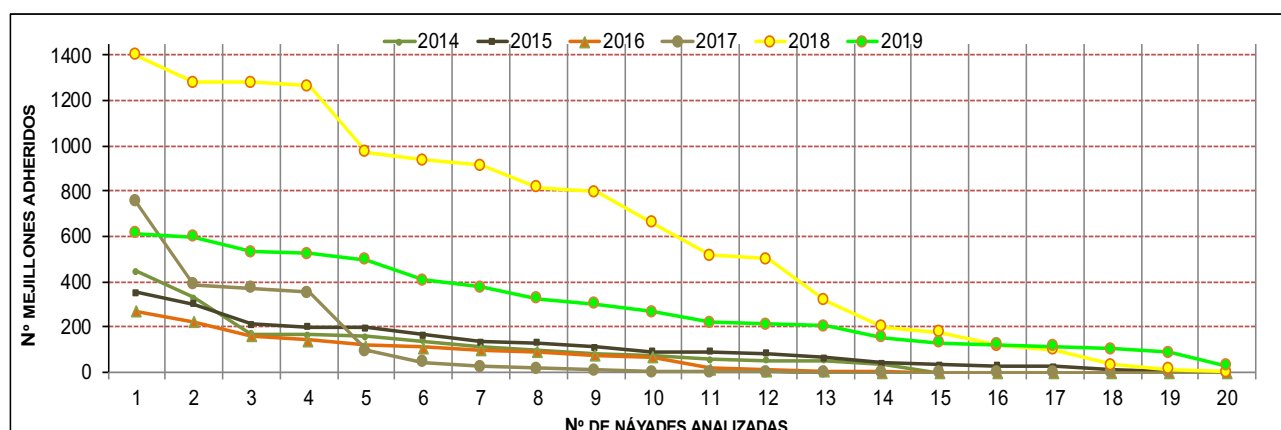


Figura 20 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona E, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
5.824 individuos (291,2 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 6), 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. Atendiendo a lo datos registrados hasta el año 2018, el grado de colonización en esta zona fue aumentado significativamente a lo largo de los últimos años. 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 vio incrementado en la última campaña realizada en el 2018, hasta alcanzar un índice de fijación de 505,2, mejillones/uniónido, un valor 10 veces superior al registrado en 2013 cuando se comenzó el seguimiento de esta población.

En la campaña del 2017, tan solo se pudieron recuperar 12 de los ejemplares marcados que ocupaban esta zona de seguimiento ya que, en las fechas de prospección de esta zona, la ensenada no presentaba agua. Los ejemplares recolectados se habían desplazado a zonas más profundas aledañas, donde el muestreo resultaba muy complicado debido a la turbidez del agua. 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 años anteriores, se constató que en esta zona se estaba produciendo un importante descenso en el número de efectivos de la colonia de náyades. Durante la campaña del 2019 se ha vuelto a prospectar la zona, sin embargo, no se ha localizado ningún ejemplar, ni marcado en años anteriores, ni náyades sin marcar. Creemos que esta situación puede ser una clara consecuencia de los índices de fijación medidos en los últimos años, que ha provocado la desaparición de esta pequeña colonia.

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 7), 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 cebrá 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 2019 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2018 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 las Figuras 22-25. Se han contabilizado un total de **1.359 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **67,95 mejillones/uniónido**. Atendiendo a los índices de fijación obtenidos en los últimos años, se observa una oscilación en la dinámica de colonización de *D. polymorpha* en esta zona. Hasta el año 2015, los valores se mantenían entre los más bajos detectados en este embalse, por debajo de 100 mejillones/uniónido. En 2015 se superó este valor (172 mejillones/uniónido), para volver a disminuir, por debajo de 100, durante los años 2016 y 2017. En la anterior campaña del 2018 el índice de fijación aumentó significativamente hasta alcanzar los 231,5 mejillones/uniónido, seguramente favorecido por la presencia de un mayor volumen de agua a lo largo de la época estival y otoñal, por encima de la media de los últimos años. Sin embargo, durante esta campaña del 2019, el índice de fijación ha vuelto a disminuir por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido, siendo, además el segundo valor más bajo de fijación detectado en 2019 en este embalse. Durante esta última campaña, el embalse ha experimentado una bajada de la cota de agua en la época estival superior a la experimentada en 2018, lo que seguramente ha influido negativamente en la tasa de reproducción de los dreissenidos que afectan a esta colonia de náyades.

En las campañas de seguimiento anteriores al 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, los resultados obtenidos en los tres últimos años (2017-2019) muestran un cambio en esta dinámica (Tabla 3). En 2019 el mayor porcentaje de los mejillones cebrá adheridos sobre las náyades presentan un tamaño ≤ 5 mm. (53,6%; 728 individuos), seguido de aquellos con talla comprendida entre 0,5-1 cm (22,8%; 310 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 cebrá hasta este punto. En 2019 destaca el aumento del porcentaje observado de ejemplares con tamaño comprendido entre 1-1,5 cm, procedentes del pico de reproducción de primavera (19,2%).

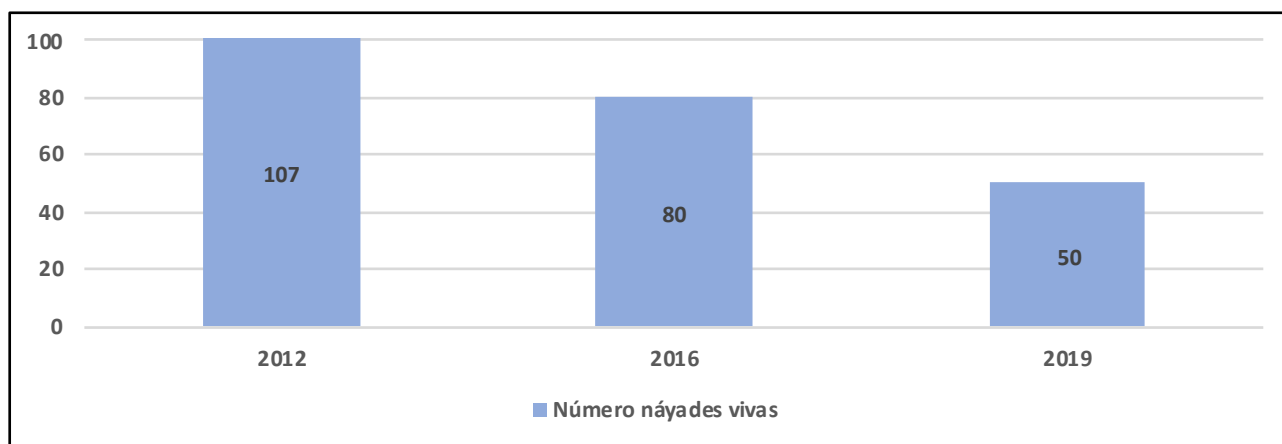


Imagen que muestra el aspecto de la Zona L, donde aparecen un gran número de juveniles de *A. anatina* depredadas

4.6.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 7)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 21).

Figura 21 Número de náyades detectadas en la Zona L en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019



En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 107 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 80 individuos en la réplica de muestreos efectuada durante el 2016. Estos resultados arrojaron una pérdida del 25,2% de los individuos en esta población a lo largo de estos cuatro años, un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras poblaciones. Durante los muestreos del 2019 se han contabilizado 50 individuos vivos (18 marcados en alguna de las campañas previas y 32 sin marcar previamente). También se han detectado 9 ejemplares muertos a lo largo del recorrido. Estos datos arrojan una pérdida del 53,3% de los efectivos de esta colonia. Una pérdida de efectivos superior al 50% puede suponer un dato alarmante, pero si se compara este dato con el resto de zonas muestreadas, se trata del segundo

porcentaje de pérdida más bajo detectado en este embalse. Este hecho puede hacer pensar que, aunque esta población ha visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos seis años, quizás sea capaz de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha*. Hay que tener en cuenta que se trata de una zona muy extensa, donde predomina un sustrato de tipo limoso que parece ralentizar y dificultar el asentamiento de *D. polymorpha*. Además, junto con la Zona P, son las dos zonas en este pantano donde se ha detectado un número elevado de ejemplares juveniles a lo largo de los diferentes años de seguimiento, lo que confirma que esta población sigue manteniendo su capacidad de reproducción pese a la invasión del mejillón cebra. Se trata de un punto muy importante a tener en cuenta en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en este embalse.

Figura 22 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 2019.

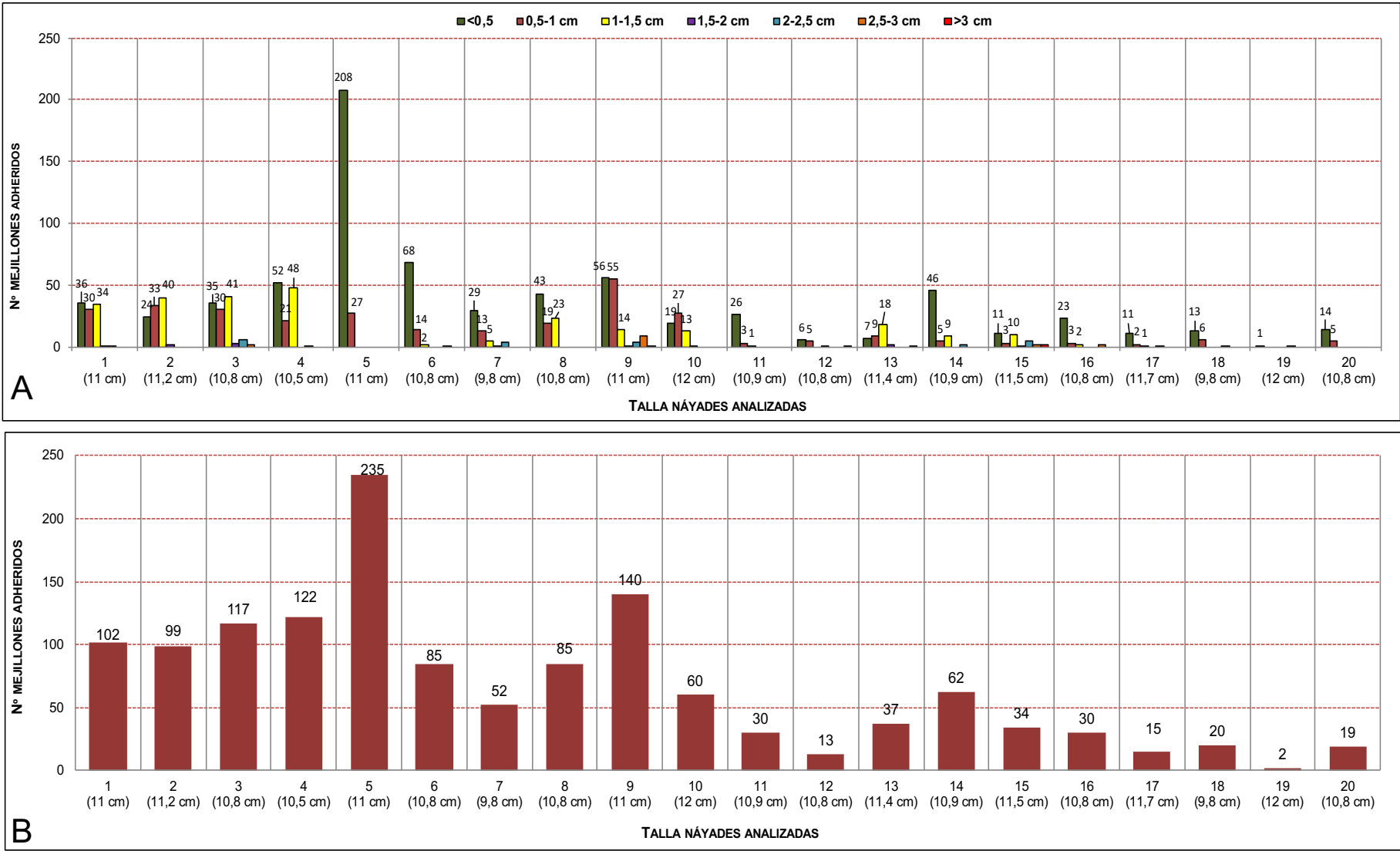


Figura 23 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L. Año 2019.

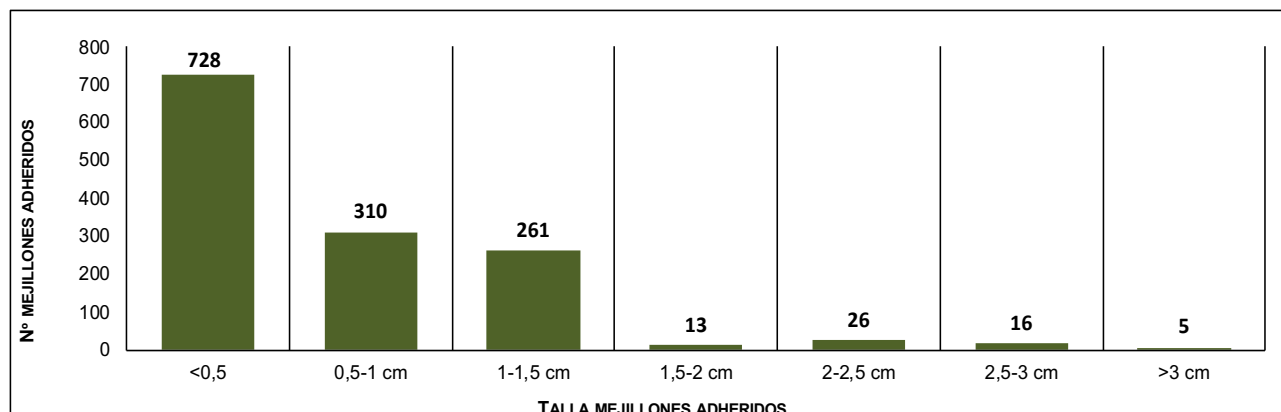


Figura 24 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

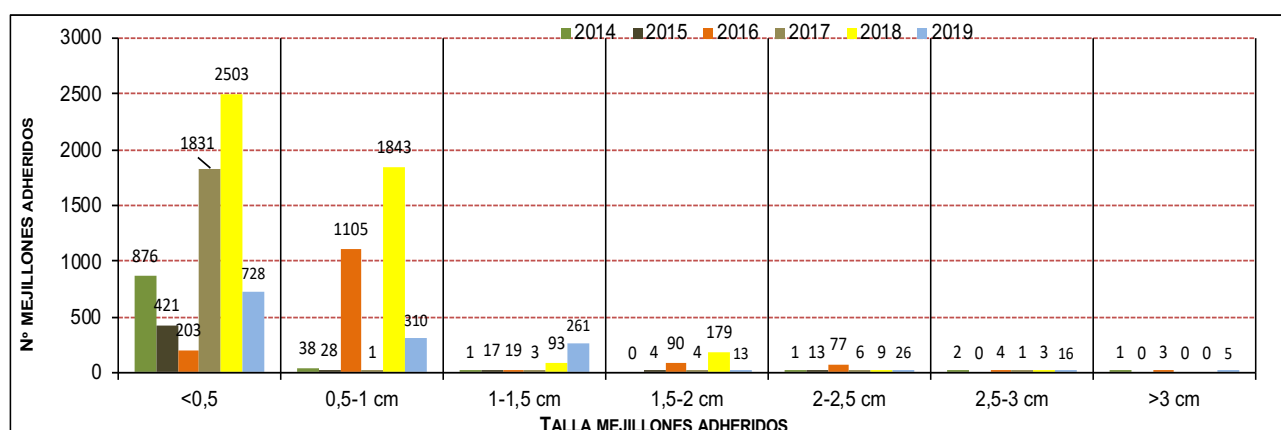
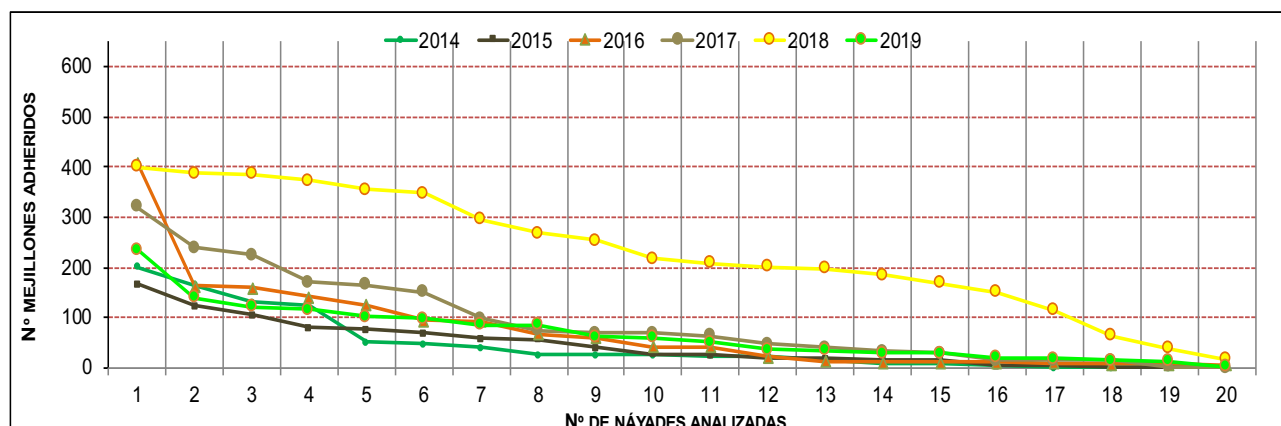


Figura 25 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
1.359 individuos (67,9 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 8). 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, 2019, se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2018, 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 las Figuras 26-29. Se han contabilizado un total de **168 mejillones cebra** adheridos sobre 14 de las 20 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **12 mejillones/uniónido**, el índice de fijación más alto detectado hasta el momento en esta zona. Se ha duplicado el índice obtenido respecto a los dos últimos años (6,6 y 6 mejillones/uniónido en 2017 y 2018, respectivamente), llegando a detectar un ejemplar con 41 ejemplares adheridos. 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.



Imágenes que reflejan el aspecto de la Zona P y la muestra de ejemplares de *A. anatina* recogidas para su seguimiento

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 muy limitada. En toda la zona predomina un sustrato blando de tipo limo-arcilloso, muy colmatado en su mayoría, y donde las náyades permanecen completamente enterradas en el sustrato 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. Teniendo en cuenta estos resultados, y dado que no se ha observado un empeoramiento de la situación de esta colonia de náyades, no se ha considerado oportuno realizar un muestreo para la estima de densidades.

Figura 26 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 2019.

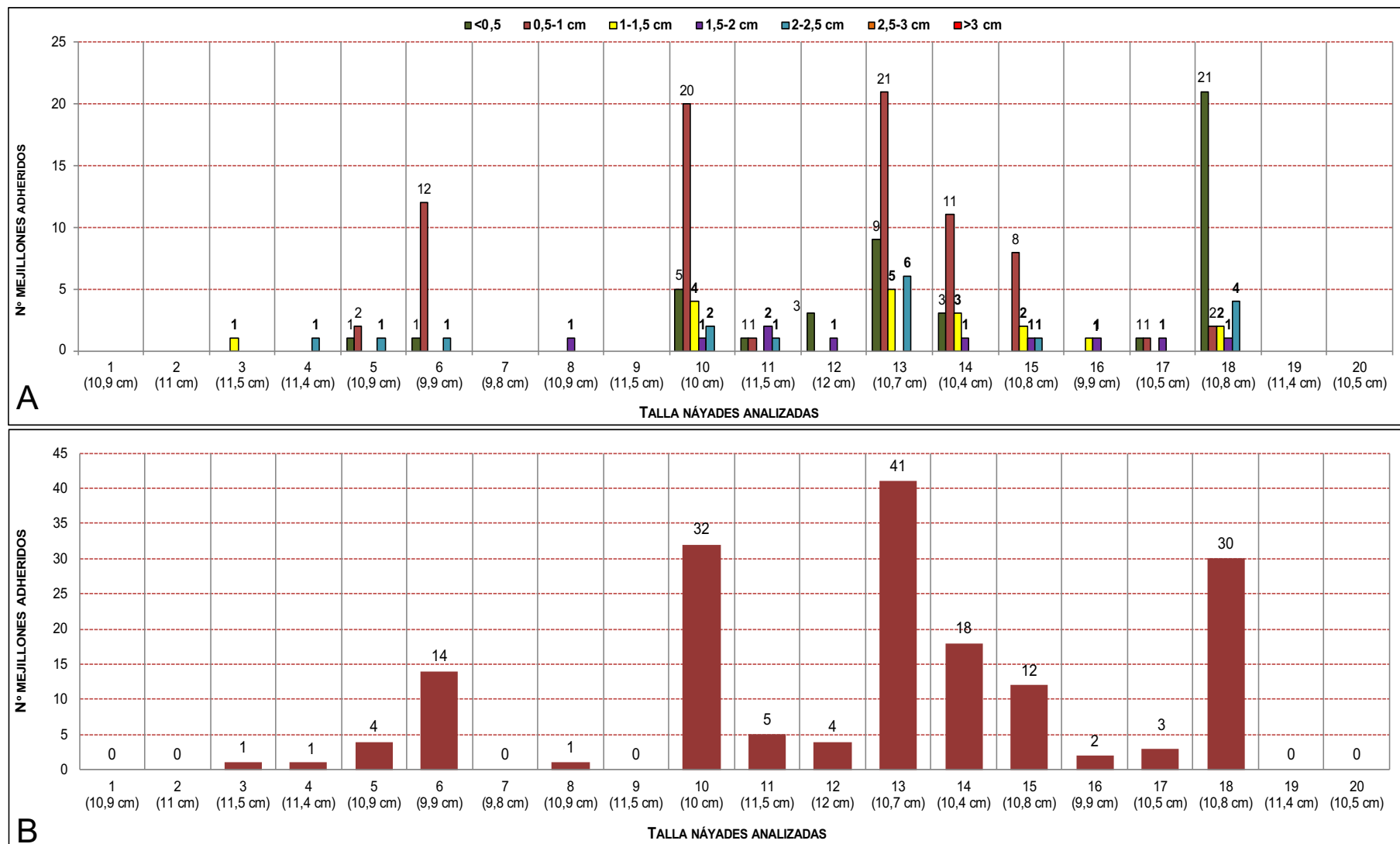


Figura 27 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P. Año 2019.

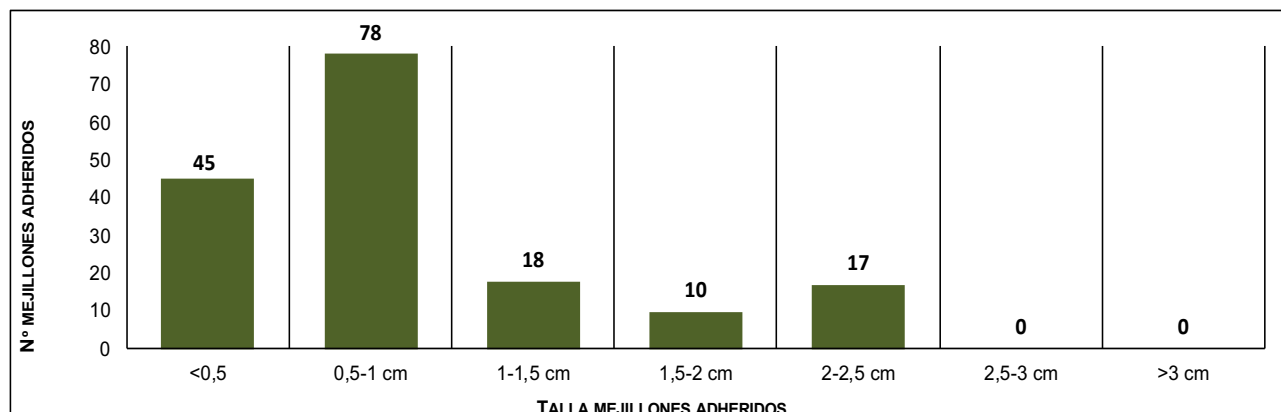


Figura 28 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

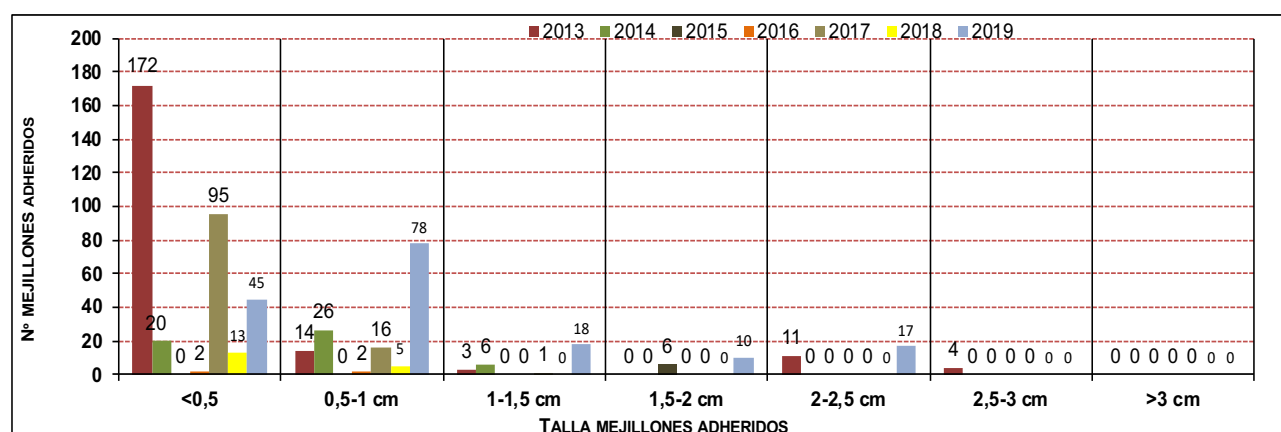
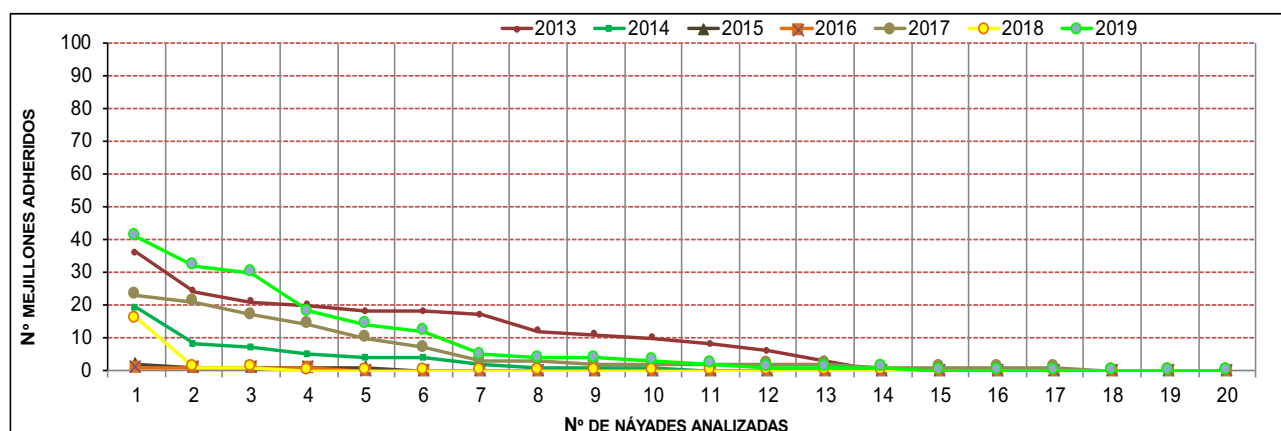


Figura 29 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona P, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
168 individuos (12 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 (Anexo I; Mapa 9), 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 2015-2018 se continuó con el seguimiento de estos ejemplares, que se ha vuelto a repetir en el 2019 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 30-33. Se han contabilizado un total de **2.929 mejillones cebra** adheridos sobre 17 de las 20 náyades marcadas, lo que se traduce en una media de **172,3 mejillones/uniónido**. Estos resultados contrastan con los datos obtenidos para esta localidad durante los últimos años, donde año tras año se venía registrando un aumento significativo en la capacidad de fijación del mejillón cebra sobre estos uniónidos. En el año 2016 el número de mejillones recolectados sobre las náyades (154,2 mejillones/uniónido), triplicó el número de mejillones detectados en el año 2015 (24,2 mejillones/uniónido). Los datos registrados en 2017 casi triplicaron los resultados obtenidos en 2016 y en 2018 se obtuvo un índice de 320 mejillones/uniónido, un valor significativamente superior al registrado en 2017. En esta última campaña del 2019 este índice ha disminuido hasta 172,3 mejillones/uniónido, un valor muy inferior al detectado en los tres últimos años. Sin embargo, supera el ratio de 100 mejillones./uniónido, considerado como el umbral a partir del cual la colonización puede resultar letal para esta especie.

Esta disminución, concuerda con los resultados obtenidos durante esta campaña en la mayoría de las zonas muestreadas en este embalse y podría estar relacionada con el volumen de agua que presentaba el embalse durante la época de verano y otoño. Generalmente, este embalse sufre una disminución paulatina de la cota de agua a partir de finales de verano. Esta disminución de volumen de agua embalsada tiende a provocar una mortandad de los agregados de mejillones cebra, ya que quedan expuestos a la desecación en las zonas someras del embalse que se quedan sin agua. Durante la campaña del 2019, el volumen de agua embalsada a partir del mes de julio se ha mantenido por debajo de la media respecto a los dos años anteriores, lo que se ha podido traducir en un menor reclutamiento de ejemplares de mejillón cebra y, por lo tanto, en un menor índice de fijación sobre las náyades.

El mayor porcentaje de individuos detectados sobre las náyades presentaban un tamaño ≤ 5 m (1.942 individuos, 66,3% mejillones/uniónido), indicando un predominio de ejemplares procedentes de un evento reproductor ocurrido a finales de verano. A esta talla le sigue el rango de tamaño comprendido entre 0,5-1 cm (783 individuos, 26,7%), seguramente procedentes de un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. Un 3,3% de los mejillones recolectados podrían corresponder a los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm), un porcentaje menor que el registrado en años anteriores. Los resultados obtenidos durante los últimos años 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 también 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 desinfectadas en el otoño del 2018, puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2018 al otoño de 2019, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de

ser desinfestadas.

En esta zona no se ha realizado un muestreo para 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*, ya que los 30 ejemplares detectados en 2014, cuando se cartografió la zona por primera vez, son los mismos sobre los que se está realizando el seguimiento durante estos cinco años.



Imágenes que muestran la situación de las náyades en la Zona Q. A la izquierda se observa que, tras la bajada de la cota de agua, miles de mejillones cebra mueren en las orillas expuestas a la desecación. A la derecha una náyade recién muerta y completamente cubierta de mejillones cebra.

En esta zona no se ha realizado un muestreo para 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*, ya que los 30 ejemplares detectados en 2014, cuando se cartografió la zona por primera vez, son los mismos sobre los que se está realizando el seguimiento durante estos cinco años.

Figura 30 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 2019.

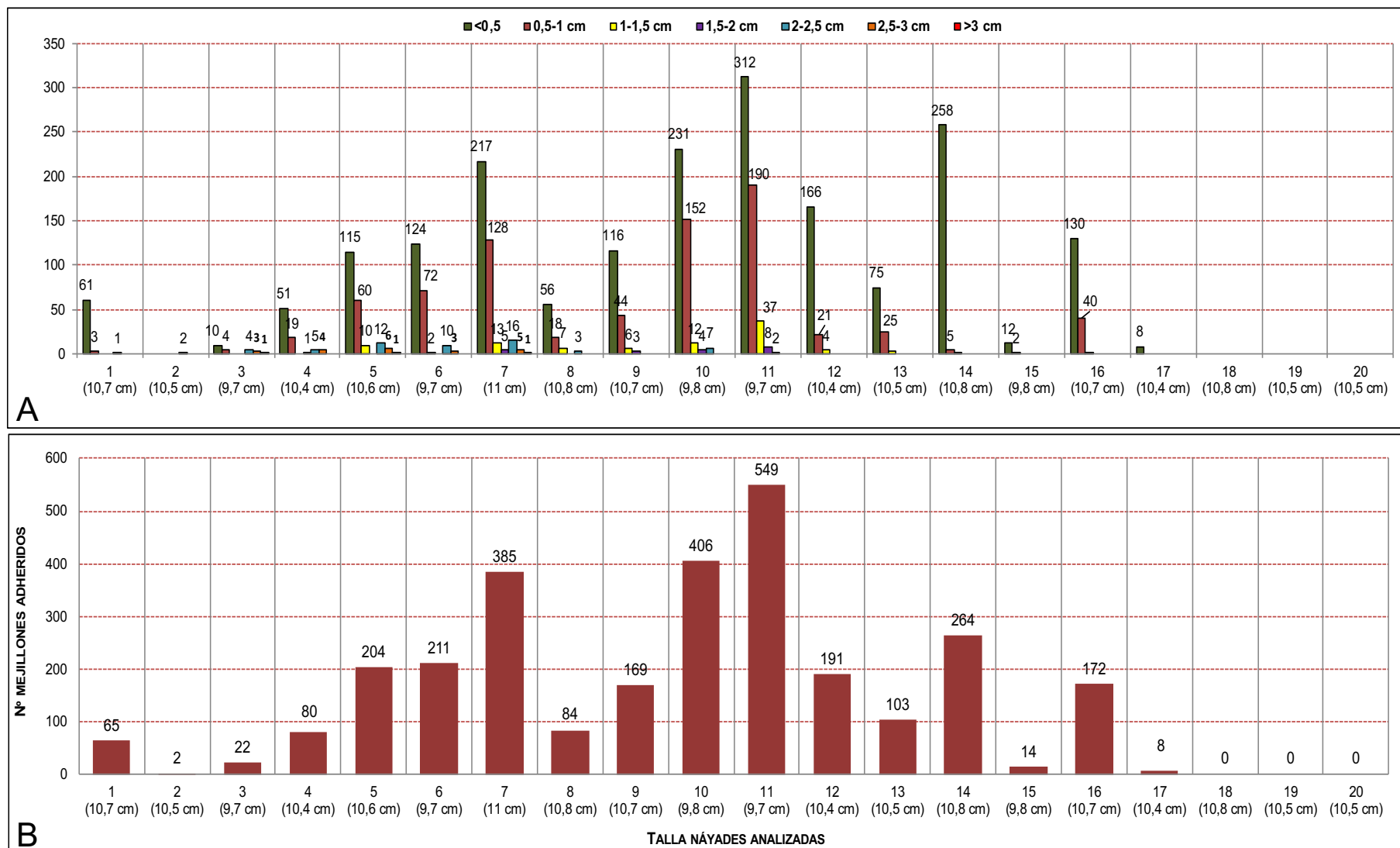


Figura 31 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2019.

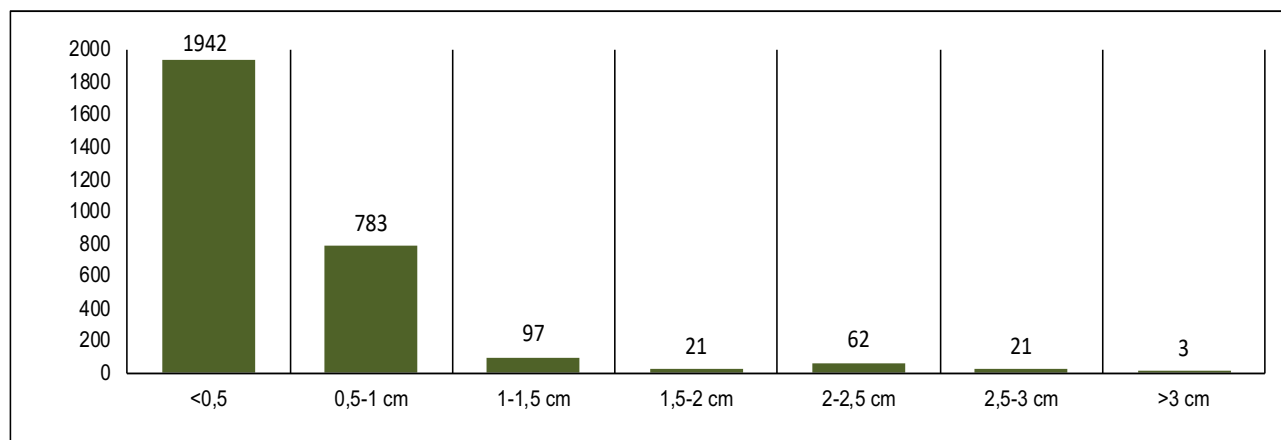


Figura 32 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

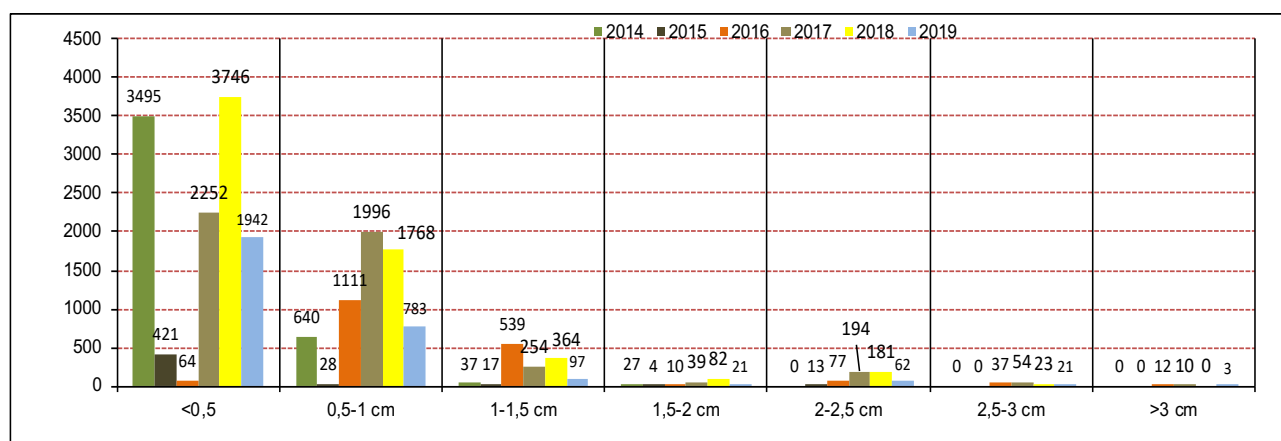
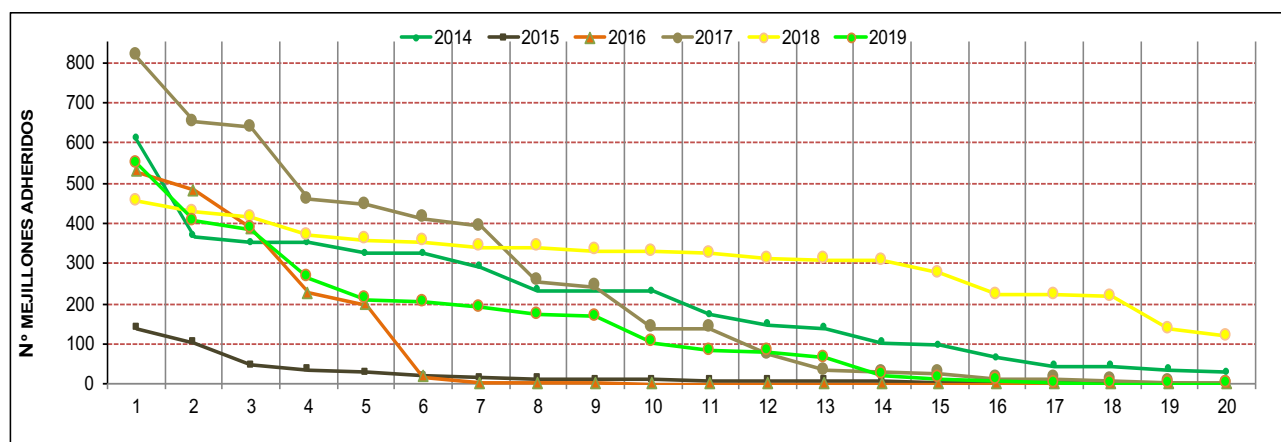


Figura 33 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

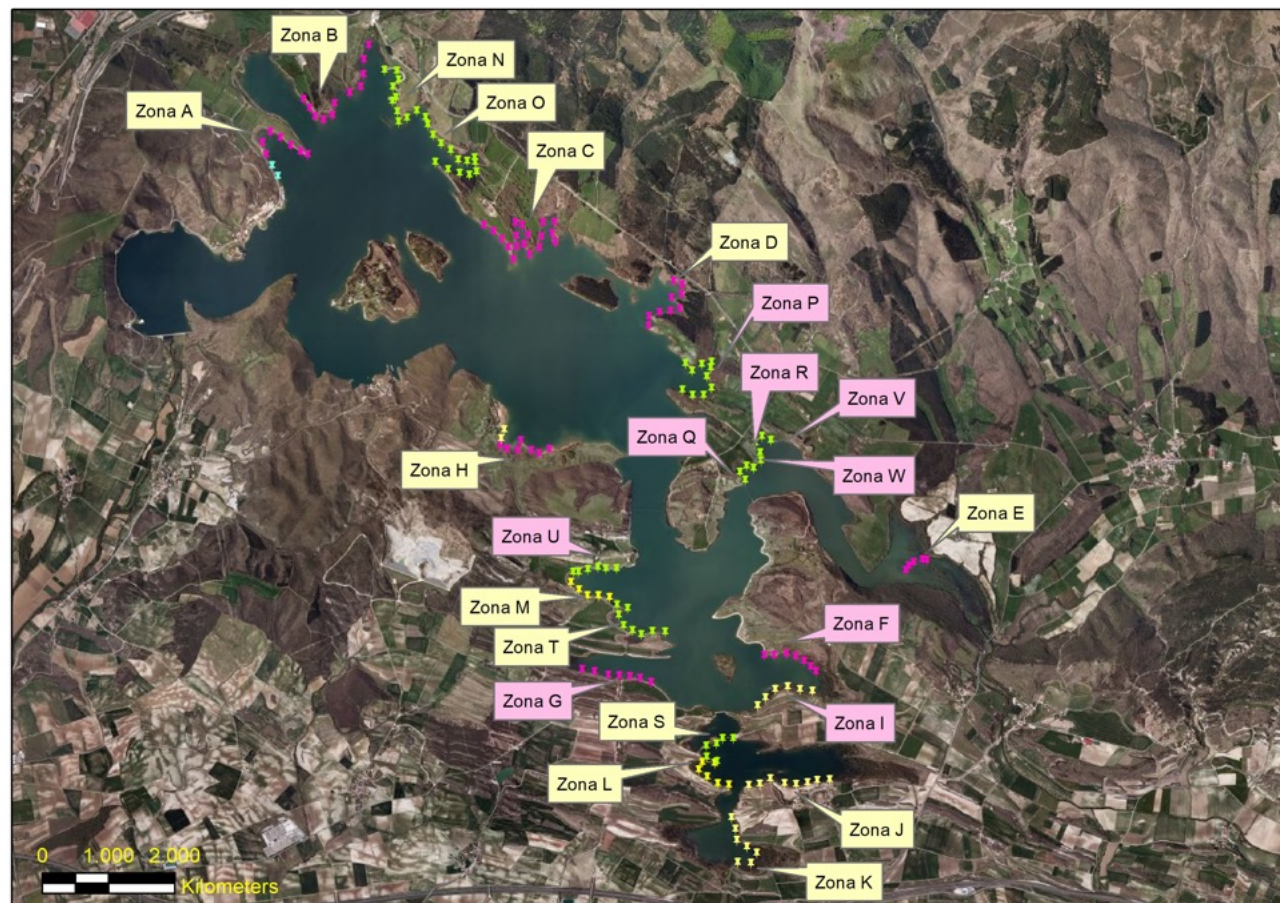


-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
2.929 individuos (172,3) individuos/uniónido

5.

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

Mapa 10 Zonas analizadas en el embalse de Ullibarri-Gamboa



ZONAS PROSPECTADAS EN EL EMBALSE DE ULLIBARRI-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 el periodo 2015-2019
--	--	---

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 11). 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 fijación 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 el 2019 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados recapturados durante los años 2012-2018 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 86 mejillones cebra adheridos sobre 6 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de 14,3 mejillones/uniónido. Estos resultados son significativamente menores a los detectados en cualquiera de las campañas anteriores, excepto en el año 2016, cuando se obtuvieron resultados muy similares a los obtenidos este año (13,1 mejillones/uniónido).

Los resultados obtenidos en la campaña previa del 2018, con un índice de fijación de 203,1 mejillones/uniónido, alertó sobre la situación de esta colonia de náyades, muy importante desde el punto de vista de conservación de las náyades en este embalse. Estos datos apuntaban a un aumento en la capacidad de reproducción y fijación de *Dreissena polymorpha* sobre esta población, alcanzando valores superiores al ratio de 100 mejillones/uniónido. Sin embargo, en 2019, y al igual que en otras zonas evaluadas en este embalse, los datos de fijación han disminuido a niveles similares a los observados en el inicio de la colonización de *D. polymorpha* en este reservorio. Las diferencias tan significativas en el índice de fijación observado entre los diferentes años, podrían tener una relación directa con el volumen de agua acumulado en el embalse durante la época de reproducción de *Dreissena polymorpha*. Durante el año 2018, a lo largo de la época estival y otoñal, se registró un volumen de agua por encima de la media de los últimos años. Sin embargo, en el 2019, el volumen de agua embalsada durante el periodo de primavera, verano e inicio de otoño se mantuvo por debajo de la media de los últimos años. Esta disminución en la cota de agua tiende a provocar una mortandad masiva de los agregados de mejillones cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas, lo que se podría ver reflejado en una menor tasa de reclutamiento anual y, como consecuencia, en un menor índice de fijación

sobre las náyades.

Se observa una oscilación de la dinámica de fijación en lo que respecta al tamaño predominante de los mejillones. En los resultados obtenidos en los primeros años de seguimiento de esta zona (2014-2106), los mejillones adheridos presentaban una talla predominante de 1-1,5 cm. que caracteriza a los ejemplares procedentes de un pico de reproducción de primavera. Sin embargo, durante las campañas del 2017 y 2018 se produjo un descenso significativo en el porcentaje de ejemplares de esta talla, obteniendo un porcentaje mayoritario de mejillones adheridos con tamaño ≤ 5 mm, indicando un predominio de fijación de los ejemplares procedentes de un evento reproductor ocurrido a finales de verano. En 2019 la mayoría de los mejillones adheridos tienen un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm. (54,65%), que se podría asignar a un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. A esta talla predominante, le sigue un 32,56% de ejemplares con tamaño ≤ 5 mm. 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.

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 2018, puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2018 al otoño de 2019, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de ser desinfestadas en el otoño de 2018.



Imágenes que muestran el descenso en la cota de nivel de agua en la Zona F y los escasos dreissenidos que presentan las náyades de esta colonia.

5.1.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 11)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 34).

En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 224 ejemplares de *Anodonta anatina*, cifra que disminuyó hasta 198 individuos en la réplica de muestreos efectuada durante el 2016. Se estimó una pérdida del 11,6% de la población de náyades a lo largo de estos dos años, un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras poblaciones. Durante los muestreos del 2019 se han contabilizado 113 individuos vivos a lo largo del recorrido (30 marcados en alguna de las campañas previas y 83 sin marcar), lo que supone una pérdida del 49,6% de los efectivos de esta colonia.

Se trata de un dato de pérdida muy elevado si se tiene en cuenta que esta es una de las zonas menos afectadas por la invasión del mejillón cebra en este embalse (Índice de fijación en 2019: 14,3 mejillones/uniónido). Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aunque en los inicios de la colonización de *D. polymorpha* y durante esta última campaña del 2019 los datos de fijación en esta zona han sido bajos, durante el año 2017 y 2018 fueron mucho más elevados. En 2018 la mayoría de los ejemplares recapturados presentaban más de 100 mejillones adheridos, llegando a detectar hasta 416 mejillones adheridos en un solo individuo. Por lo tanto, es posible que esta pérdida de efectivos pueda deberse a la afección sufrida principalmente durante los dos últimos años.

Figura 34 Número de náyades detectadas en la Zona F en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019.

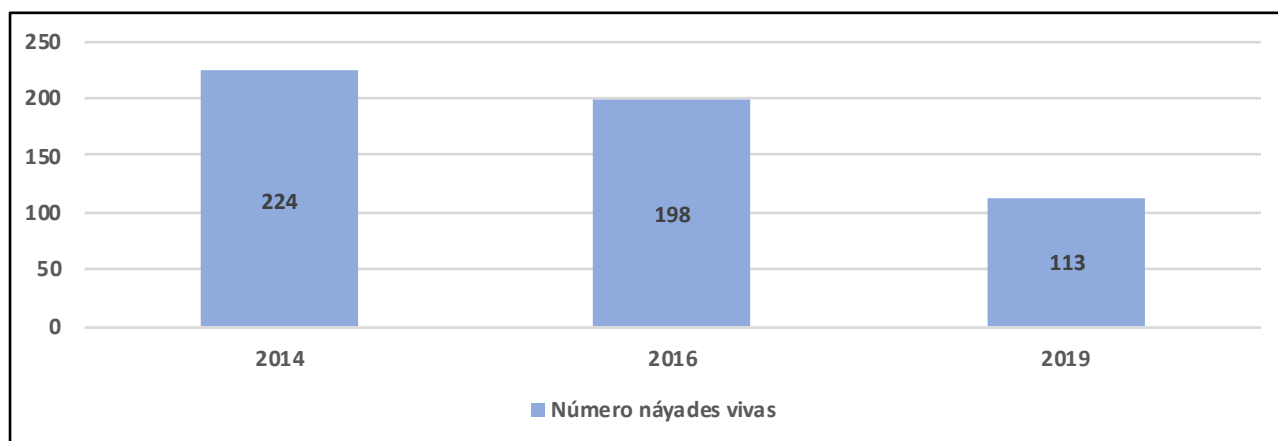


Figura 35 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

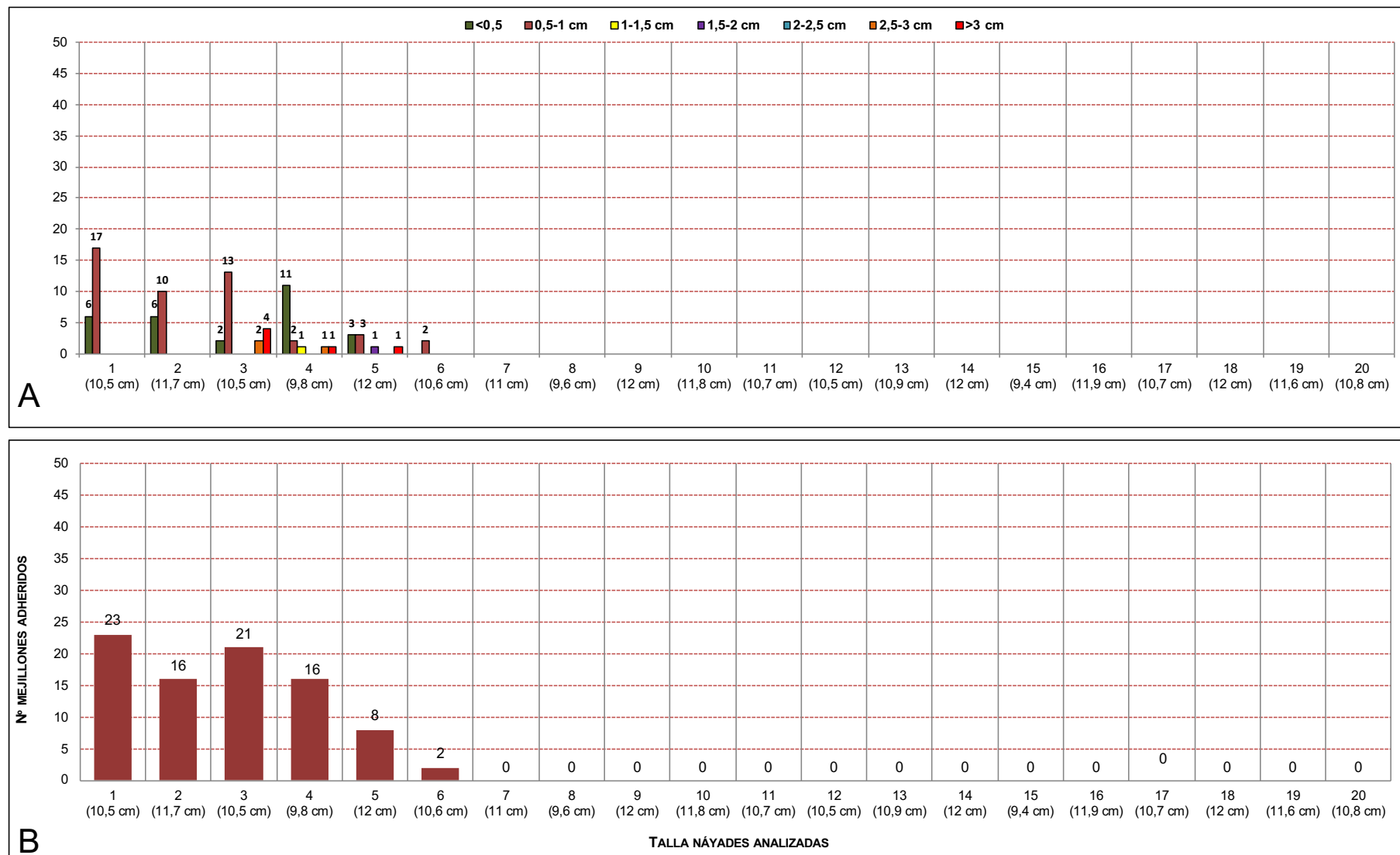


Figura 36 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Año 2019.

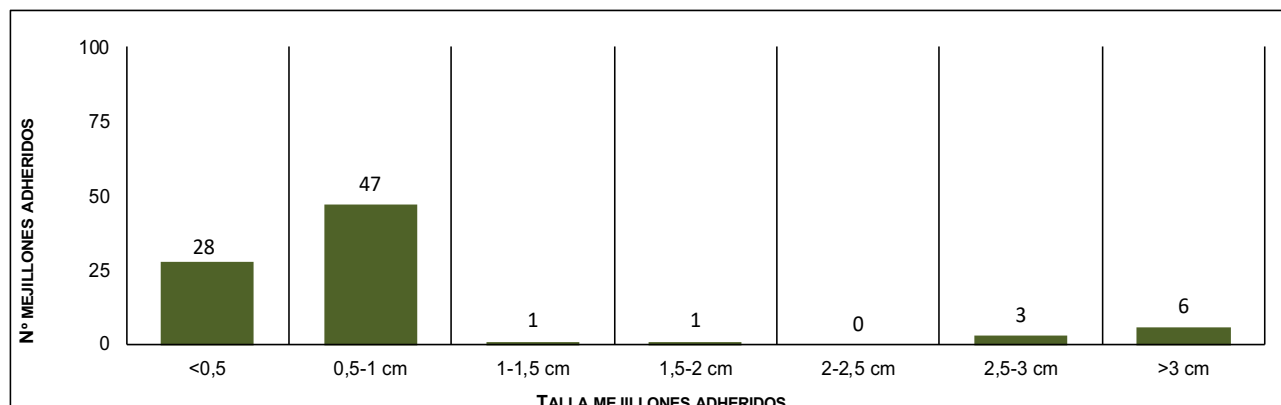


Figura 37 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

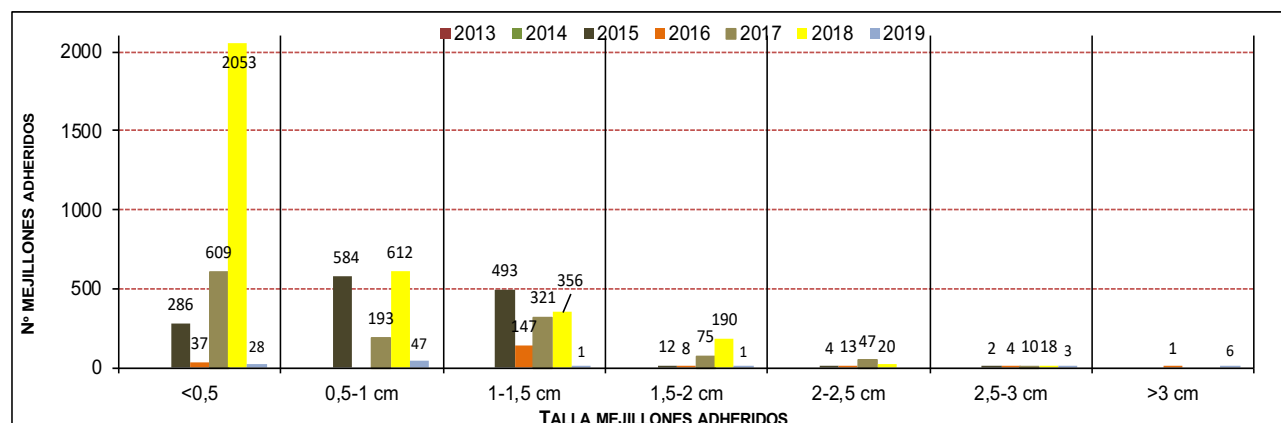
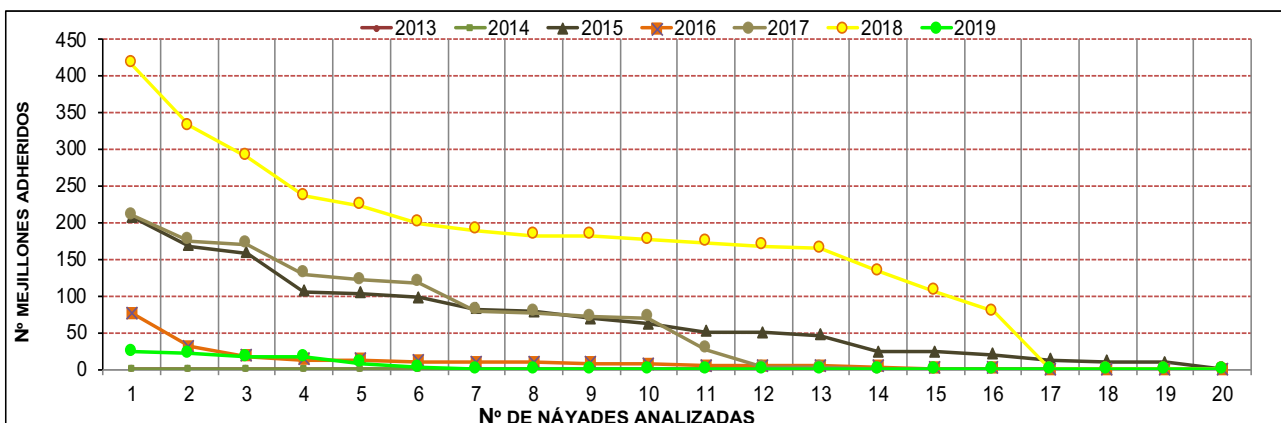


Figura 38 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
86 individuos (14,3 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 12). 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 y arrojando un índice 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 *D. polymorpha* en esta zona, pasando de un índice de 2,85 mejillones/uniónido a 20,4 mejillones/uniónido. Se consideró este periodo (del 2014 al 2015) como el inicio de la expansión de la especie de *D. polymorpha* en esta población. Sin embargo, la expansión en esta área se consideró baja comparándola con otras zonas de este embalse, donde la proliferación de *D. polymorpha* a lo largo de ese año resultó mucho más acusada.

Durante el 2019 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados durante los años 2014-2018 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 40-43. Se han contabilizado un total de **147 mejillones cebra** adheridos sobre 14 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **10,5 mejillones/uniónido**. Este valor de fijación es significativamente menor al registrado en los cuatro años anteriores de seguimiento (periodo 2015-2018; Tabla 4). En las campañas del 2015 y 2016 se obtuvieron unos valores de infestación muy similares y entre los más bajos de los detectados en este embalse (20,4 y 22,2 mejillones/uniónido, respectivamente). En 2017 (42,6 mej./uniónido) y 2018 (74,4% mej./uniónido) se produjo un aumento progresivo de la capacidad de colonización de *D. polymorpha* en esta zona, aunque en comparación con otras áreas de este embalse, su capacidad de expansión se consideró más lenta y limitada. El dato obtenido en 2019, el segundo valor de afección más bajo en este embalse (10,5 mejillones/uniónido), confirma la dificultad que presenta *D. polymorpha* para establecerse en este punto del embalse. Es probable, que el incremento experimentado en 2018 en el número de mejillones adheridos se viese favorecido por el mayor volumen de agua que presentaba el embalse durante la época estival y otoñal, por encima de la media de los últimos años. Además, cabe destacar que, durante los cinco años de seguimiento, el valor medio de fijación en esta zona nunca ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido. Ello puede ser debido a la presencia de un sustrato de tipo limoso, con un bajo porcentaje de gravas y piedras, lo cual podría dificultar la expansión del mejillón cebra en esta población.

Al igual que en los dos últimos años y a diferencia de lo observado en las campañas iniciales del 2015 y 2016, el mayor porcentaje de los mejillones recolectados durante el 2019 corresponde al tamaño ≤ 5 mm (46,3%), seguido del rango de tamaños 0,5-1 cm (39,5%). 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. El porcentaje de ejemplares que corresponderían al pico de

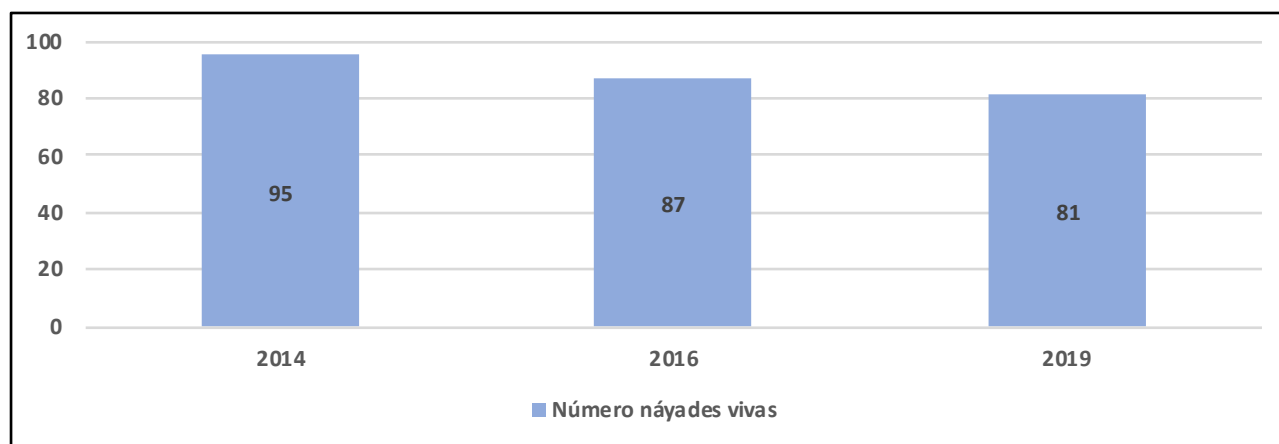
reproducción de primavera, con tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm (11,62%), son similares a los detectados en 2017 y 2018 y muy inferiores a los registrados en 2015 y 2016, cuando la mayor parte de los individuos contabilizados procedían del pico de reproducción de primavera. Estos cambios en la dinámica 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.



5.2.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 12)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 39).

Figura 39 Número de náyades detectadas en la Zona G en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016 y 2019.



En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 95 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 87 individuos, por lo que se estimó una pérdida del 8,4% de la población de *Anodonta anatina* localizada a lo largo de los tramos muestreados en esta zona. Durante los muestreos del 2019 se han



contabilizado 81 individuos vivos y 4 ejemplares muertos a lo largo del recorrido. Estos datos arrojan una pérdida del 14,7% de los efectivos de esta colonia, un porcentaje muy bajo, en comparación con otras zonas analizadas en este embalse y que tampoco se puede asignar exclusivamente a la presencia del mejillón cebra. Durante el 2019 no se ha detectado un incremento en el número de náyades muertas en comparación con los años previos a la colonización del mejillón cebra en esta zona.

Figura 40 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 2019.

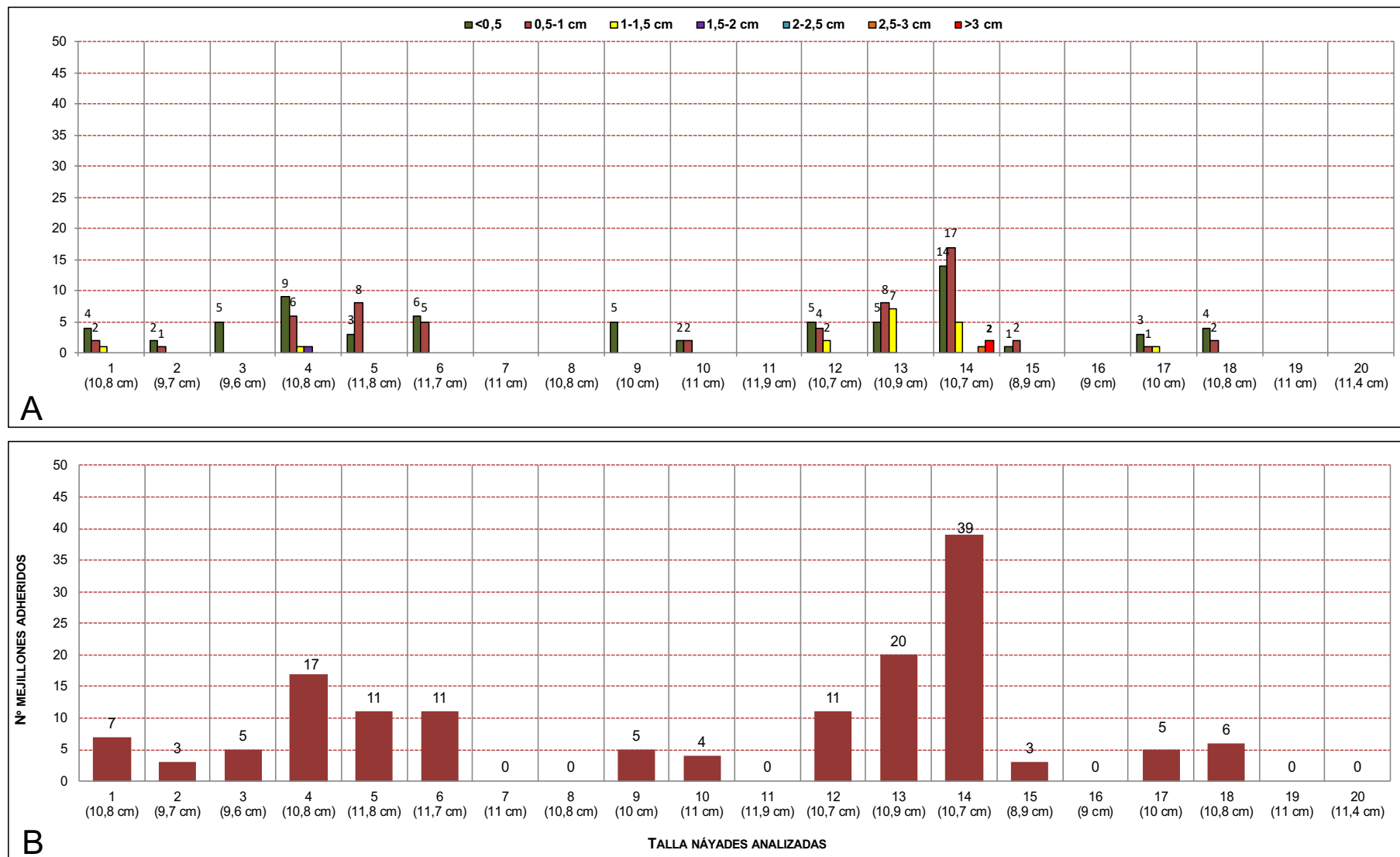


Figura 41 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G. Año 2019.

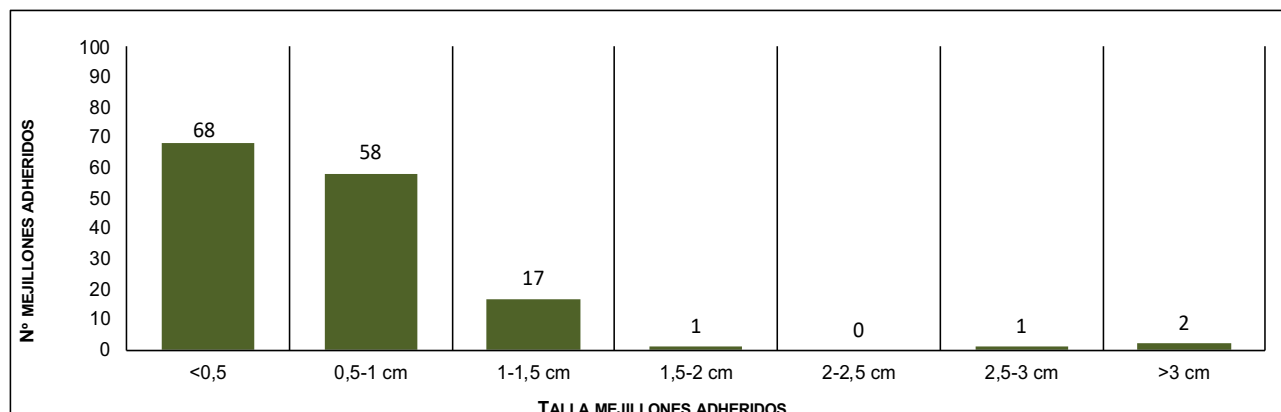


Figura 42 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

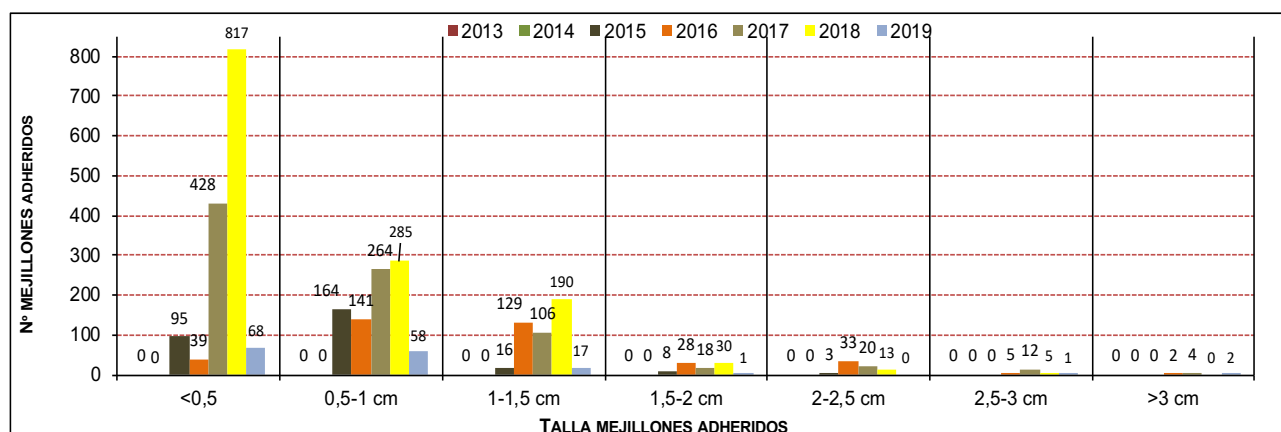
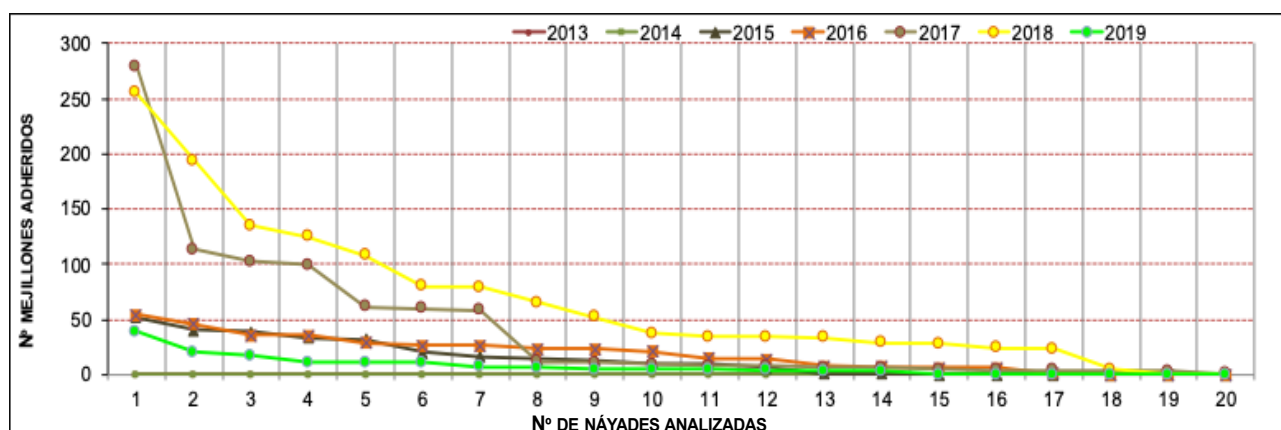


Figura 43 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
147 individuos (10,5 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 13), 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 náyades.

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. Ese año se detectó por primera vez la presencia de ejemplares de mejillón cebra fijados sobre la población de náyades, arrojando un índice de fijación de 19 mejillones/uniónido. Se consideró este periodo de tiempo (del 2014 al 2015) como el inicio de la expansión de la especie *D. 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 *D. polymorpha* a lo largo de ese año resultó mucho más acusada.

Durante esta campaña del 2019 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 45-48. Se han contabilizado un total de **73 mejillones cebra** adheridos sobre 13 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **5,6 mejillones/uniónido**. Este índice es el más bajo registrado en esta zona, desde el inicio de la colonización de *D. polymorpha* y contrasta con los resultados obtenidos en los últimos años.

Hasta el 2016 los valores de fijación se mantuvieron por debajo del ratio de 20 mejillones/uniónido, por lo que se consideró que la afección del mejillón cebra en esta población no era significativa y que presentaba una capacidad de expansión más lenta que en otros puntos. 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 podría dificultar la fijación de *D. polymorpha* sobre esta población. Sin embargo, en 2017 este índice se disparó hasta los 137,5 mejillones/uniónido (2.755 individuos), cifra que se volvió a incrementar en 2018, hasta alcanzar un valor de 211,9 mejillones/uniónido (4.237 individuos), por lo que se asumió la expansión y asentamiento de la especie en esta zona. Sin embargo, los datos obtenidos en 2019 (5,6 mejillones/uniónido) contradicen este hecho y reflejan un descenso muy significativo de la capacidad de infestación sobre esta población de náyades. Estas oscilaciones tan marcadas en la dinámica de fijación de *D. polymorpha*, podrían estar relacionadas con las diferencias que se dan en el volumen de agua embalsada cada año. El volumen medio registrado en 2018 fue superior a la media de años anteriores, lo que pudo favorecer una mayor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras. Mientras que, en 2019, el volumen registrado en verano y otoño fue inferior a la media de los últimos años, lo que provocó la muerte masiva de los mejillones cebra que ocupaban las zonas más someras.

Respecto al tamaño de los mejillones cebra contabilizados, se observa una oscilación en las tallas predominantes a lo largo de las diferentes campañas de seguimiento. Durante el 2016 y 2017 los ejemplares

fijados en la época de primavera (Talla 1-1,5 cm.) tomaron mayor relevancia (2016: 65,4%; 2017: 31,3%). Sin embargo, durante los dos últimos años, las clases de tamaño dominantes corresponden a los picos de reproducción producidos en la época de verano [(2018: Talla $\leq 5\text{mm}$: 46,3%; Talla 0,5-1 cm: 27%) (2019: Talla $\leq 5\text{mm}$: 31,5%; Talla 0,5-1 cm: 28,7%)]. Estas oscilaciones, podrían estar también relacionadas con el volumen de agua embalsada registrado en cada año y/o a cambios en las corrientes que alcanzan esta zona, generando un mayor o menor aporte de larvas en cada época que podría estar influyendo en los picos de fijación.

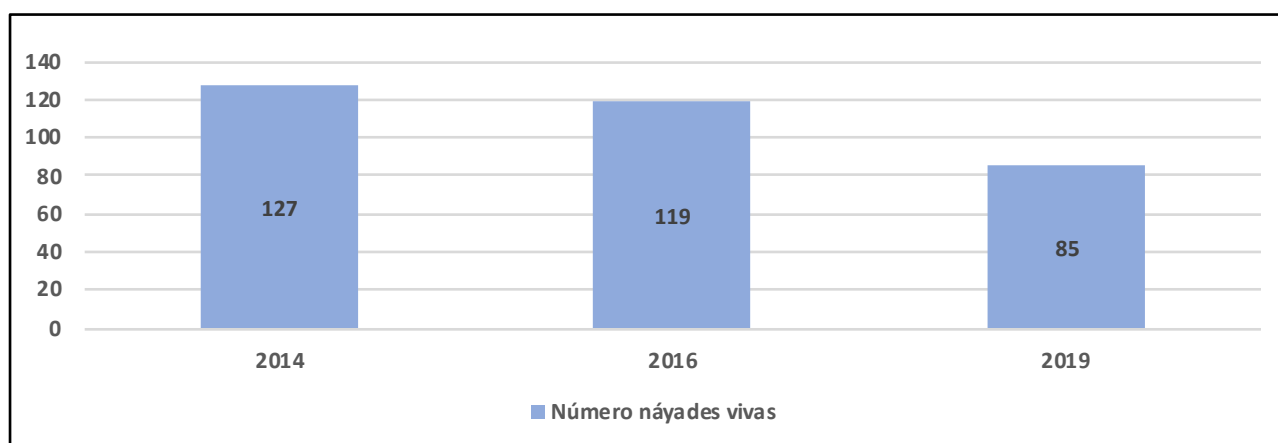


Imágenes que muestran la acumulación conchas de mejillón cebra en la orilla y algunas de las náyades capturadas durante el muestreo

5.3.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2013; (Anexo I, Mapa 13)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 44).

Figura 44 Número de náyades detectadas en la Zona I en los muestreos realizados en los años 2013, 2016 y 2019.



En el muestreo realizado en el año 2013 se detectaron 127 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 119 individuos, por lo que se estimó una disminución del 6,2% en los efectivos de esta población de *Anodonta anatina*. Se trata de un porcentaje muy bajo, en comparación con otras zonas, lo que sumado a que no se detectó un incremento en el número de náyades muertas en comparación con los años previos, se concluyó que esta disminución también podría deberse a una menor capacidad de detección durante este muestreo. Durante los muestreos del 2019 se han contabilizado 85 individuos vivos y 14 ejemplares muertos a lo largo del recorrido. Estos datos arrojan una pérdida del 36,2% de los efectivos de esta colonia, un porcentaje significativo teniendo en cuenta que se trata de una de las zonas menos afectadas por el mejillón cebra, con un índice de fijación en 2019 muy bajo (5,6 mejillones/uniónido). Sin embargo, hay que tener en cuenta que, tanto en 2017 como en 2018, el índice de fijación en esta población superó el ratio de 100 mejillones/uniónido. Además, en 2018 todos los ejemplares marcados y recapturados, presentaban mejillones adheridos, contabilizando hasta 392 mejillones fijados sobre un único ejemplar de *Anodonta anatina*. La afección sufrida por esta población en los últimos dos años podría explicar la disminución en el número de ejemplares detectada en 2019.

Figura 45 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 2019.

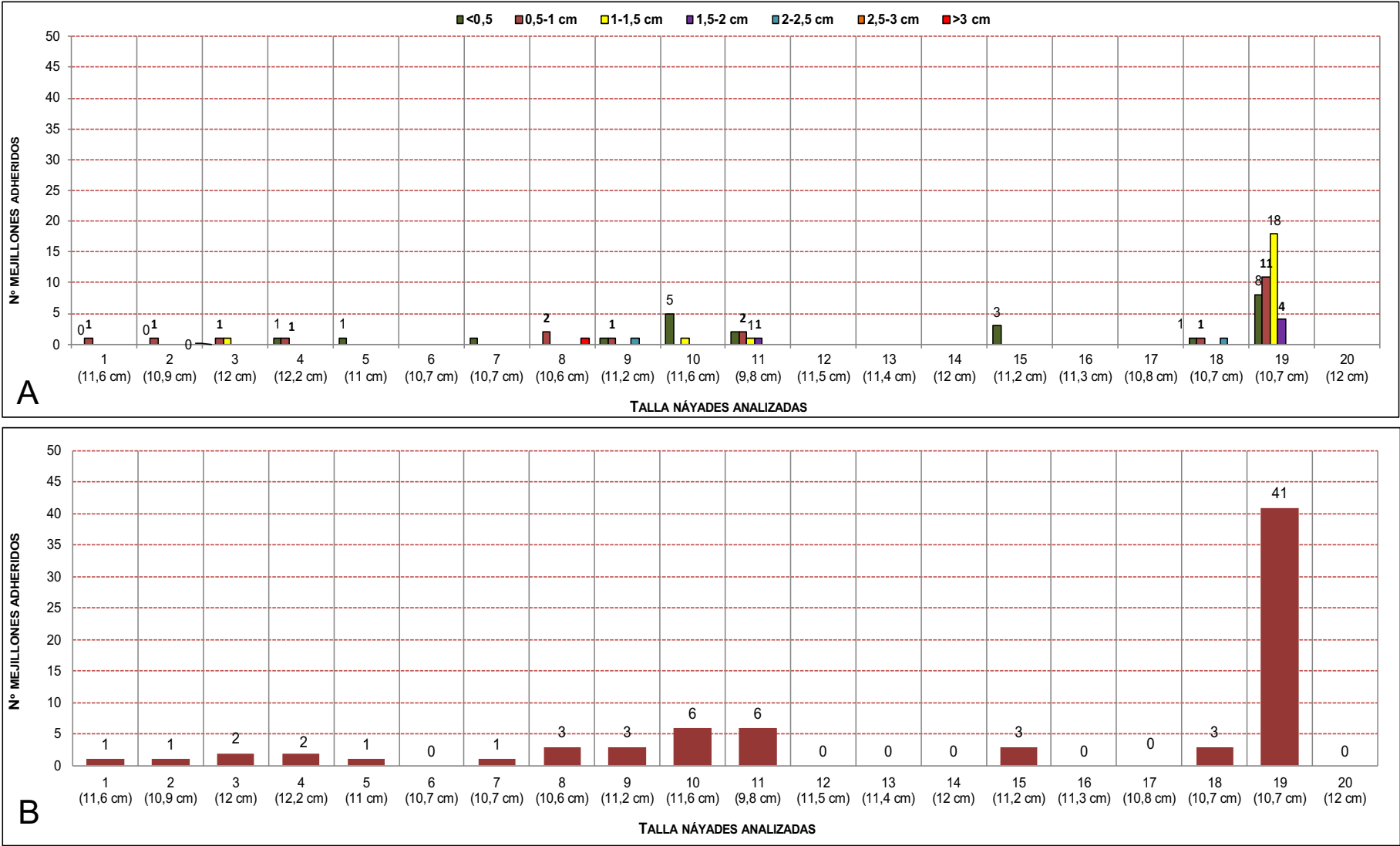


Figura 46 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Año 2019.

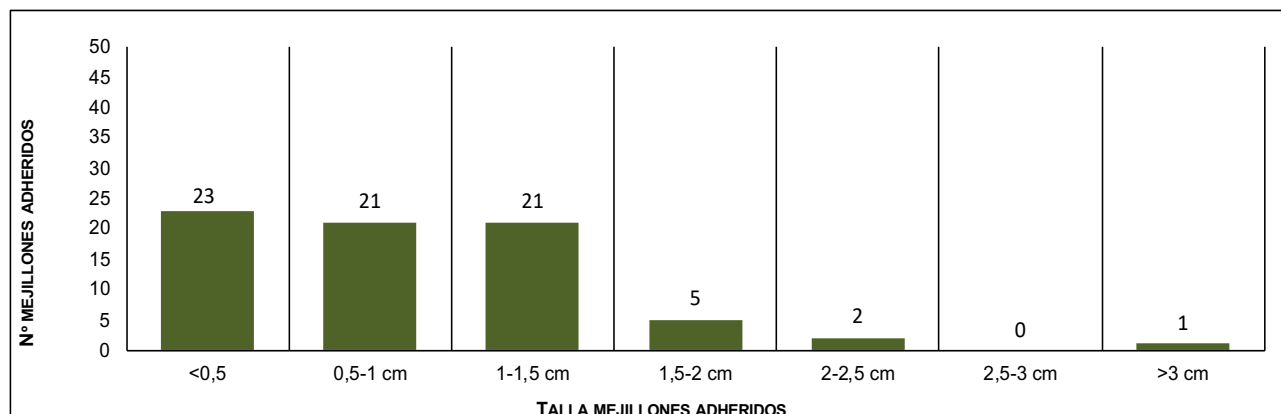


Figura 47 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

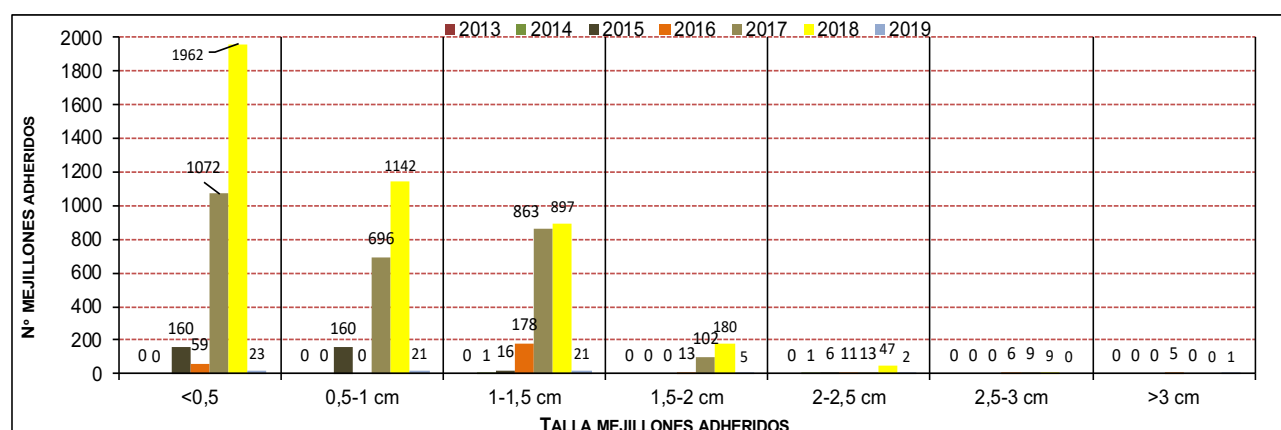
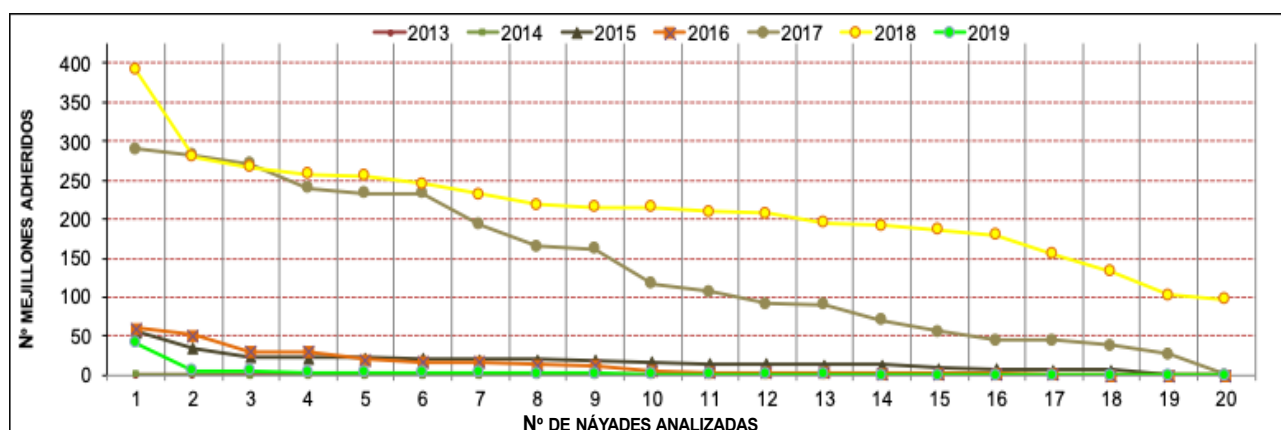


Figura 48 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
73 individuos (5,6 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 14). Presenta un fondo 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. Presentaban 118 mejillones adheridos, arrojando 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 *D. 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). Sin embargo, en 2018 se produjo un incremento significativo respecto a los índices detectados en años anteriores, duplicando el valor detectado en 2017 (314,4 mejillones/uniónido), y acercándose a los elevados valores de colonización detectados en el 2015 (412,9 mejillones/uniónido; 8.258 individuos). Estos valores suponen un riesgo para la supervivencia de las náyades en esta zona.

Durante esta campaña del 2019 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 50-53. Durante esta campaña se han contabilizado un total de **4.471 mejillones cebra** adheridos sobre 15 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, 5 de las cuales no presentaban mejillones adheridos, lo que se traduce en una media de **298,1 mejillones/uniónido**. Estos resultados son similares a los detectados en la campaña previa del 2018 y contrastan con la tendencia observada en otras poblaciones de este embalse, donde en 2019 la mayoría de ellas han registrado una disminución significativa en su índice de fijación respecto a los datos observados en 2018. En esta zona, y a pesar de que en 2016 y 2017 se observó una tendencia a la baja en la capacidad de fijación de *D. polymorpha* sobre las náyades, en 2019 se mantiene un elevado índice de mejillones adheridos que ponen en riesgo esta colonia. Así como en otras zonas se ha apuntado que el menor volumen de agua embalsada en 2019 podría haber influido en una menor densidad de mejillones adheridos sobre las náyades, en esta zona no se ha observado esta correlación. Su seguimiento en el tiempo resulta esencial para conocer si estos índices se mantienen en estos valores, indicando una estabilización de la colonización y determinar cómo influye en la supervivencia de esta colonia de náyades.

Al igual que en el 2018, en esta última campaña del 2019, el mayor porcentaje de los ejemplares fijados sobre las náyades corresponden a los eventos de reproducción producidos al inicio de la época verano (Talla ≤ 5 mm: 2.600 individuos, 58,15%), siendo éste el año de seguimiento donde se ha registrado el mayor porcentaje de ejemplares correspondiente a esta talla. El siguiente rango de tamaños más frecuente corresponde a los ejemplares procedentes de un evento reproductor ocurrido a finales de verano (Talla 0,5-1 cm: 866 individuos, 19,37%), talla que pierde relevancia respecto a años anteriores. También se recolectaron mejillones con talla comprendida entre 1-1,5 cm (681 individuos; 15,23%), 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.

Generalmente, este embalse sufre una disminución paulatina de la cota de agua a partir de la época estival. 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. 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 observado durante el 2018 en la densidad de mejillones cebra fijados sobre la colonia de náyades, respecto a años anteriores. Sin embargo, no explica los datos registrados durante el 2019, donde la cota de agua se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años. Este hecho alerta sobre la capacidad de colonización y fijación que presenta *D. polymorpha* en esta zona. Este es el quinto 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.



Imagen que muestra las náyades muertas detectadas durante el muestreo, algunas de ellas marcadas. Y una náyade recién muerta que no podía cerrar las valvas.

5.5.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2013; (Anexo I, Mapa 14)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 49).

En el muestreo realizado en el año 2014 se detectaron 74 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 52 individuos. Entonces se estimó una disminución del 29,7% en los efectivos de esta población. En ese momento se resaltó que este valor podría estar influido por el hecho de que se trata de una zona difícil de muestrear y con una densidad no muy elevada de náyades que podría influir en la detección de las mismas. Durante los muestreos del 2019 se han contabilizado 11 individuos vivos (8 marcados en alguna de las campañas previas de seguimiento; 3 sin marcar) y 18 ejemplares muertos. Estos datos arrojan una pérdida del 85,1% de los efectivos de esta colonia. El sustrato en este punto ha cambiado significativamente y, actualmente, es muy complicado llegar a distinguir las náyades completamente cubiertas de mejillones cebra en un sustrato totalmente cubierto de dreissenidos. Por ello, hay destacar que, aunque la superficie de

muestreo y los medios han sido exactamente los mismos que los empleados en el año 2014 y 2016, durante esta prospección se ha dedicado un tiempo de esfuerzo mayor a la búsqueda y recolección de las náyades. A pesar de ello, tan solo se han conseguido detectar 11 ejemplares. Atendiendo a estos resultados, y teniendo en cuenta también los índices de fijación de dreissenidos medidos sobre las náyades, se trata de una población seriamente amenazada con pocas probabilidades de mantenerse en el tiempo.

Figura 49 Número de náyades detectadas en la Zona Q en los muestreos realizados en el año 2014, 2016 y 2019.

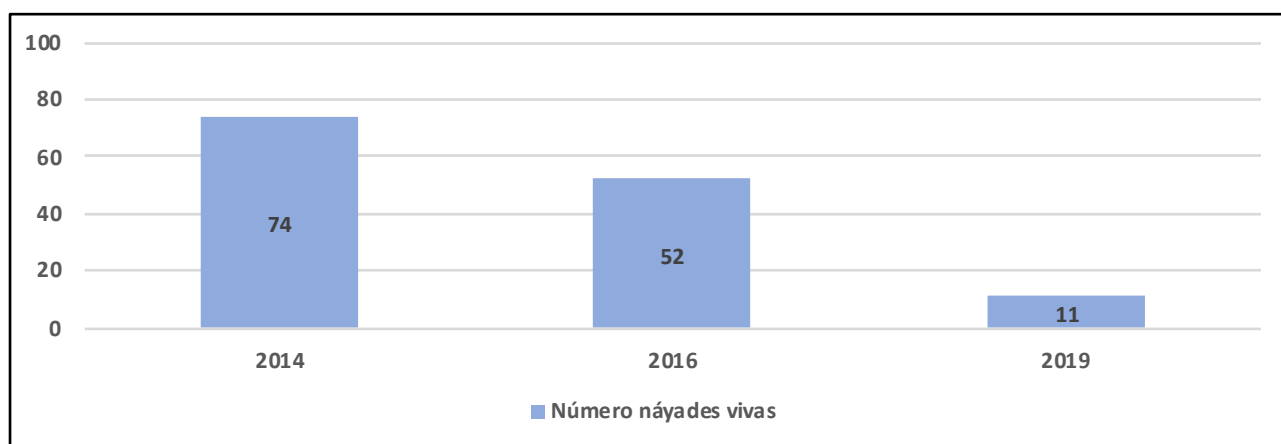


Figura 50 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebrá contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

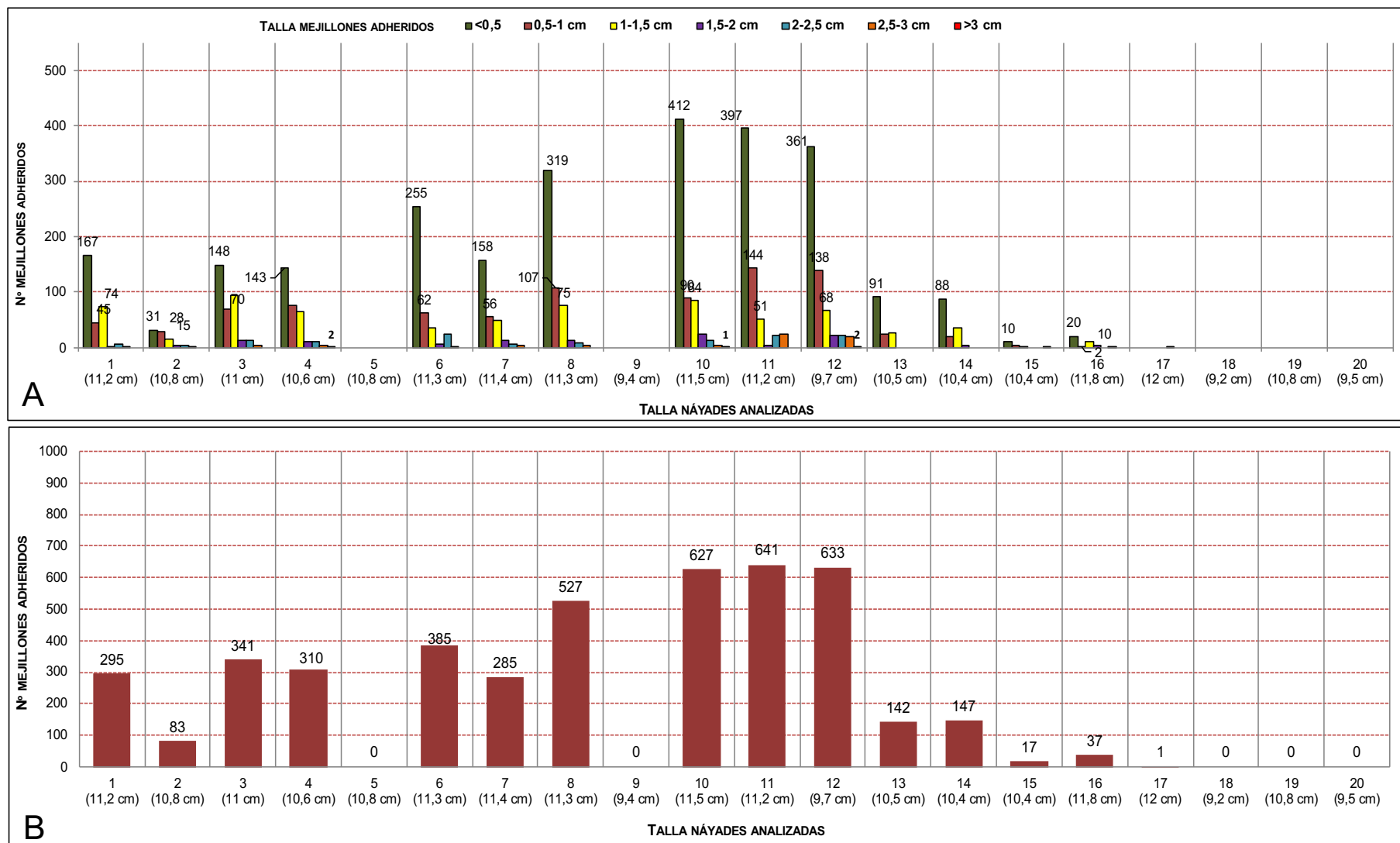


Figura 51 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2019.

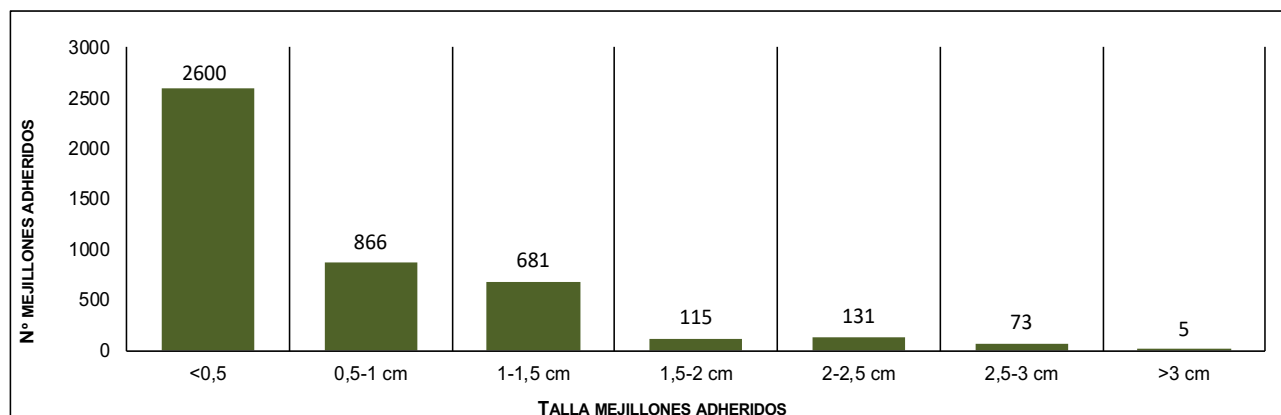


Figura 52 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

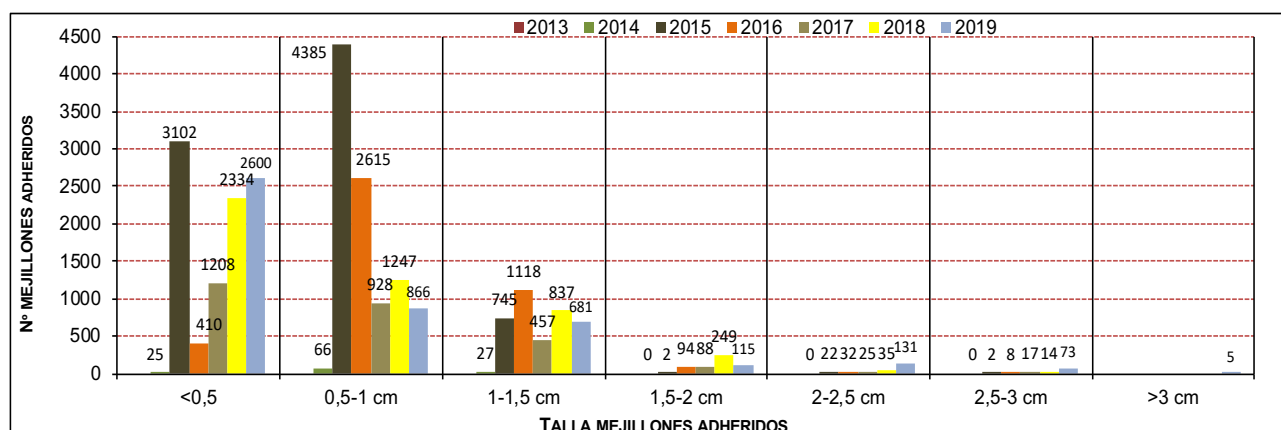
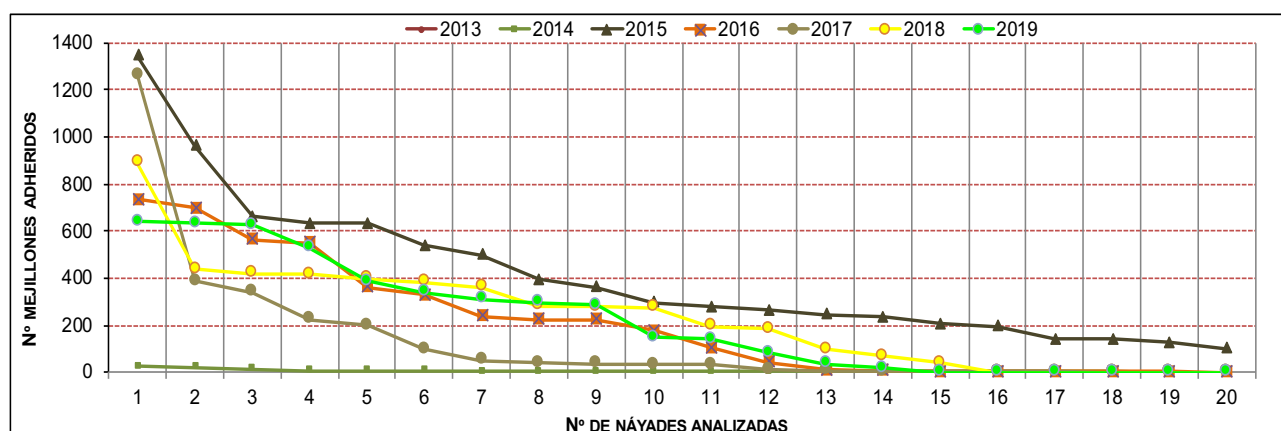


Figura 53 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*:
4.471 individuos (298,1 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 15). 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 las siete restantes portaban 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 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 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 se 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. En 2018 se continuó con esta diferenciación de las áreas de muestreo en la Zona R. Los resultados obtenidos en ambas zonas resultaron significativamente superiores a los resultados obtenidos en estas mismas zonas en la campaña anterior (R1: 298,4 mejillones/uniónido; R2: 180,9 mejillones/uniónido) y volvieron a denotar una notable diferencia en el grado de infestación entre áreas contiguas, dependiendo del tipo de sustrato predominante.

Durante esta campaña del 2019 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 las dos últimas campañas la zona R1 y la zona R2.

5.5.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 55-59. En la Zona R1 se han contabilizado un total de **3.592 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas lo que se traduce en una media de **179,6 mejillones/uniónido**. En la Zona R2 se han contabilizado un total de **1.105 mejillones cebrá** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **55,3**

mejillones/uniónido. Estos resultados son significativamente inferiores a los resultados obtenidos en estas mismas zonas en la campaña anterior del 2018, sobre todo en lo que respecta a la zona R2 (Tabla 4). Al igual que se ha apuntado en otras zonas de este embalse, el descenso observado en el índice de fijación durante el 2019, podría estar relacionado con las diferencias que se dan entre los diferentes años en el volumen de agua embalsada. El volumen medio registrado en 2018 fue superior a la media de años anteriores, lo que pudo favorecer una mayor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras. Mientras que, en 2019, el volumen registrado fue inferior a la media de los últimos años, provocando la muerte de estos ejemplares cuando disminuye la cota de embalse a finales del verano y en el otoño.

Al igual que en años anteriores, las dos clases de tamaños predominantes de los mejillones recolectados sobre las náyades, en ambas zonas, parecen corresponder a los ejemplares procedentes de dos picos de reproducción ocurridos durante la época del verano [(Zona R1. Talla $\leq 5\text{mm}$: 66,17%, 2.377 individuos; Talla 0,5-1 cm: 18,04%, 648 individuos)], [(Zona R2. Talla $\leq 5\text{mm}$: 64,98%, 718 individuos; Talla 0,5-1 cm: 15,66%, 173 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 reproductores de la época de primavera (Talla 1-1,5 cm), un 10,8% (388 ejemplares) en R1 y un 14,57% (161 ejemplares) en R2. Estos resultados evidencian la capacidad de reproducción y fijación que presenta *D. polymorpha* en esta zona en ambas épocas.



Imágenes donde se puede observar el aspecto de la zona de muestreo R y aspecto que muestran las náyades capturadas en el exterior de la ensenada (R2) cubiertas de mejillones, casi imposible distinguir que se trata de una náyade.

5.6.1 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2014; (Anexo I, Mapa 15)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 54). En los muestreos realizados en 2014 y 2016 no se tenía todavía en cuenta la diferenciación entre zonas R1 y R2, pero en 2019 si se ha tenido en cuenta esta diferenciación y el número de ejemplares detectados en cada una de estas zonas de la ensenada.

En 2014 se detectaron 61 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 35 individuos por lo que se estimó una disminución del 42,6% en los efectivos de esta población en tan solo 2 años. Los resultados obtenidos en 2019 para las dos zonas diferenciadas en 2017 son las siguientes (Figura 54): R1, 3 ejemplares (1 sin marcar previamente, 2 marcadas en anteriores campañas); R2, 20 ejemplares (12 sin marcar, 8 marcadas previamente). De acuerdo a estos resultados, la colonia situada en la zona R1 se puede dar prácticamente por desaparecida. En esta área el sustrato de gravas aparece completamente tapizado por agregados de mejillón cebra, resultado muy difícil distinguir las náyades, que también aparecen completamente recubiertas de dreissenidos. En la zona R2, donde el tipo de sustrato parece limitar la colonización de mejillón cebra, las náyades que no portan una importante densidad de mejillones adheridos, permanecen completamente enterradas en el sustrato blando, asomando únicamente los sifones.

Teniendo en cuenta el número total de náyades detectadas entre ambas zonas (R1 y R2), los resultados arrojan una pérdida del 63,2% de los efectivos de esta colonia. Aunque en el 2019 se ha producido una disminución significativa en el índice de fijación sobre las náyades, hay que recordar los datos de fijación obtenidos en el 2016 (723,9 mejillones/uniónido; 4.658 individuos). Estos datos señalaban a esta población como una de las colonias de náyades donde la proliferación de *D. polymorpha* había sido más acusada, lo que hacía prever la pérdida inmediata de esta población de náyades. En 2017 y 2018 se obtuvieron valores más bajos, pero seguían superando el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado como el umbral de supervivencia para las náyades.

Figura 54 Número de náyades detectadas en la Zona R1 durante los muestreos realizados en el año 2014 y 2016

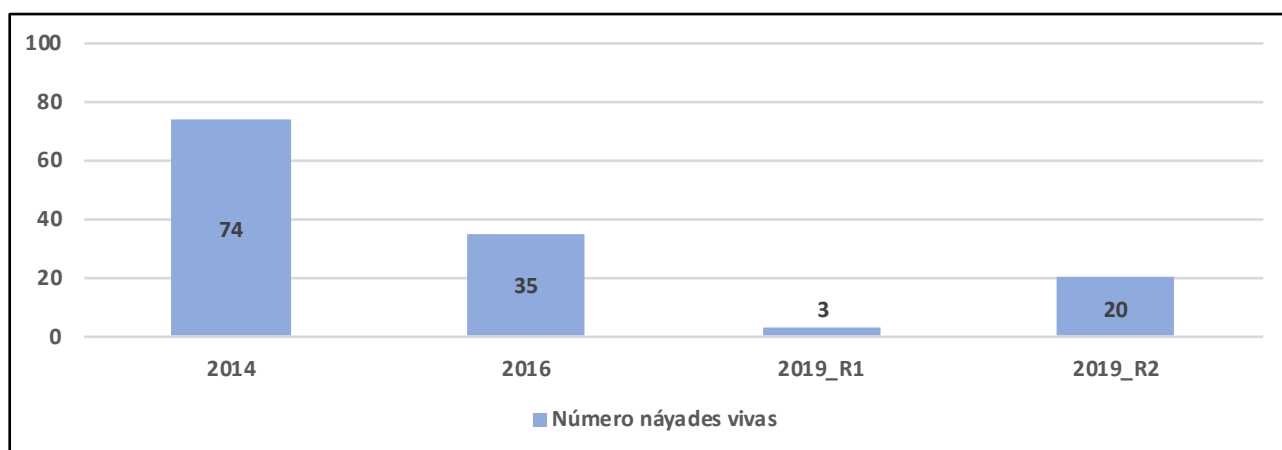


Figura 55. Número de ejemplares de *D. polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2019.

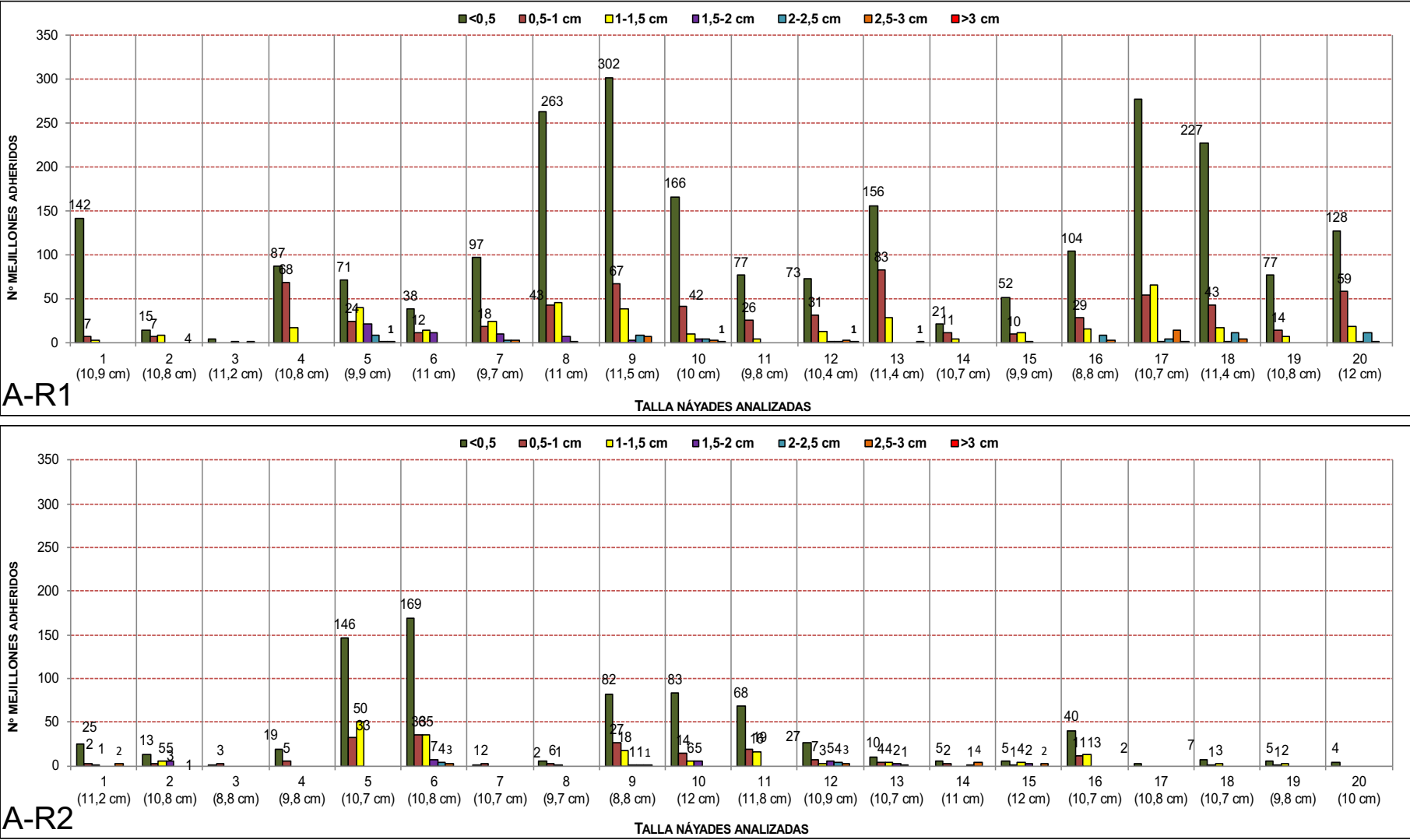


Figura 56. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2019.

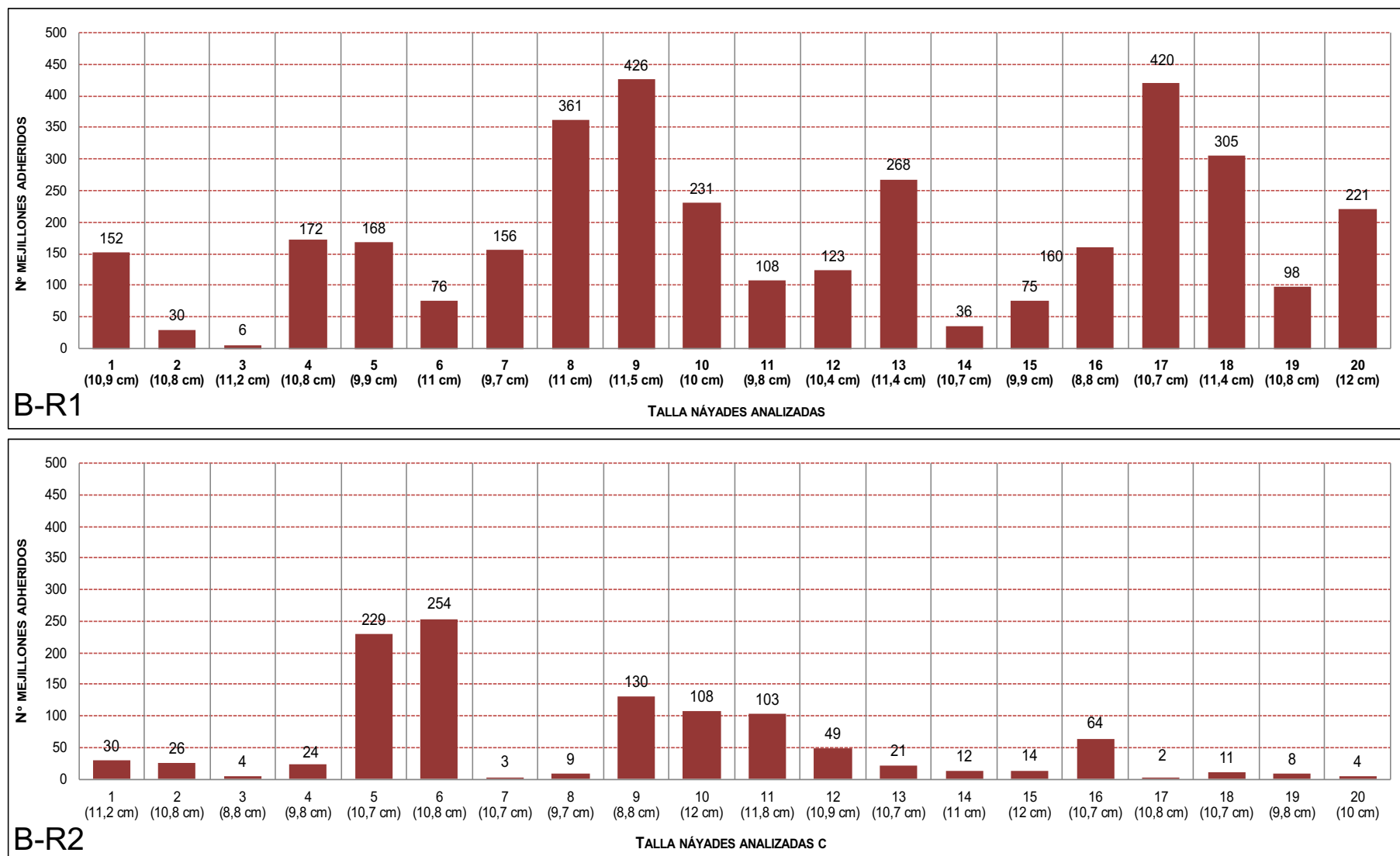


Figura 57 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2019.

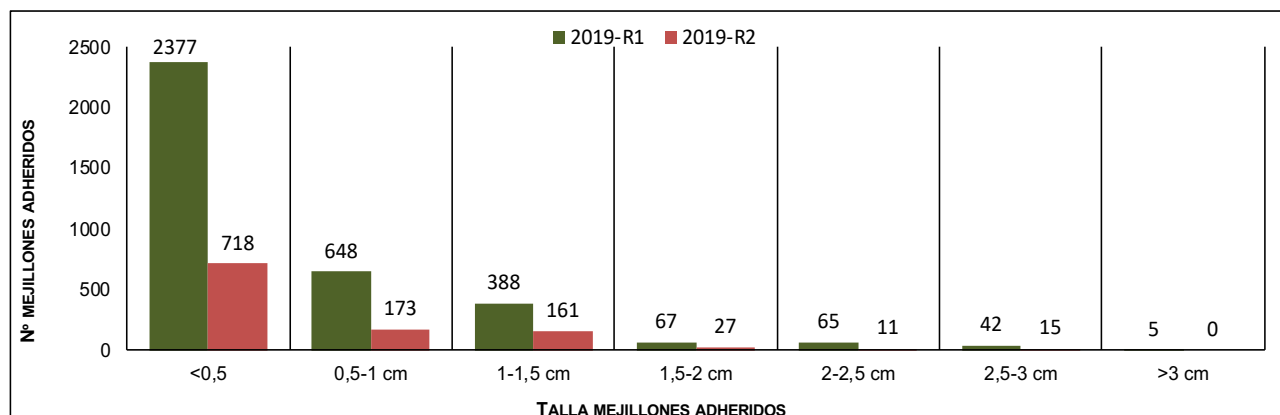


Figura 58 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

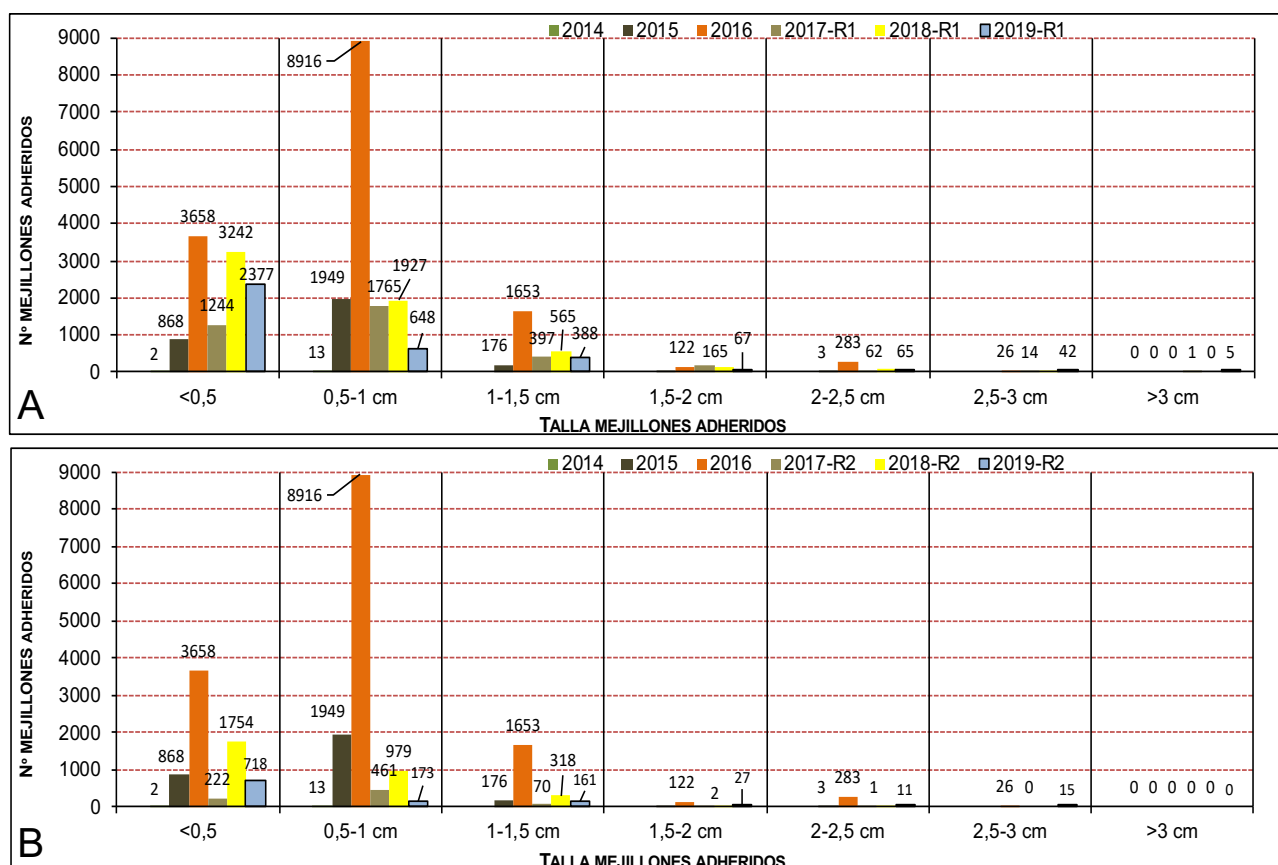
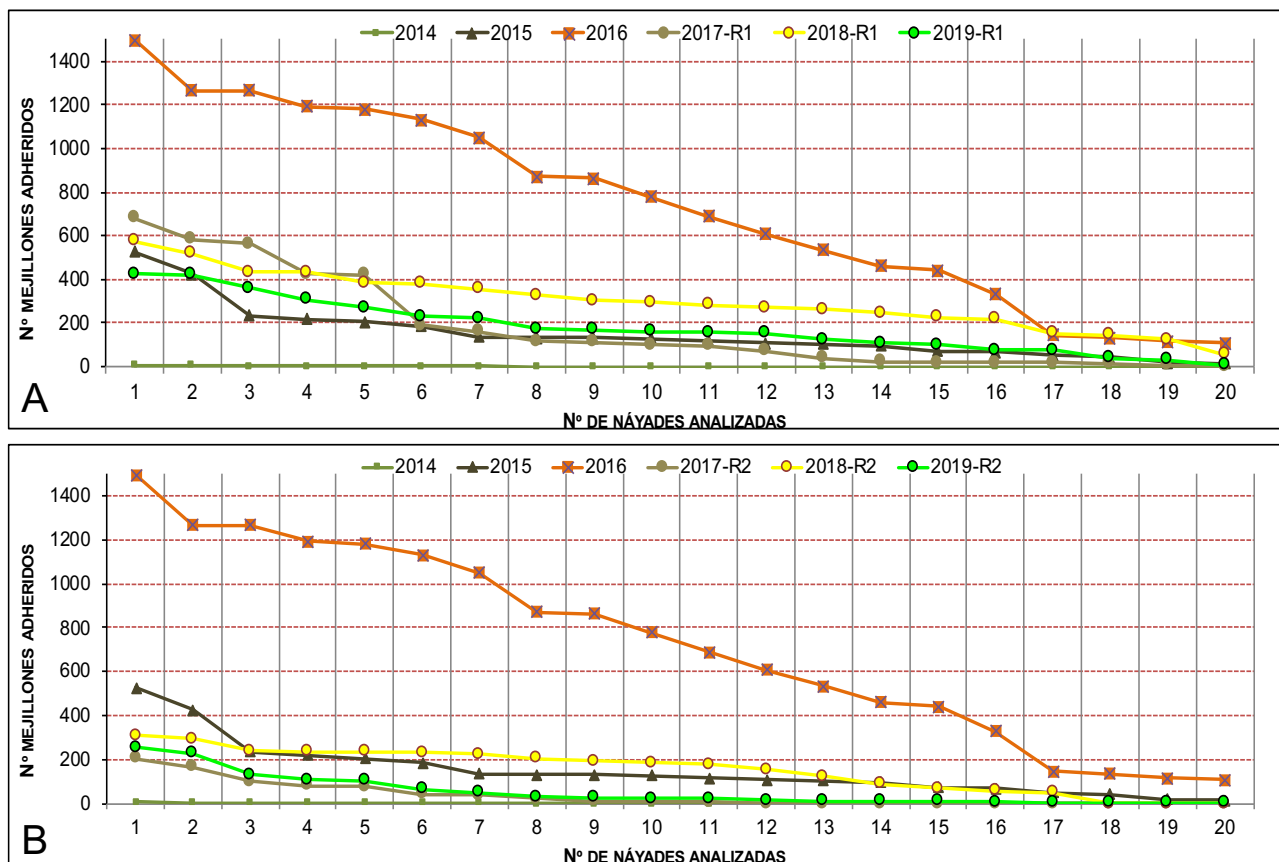


Figura 59 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en las Zonas R1 y R2, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* que presentaban mejillones adheridos. **R1: 3.592 (179,6 individuos/uniónido); R2: 1.105 (55,3 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 16). 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 contabilizaron 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 *D. 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). Sin embargo, durante el 2018 se volvió a experimentar un incremento significativo en el índice de fijación, contabilizando 451,9 mejillones/uniónido (9.037 mejillones cebra), un valor similar al detectado en 2016.

Durante esta campaña del 2019 se ha vuelto a prospectar la zona con el fin de continuar con el seguimiento de los ejemplares marcados previamente y evaluar la dinámica de colonización de esta especie a lo largo del tiempo. Sin embargo, tan solo se han podido recapturar 5 de las náyades marcadas en esta zona, por lo que creemos que se trata de una población que se puede dar por desaparecida y sobre la que ya no es posible realizar el seguimiento. Además, hasta el 2017 siempre aparecía alguna náyade sin marcar, pero durante 2018 y 2019 no se ha detectado ninguna. Creemos que esta situación es una clara consecuencia de los índices de fijación medidos en los últimos años, que ha provocado la desaparición de esta pequeña colonia. Incluso, a pesar de trabajar con ejemplares que son recapturados anualmente y a los que se les elimina los mejillones adheridos año tras año, el tiempo que pasan con esas densidades de mejillones adheridos termina por causarles una importante afección.



Imágenes que muestran dos de las náyades recogidas en la zona U, completamente cubiertas de mejillones cebra y totalmente limitadas para desplazarse.

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 *D. 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 17). Se trata de una continuación de la Zona R2, 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 *D. 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 del mejillón cebra 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, para volver a verse incrementado de nuevo en 2018 hasta los 557 mejillones/uniónido (11.139 mejillones adheridos). Ante estos resultados, se consideró importante continuar en 2019 con el seguimiento y evaluación de la colonización en esta zona.

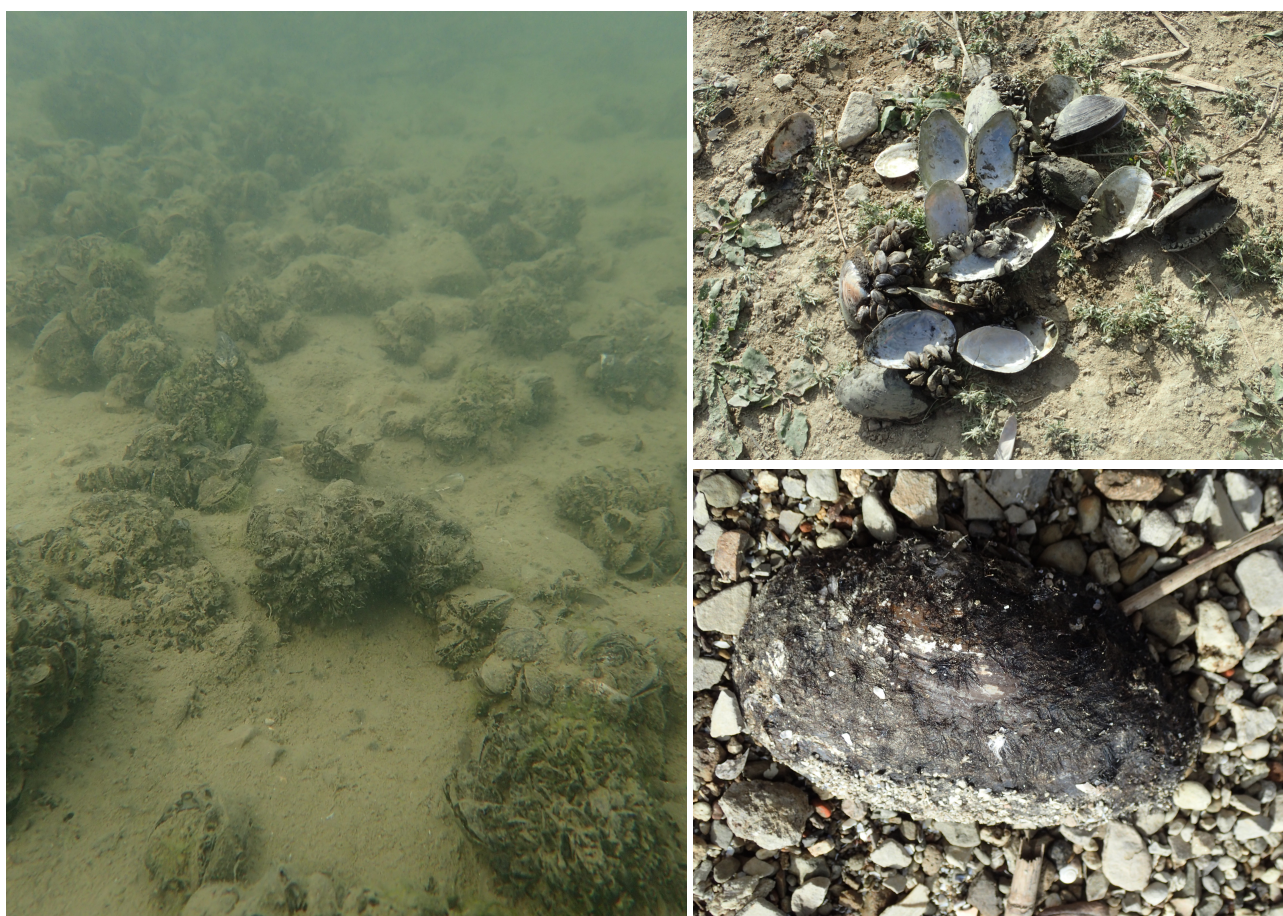
5.7.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 61-64. Se han contabilizado un total de **6.127 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en un índice de fijación medio de **360,4 mejillones/uniónido**. Este valor es significativamente menor al registrado en 2018 (Tabla 4), pero supera claramente el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para las náyades. En 2019 es la población de náyades más afectada en este embalse por la presencia de *D. polymorpha*. La oscilación en los índices de fijación observada entre los últimos años en esta zona, refleja una variación en la pauta de colonización de *D. polymorpha*, que podría estar relacionada con las diferencias en el volumen de agua embalsada cada año, y/o 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.

Al igual que en 2018, la mayoría de los ejemplares recolectados proceden de los eventos de reproducción ocurridos en la época de verano (Talla $\leq 5\text{mm}$: 56,26%, 3.447 individuos y Talla 0,5-1 cm: 27,73%, 1.699 individuos), siendo más elevado el número de ejemplares fijados al final de la época de verano. También se mantiene el incremento observado en 2018 y respecto a años anteriores (2016-2017), 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: 10,25%, 628 individuos). Destacar, al igual que en otras zonas, la presencia de ejemplares con tamaño superior a 2 cm. Este tamaño solo representa al 1,14% de la totalidad de dreissenidos adheridos, pero revelan

la capacidad que presentan para soltarse del sustrato donde estaban fijados para adherirse sobre las náyades. Sin embargo, tampoco se puede descartar un pico de reproducción en la época de otoño de 2018 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2018, 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 la zona V. A la izquierda aspecto que muestra el sustrato, cubierto de agregados de mejillón cebra. A la derecha imágenes que muestran las náyades muertas que se recogen a lo largo del recorrido y una náyade sin marcar con restos del biso de los mejillones que tenía adheridos y que han sido capaces de desprenderse.

5.7.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que se realizó en el año 2016, durante esta campaña del 2019 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2015; (Anexo I, Mapa 17)]. El volumen medio de agua embalsada durante estos tres años resultó muy similar, permitiendo muestrear prácticamente la misma superficie y pudiendo comparar los resultados de cada

prospección. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora (Figura 60).

En el muestreo realizado en el año 2015 se detectaron 63 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 20 individuos. Entonces, se estimó una disminución del 67,2% en los efectivos de esta población. Ya entonces se señaló que el sustrato en este punto había cambiado significativamente, resultando muy complicado llegar a distinguir las náyades completamente cubiertas de mejillones cebra en un sustrato totalmente cubierto de dreissenidos. En 2019, se ha dedicado un tiempo de esfuerzo mayor que en las campañas anteriores a la búsqueda y recolección de las náyades. Pese a ello, tan solo se han podido detectar 2 náyades vivas marcadas y 1 sin marcar, lo que se traduce en una pérdida del 95,2% de los efectivos de esta población. También se han contabilizado 17 ejemplares muertos. Estos resultados confirman la práctica desaparición de las náyades de esta zona, ya que los únicos ejemplares que se mantienen son las náyades marcadas y recapturadas, a las que se les elimina los mejillones cebra en cada campaña.

Figura 60 Número de náyades detectadas en la Zona V en los muestreos realizados en el año 2015, 2016 y 2019.

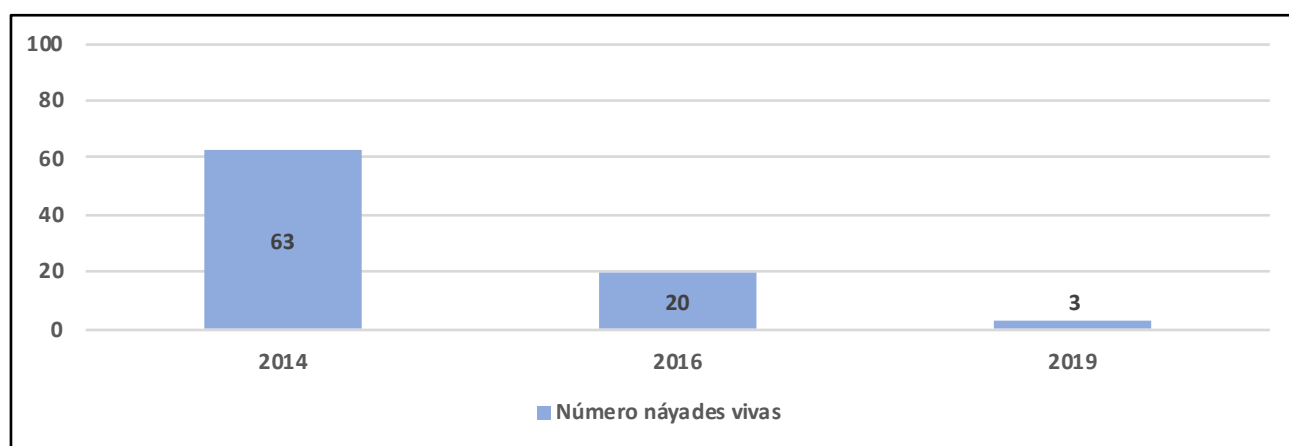


Figura 61 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2019.

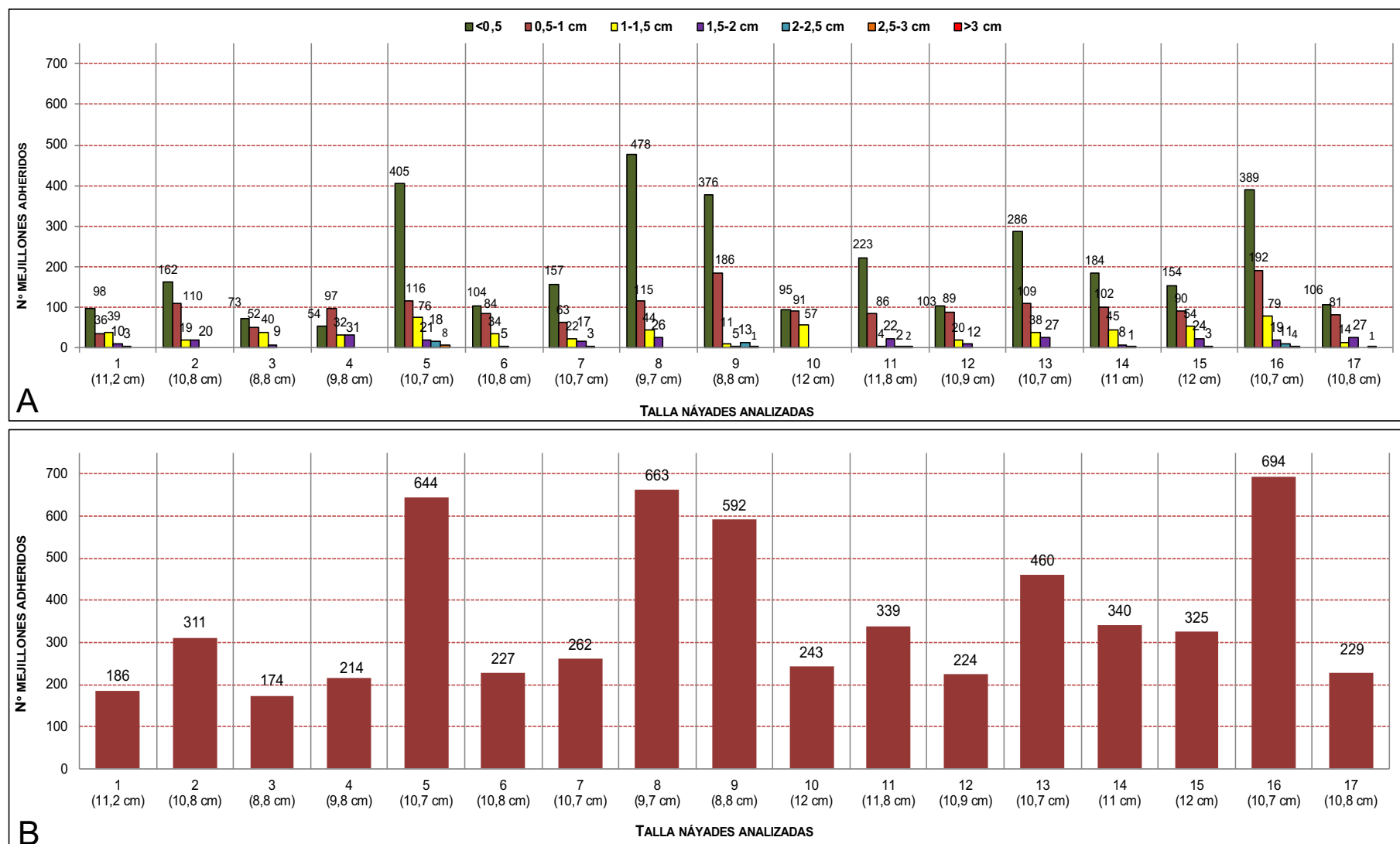


Figura 62 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Año 2019.

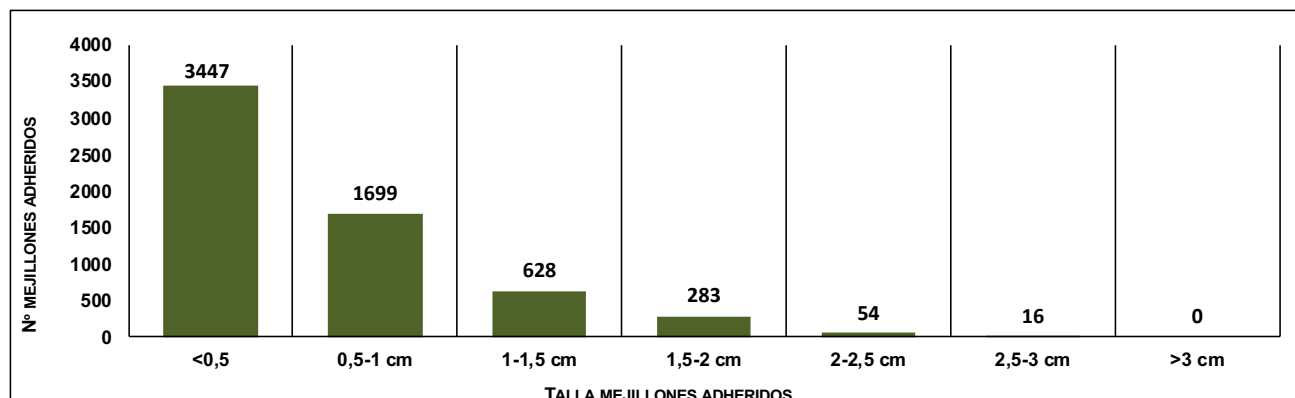


Figura 63 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

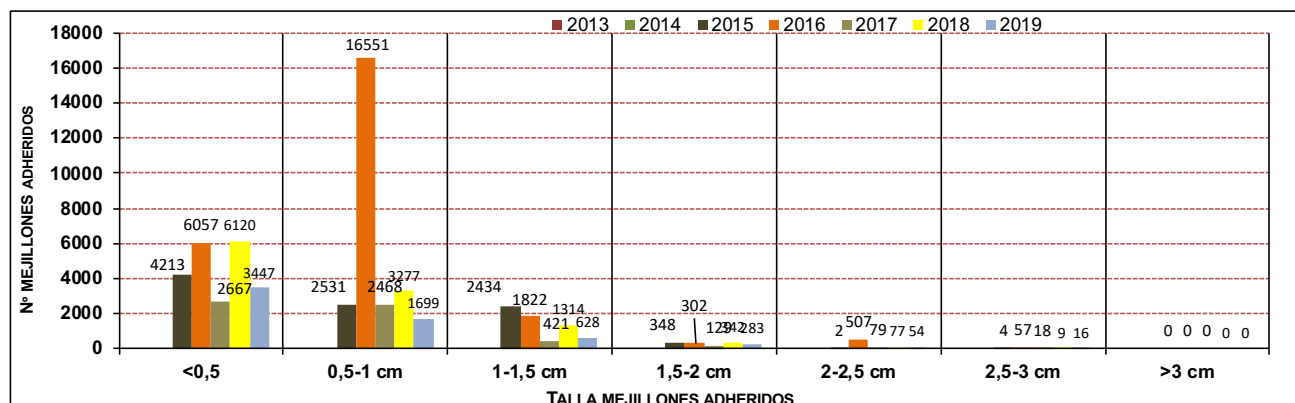
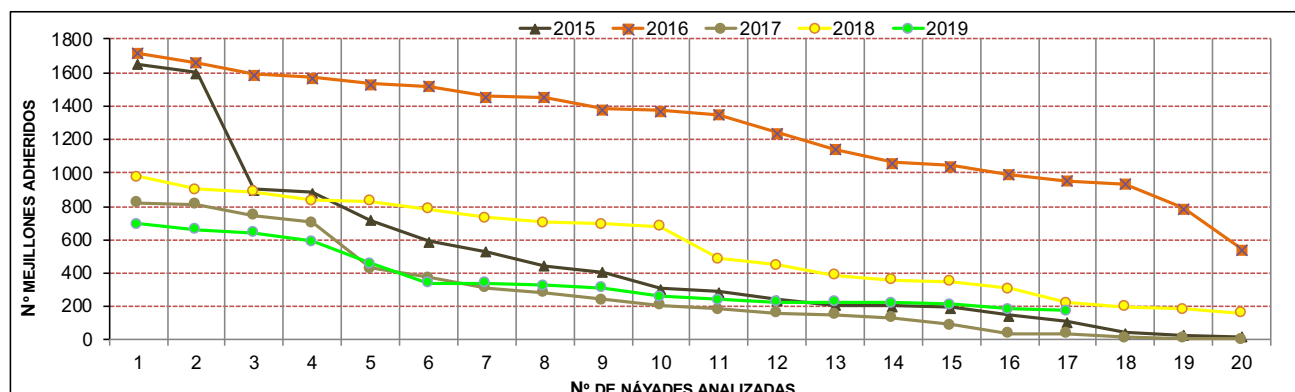


Figura 64 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona V, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **6.127 individuos (360,4 individuos/uniónido).**

6.

Discusión

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

Desde el año 2012 la Agencia Vasca del Agua (URA) ha promovido y financiado diferentes trabajos enfocados al seguimiento, control y evaluación de las poblaciones de náyades del Sistema de Embalses del río Zadorra, en Ullívarri-Gamboa y Urrúnaga. Gracias a los datos obtenidos en estos estudios se ha comprobado 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 de ambos embalses se encuentran seriamente amenazadas ante la invasión de *Dreissena polymorpha*.

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 muestrearon 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 aumentaron las prospecciones en el embalse de Ullívarri, se comenzó a observar 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 observó 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, 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 futuras 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 detectaron 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, durante las prospecciones realizadas para el cartografiado de las poblaciones de náyades (2012- 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 Ullíbarri.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos previos, las zonas más importantes en el humedal de Ullíbarri-Gamboa, en cuanto a densidad de náyades, parecen 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 en campañas previas 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.

En el humedal de Urrúnaga, y tomando como referencia los resultados de densidad obtenidos hasta el momento, 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*.

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 náyades. 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.

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 biomásas 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, *Salvia fluvialis* (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 Ullíbarri, 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, Ullíbarri-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 Ullíbarri 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 uniónidos. 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 Ullibarra, 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 partir del año 2015, los muestreos en estos embalses se han enfocado al control y seguimiento de la afección de *D. polymorpha* sobre las poblaciones de náyades detectadas previamente. Sin embargo, los resultados obtenidos en los trabajos previos 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 tras la invasión de *D. 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 acelerar la desaparición de estas poblaciones 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 (especies exóticas invasoras). 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 poniendo 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 los últimos años, se ha confirmado el incremento paulatino del grado de colonización de *Dreissena polymorpha* sobre algunas de las colonias de náyades de este humedal, 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 estudios realizados 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 Ullíbarri-Gamboa.

En el año 2014 se detectó por primera vez en este embalse la presencia de ejemplares de mejillón cebra adheridos sobre las náyades, por lo que en este humedal se ha podido realizar un seguimiento del avance de la invasión de *D. polymorpha* desde el inicio de la colonización. En base a los resultados obtenidos durante el año 2014, una de las principales conclusiones del trabajo fue que “El grado de afección que sufren las colonias de náyades del embalse de Ullíbarri, 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 adheridos sobre las náyades, en 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. En las Zonas S e 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 el ratio de 100 mejillones/uniónido en todas las poblaciones analizadas en el año 2014. A pesar del bajo grado de colonización estimado en Ullíbarri, se apuntó la necesidad de establecer una vigilancia periódica sobre estas poblaciones, sobre todo, en aquellas que resultaban más interesantes desde el punto de vista de su conservación, por la alta densidad de náyades que albergan. 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. Además, se añadieron dos zonas nuevas cartografiadas por primera vez durante el 2015 y situadas en la parte meridional del embalse (Zonas V y W), una de las zonas más interesantes 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 de 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 suponía un importante riesgo ambiental. 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 del 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*, 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 e 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 valores 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.

En 2018, lejos de estabilizarse, se volvió a producir un aumento de la capacidad de colonización y expansión del mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades, alcanzando unas densidades significativamente altas en varias zonas. Las colonias más afectadas, aquellas que presentaron valores más altos para los índices de fijación, volvieron a ser aquellas situadas en la cola del río Zadorra (Zonas Q, R y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. Dentro de esta área, la zona V resultó la más afectada, alcanzando un índice medio de fijación de 557 mejillones/uniónido, muy similar al detectado en 2015. El resto de zonas dentro de esta área también se vieron significativamente afectadas, llegando a alcanzar muchas de ellas valores de fijación similares a los observados en el año 2015, cuando se alertó de la posible desaparición de muchas de estas poblaciones de continuar en el tiempo estos valores de afección tan elevados. Sorprende que tras experimentar un descenso generalizado de los índices de fijación a lo largo del 2016 y 2017, en la campaña del 2018 vuelvan a incrementarse de nuevo y de forma significativa en la mayoría de las poblaciones. Ello denota el carácter impredecible en el patrón de colonización de esta especie. El aumento generalizado de los índices de fijación detectados durante el 2018 año en estas zonas de la cola del Zadorra, podría atribuirse a que el número de larvas de *Dreissena polymorpha* que lograron alcanzar estas zonas durante ese año fue 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 masiva de los agregados de mejillones cebrá 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 quedaron expuestos a la desecación. Este hecho podría ser la causa del incremento de la densidad de mejillones cebrá fijados sobre las colonias de náyades que ocupan estas zonas. La única población analizada fuera de la zona de la cola del río Zadorra que alcanzó valores similares a los detectados en esa área, fue 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. 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 (252,5 mejillones/uniónido), prácticamente la mitad. Sin embargo, en 2018 se volvió a incrementar hasta alcanzar los 451,9 mejillones/uniónido, lo que vuelve a situar a esta población como la segunda más afectada en este embalse por la presencia de esta especie invasora. 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 el año 2018. Aunque el grado de asentamiento de *Dreissena polymorpha* en estas dos zonas no puede compararse a los valores alcanzados en la zona de la cola del río Zadorra (Zonas Q, R y V), si que denota un aumento paulatino pero continuo a lo largo del tiempo en estos puntos. Por último, las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, también experimentaron en 2018 un aumento significativo en sus índices de fijación. En la zona F se superó por primera vez el ratio de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar durante esa campaña un valor de 203,1 mejillones/uniónido, muy similar al índice alcanzado ese mismo 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.

6.2.1.1. Grado de fijación 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). De acuerdo con los datos obtenidos en la campaña del 2019 y comparándolos con los datos recogidos años anteriores, se vuelve a observar una variación en el patrón de colonización y fijación sobre las poblaciones de náyades de este embalse. Los resultados obtenidos en la mayoría de las zonas mostraron una disminución significativa en el grado de colonización respecto a los dos años anteriores (2017 y 2018), presentando índices de fijación más modestos, algunos incluso similares a los obtenidos en el inicio de la colonización de *D. polymorpha*, por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido.

Las colonias más afectadas, aquellas que presentaron valores más altos para los índices de fijación, volvieron a ser aquellas situadas en la cola del río Zadorra (Zonas Q, R y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. Estas tres poblaciones son las únicas que superaron durante 2019 el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para las náyades. Aunque en estas zonas también se registró una disminución en número de dreissenidos adheridos, sus valores de fijación siguen siendo alarmantes. El índice de fijación más alto detectado en 2019 en este embalse, corresponde de nuevo a la Zona V con un índice de 360,4 mejillones/uniónido. Este valor es significativamente menor al registrado en 2018 y, sobre todo

significativamente menor al valor que se llegó a alcanzar en 2016 (1.264 mejillones/uniónido). Pero demuestra la alta capacidad de asentamiento y expansión que ha experimentado *Dreissena polymorpha* en esta zona desde el año 2015, cuando se comenzó su seguimiento, y el elevado potencial de reproducción que ha alcanzado en este punto del embalse. El resto de zonas analizadas en esta cola del embalse también muestran un patrón similar. En la Zona Q el valor máximo de fijación se alcanzó en el 2015 (412,9 mejillones/uniónido), disminuyendo ligeramente durante los años 2016 y 2017 para volver a incrementarse en 2018. En 2019 ha vuelto a disminuir, pero se sitúa en unos valores muy similares a los detectados en años previos (298,1 mejillones/uniónidos). Este hecho parece indicar una estabilización de la colonización sobre esta colonia, en unos valores que amenazan la supervivencia de esta colonia. En la Zona R, durante el 2016, *Dreissena polymorpha* llegó a alcanzar un índice de fijación de 723,9 mejillones/uniónido en tan solo un año. En 2017 se decidió realizar un muestreo diferencial en esta zona, que se han continuado durante el 2018 y 2019, 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 desde entonces, 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 ambas zonas se ha producido una disminución en el índice de fijación a lo largo del 2019. Sin embargo, en R1 se sitúa en los 179 mejillones/uniónidos, mientras que en R2 disminuyó hasta un valor de 55,3 mejillones/uniónido.

El descenso generalizado de los índices de fijación detectados durante el 2019, podría atribuirse a que el número de larvas de *Dreissena polymorpha* que han logrado alcanzar estas zonas durante este año 2019 ha sido significativamente menor que en años anteriores, quizás debido a un cambio en las corrientes que arrastran estas larvas. Pero, también hay que tener en cuenta las diferencias en el volumen de agua embalsada cada año durante la época de reproducción de *Dreissena polymorpha*. En el 2019, el volumen de agua embalsada durante el periodo de primavera, verano e inicio de otoño se mantuvo por debajo de la media de los últimos años. Esta disminución en la cota de agua podría haber provocado una mortandad masiva de los agregados de mejillones cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas a la desecación, lo que se podría ver reflejado en una menor tasa de reclutamiento anual y, como consecuencia, en un menor índice de fijación sobre las náyades.

La única población analizada fuera de la zona de la cola del río Zadorra que siempre ha mostrado 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 anodonta recogidas, dando una media de 466 mejillones/uniónido. Este índice ha sufrido oscilaciones a lo largo de los siguientes años de seguimiento, pero se ha ido manteniendo en valores muy similares a los obtenidos en 2015. En 2019 tan solo se han podido recapturar 5 de las náyades marcadas en esta zona, por lo que creemos que se trata de una población que se puede dar por desaparecida y sobre la que ya no es posible realizar el seguimiento. Creemos que esta situación es una clara consecuencia de los índices de fijación medidos en los últimos años, que ha provocado la desaparición de esta pequeña colonia.

Las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, son las que han experimentado un descenso más significativo en sus índices medios de fijación, situándose en 2019 en 14,3 y 5,6 mejillones/uniónido, respectivamente. 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, siguieron sufriendo un incremento significativo en sus valores de colonización. Durante 2018 en la zona F se superó 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 ese mismo año en la zona I (211,9 mejillones/uniónido). Estos datos alertaron de la situación en ambas zonas, muy importantes desde el punto de vista de conservación de las náyades, por el número de ejemplares que albergan de la especie *Anodonta anatina*. Sin embargo, los valores obtenidos en 2019 son similares a los observados en el inicio de la colonización de *D. polymorpha* en

este reservorio, por debajo de los 20 mejillones/uniónido. Lo mismo ha ocurrido en la Zona G, una de las poblaciones localizada fuera de la cola de Garaio-Mendixur menos afectadas por la presencia del mejillón cebra. En esta población también se ha observado un descenso muy significativo en la dispersión y fijación de *D. polymorpha*, arrojando un valor de fijación de 10,5 mejillones/uniónido. El seguimiento en el tiempo de estas poblaciones 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 del Zadorra, 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 en estos valores.

6.2.2 Embalse de Urrúnaga.

En el año 2012 se constató la presencia de ejemplares de mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades en este embalse, algunas de ellas con un elevado número de mejillones cebra adheridos. Ante esta situación, 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 desinfestados 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 2014-2018 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 2019 se ha continuado con el seguimiento de estas poblaciones.

6.2.2.1 *Grado de fijación 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 2019 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados previamente a lo largo de los años 2013-2018 en 9 zonas del embalse (A, B1, B2, C, E, H, L, P y Q). Atendiendo a los datos obtenidos a lo largo de estos años de seguimiento, la viabilidad de las poblaciones de náyades de este humedal se encuentra seriamente comprometida por la presencia de la especie *Dreissena polymorpha*. Durante el año 2019, a excepción de la zona P, se ha constatado un descenso en el índice de fijación de mejillones cebra sobre las náyades en todas las poblaciones analizadas. Al igual que se ha apuntando anteriormente en el embalse de Ullíbarri-Gamboa, en 2019, el volumen de agua embalsada durante el periodo de primavera, verano e inicio de otoño se mantuvo por debajo de la media de los últimos años. Esta disminución en la cota de agua tiende a provocar una mortandad masiva de los agregados de mejillones cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas, lo que se podría ver reflejado en una menor tasa de reclutamiento anual y, como consecuencia, en un menor índice de fijación sobre las náyades. Sin embargo, a pesar de esta disminución en el número de mejillones adheridos, los valores medio de fijación registrados en Urrúnaga siguen siendo significativamente altos, comprometiendo su supervivencia. Estas oscilaciones en la capacidad de fijación a lo largo de los diferentes años, constata el carácter impredecible de la colonización sobre las náyades.

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 los 171,5 mejillones/uniónido en 2014 a 10,8 mejillones/uniónido 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 2016-2018, se volvió a registrar un aumento del índice de colonización, alcanzando en 2018 un índice de 320,5 mejillones/uniónido. En 2019 este índice se ha visto disminuido hasta los 197,2 mejillones/uniónido, un descenso significativo, pero que sigue superando claramente el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades.

En la Zona B1, en el año 2016, se registró un índice de fijación de 865 mejillones/uniónido, el valor más alto registrado en este embalse. Éste fue el último año en el que se pudo realizar el seguimiento en esta población, ya que a partir del 2017 no fue posible recapturar una muestra suficientemente grande de náyades para realizar el análisis de fijación de dreissenidos. En 2019 se ha constatado la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se han podido detectar dos náyades en esta zona. Desde que comenzó la colonización de *D. polymorpha* en esta zona y en siete años se ha producido la práctica desaparición de la colonia de *Anodonta anatina* que ocupaba esta zona, la más numerosa detectada en este embalse. En la Zona B2, aledaña a la B1, año tras año, se venía observando un aumento paulatino del grado de colonización medido sobre las náyades, llegando en 2018 a un valor de 433,5 mejillones/uniónido, cuadruplicando el ratio de 100 mejillones/cebra. En 2019 este índice ha disminuido hasta los 283,4 mejillones/uniónido, el cual sigue siendo significativamente superior al ratio establecido como letal para las náyades.

En la población de la Zona C, el incremento observado hasta el año 2015 se podía considerar muy gradual y paulatino, lo que hizo pensar que *D. polymorpha* podría ver limitada su capacidad de asentamiento en esta zona. Sin embargo, durante la campaña del 2016 el índice de fijación aumentó significativamente, alcanzando un valor 5 veces superior al detectado en 2015, y pasando de 44,7 a 217 mejillones/uniónido en tan solo un año. Este valor se fue incrementando a lo largo de los años 2016-2018 hasta alcanzar los 414,3 mejillones/uniónido. En 2019 se ha producido un ligero descenso en este valor (309,3 mejillones/uniónido), disminución que no resulta suficiente para considerar a esta población fuera de peligro. Actualmente la zona C es una de las poblaciones más afectadas en este embalse. La misma evolución se ha observado en la Zona Q, donde en 2016 se produjo un incremento en el índice de fijación seis veces superior al del año 2015, pasando una tasa de 22,1 mejillones/uniónido, una de las más bajas registradas en este embalse, a un índice de 154,2 mejillones/uniónido. En 2017 y 2018, este fue aumentando de forma muy significativa, hasta alcanzar un valor de 320,5 mejillones/uniónido. En 2019 este índice ha disminuido hasta los 172 mejillones/uniónido, valor que sigue suponiendo una afección significativa para las náyades de esta zona.

En la Zona L los valores de densidad medidos en los años 2014 y 2015 resultaron ser muy similares, indicando una posible estabilización de la población de mejillón cebra en esta zona y por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido. Sin embargo, en el 2016 se produjo un aumento de este índice, que se volvió a ver incrementado a lo largo del 2017 y 2018. En 2018 el índice de fijación en esta población supera por primera vez el ratio de 100 mejillones/uniónido, alcanzando un valor de 231,5 mejillones/uniónido.

La colonia situada en la zona E que superó por primera vez los 100 mejillones/uniónido en 2015, fue la que experimentó 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, el valor más elevado detectado ese año. En 2019 este valor ha disminuido significativamente hasta un valor de 291,2 mejillones/uniónido. Este descenso se puede atribuir, en gran medida, a la localización de los ejemplares recapturados. Durante la campaña del 2018, se recogieron un mayor número de ejemplares en las zonas externas de la ensenada, con mayor densidad de agregados de mejillón cebra, ya que el nivel de agua que presentaba ese 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.

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 periodo 2014-2019 ha mantenido el índice de fijación más bajo de todas las poblaciones bajo seguimiento. Nunca se ha superado el ratio de 20 mejillones/uniónido, a partir del cual se considera que la fijación de dreissenidos puede llegar a afectar a las náyades. Los valores registrados en esta población son muy bajos y reflejan 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.

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, E y H del embalse de Urrúnaga y las Zonas Q, R, U y V del embalse de Ullívarri-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 donde finalmente, al cabo del tiempo, se han alcanzado índices de fijación tan elevados como en otras zonas de sustrato más pedregoso (Zonas B2, C, o Q del embalse de Urrúnaga y Zonas R y V del embalse de Ullívarri).

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 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 Mequinzenza 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 Mequinzenza, Ullibarra 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 en años anteriores, 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 2019 para el tamaño de los mejillones cebra recolectados en los embalses de Urrúnaga y Ullibarra, respectivamente.

En el embalse de Urrúnaga, se han observado ciertas diferencias entre los resultados obtenidos en esta campaña del 2019 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, los porcentajes correspondientes a esta talla sufrieron 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. En 2018 se volvió a producir un predominio de los mejillones fijados con tamaño ≤ 5 mm en todas las zonas, superando el 50% en todas las localidades muestreadas, excepto en la zona E, donde representó al 47,2% de los mejillones fijados. La siguiente talla más representada en todas las colonias fue la que caracteriza a los ejemplares entre 0,5 y 1 cm, que alcanzó el valor más elevado en la zona L (39,8%). En esta última campaña

del 2019 se ha producido un patrón muy similar al observado en 2018. La talla predominante en todas las poblaciones, excepto en la Zona P, corresponde a los juveniles con tamaño $\leq 5\text{mm}$. Esta talla representa a más del 50% de los mejillones fijados en estas poblaciones. En la Zona P solo representa al 26,7% de los mejillones adheridos. 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 $\leq 5\text{mm}$ 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 P (46,43%). 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 continuo y muy significativo en la época de verano. 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 volvió a disminuir, pero tan solo en tres poblaciones (A, B2 y P), en el resto se incrementó su representación con respecto a los resultados obtenidos en 2017. Finalmente, en esta última campaña del 2019, a excepción de las poblaciones de las zonas E y Q, todas las colonias de náyades analizadas han visto incrementado el porcentaje de mejillones adheridos correspondientes a esta talla. Cada año se producen oscilaciones en la dinámica de fijación en una u otra población, sin que se tenga claro cuáles pueden ser los factores implicados en estos cambios. En muchos casos, seguramente, puedan deberse a cambios en las corrientes que transportan las larvas de mejillón cebra hasta los diferentes puntos. Sin embargo, según lo observado, parece que a medida que avanza la colonización de *D. polymorpha*, hay una tendencia al incremento paulatino de los ejemplares adheridos sobre las náyades con este rango de tamaño.

En el caso del embalse de Ullíbarri, al inicio de los seguimientos (año 2014), la talla $\geq 5\text{ mm}$ 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 *D. polymorpha* entre ambos embalses. 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 $\leq 5\text{mm}$, por lo que no se podía descartar una posible diferencia en el periodo de maduración y reproducción de los ejemplares de *D. 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 $\leq 5\text{mm}$, 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 volvió a observar una dinámica de fijación similar a la del 2017 donde, en todas las poblaciones analizadas el tamaño predominante fue $\leq 5\text{mm}$, siendo la zona F la que presentó una mayor predominancia (63,2%). En 2019 se ha vuelto a repetir la misma dinámica que en los dos años previos, con un predominio de mejillones fijados con talla $\leq 5\text{mm}$, siendo la Zona R la zona con mayor porcentaje de estos individuos adheridos (R1: 66,2%; R2: 65%). La única excepción fue la Zona F donde la talla predominante fue la comprendida entre 0,5-1 cm (54,7%). Al igual que en el embalse de Urrúnaga esta talla resultó la segunda más representada. Atendiendo a los resultados obtenidos en los

últimos tres años, 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 continuo a lo largo de toda esta estación. Los tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm resultaron el segundo rango de tallas más representado en el 2015 en este embalse. 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. 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, incremento que ha continuado en el 2019 en las poblaciones I y R, mientras que en el resto pierde representatividad en favor del aumento de otras tallas (≥ 5 mm o 0,5-1 cm). 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 y/o quizás su tasa de supervivencia es mayor.

El rango de tamaños 1,5-2 cm. poco representado en ambos embalses, tanto en el 2019 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 los años 2015 y 2018 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 Ullíbarri podría deberse al hecho de que la colonización y asentamiento por parte de los ejemplares adultos era todavía incipiente. Durante las campañas del 2016-2019 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.

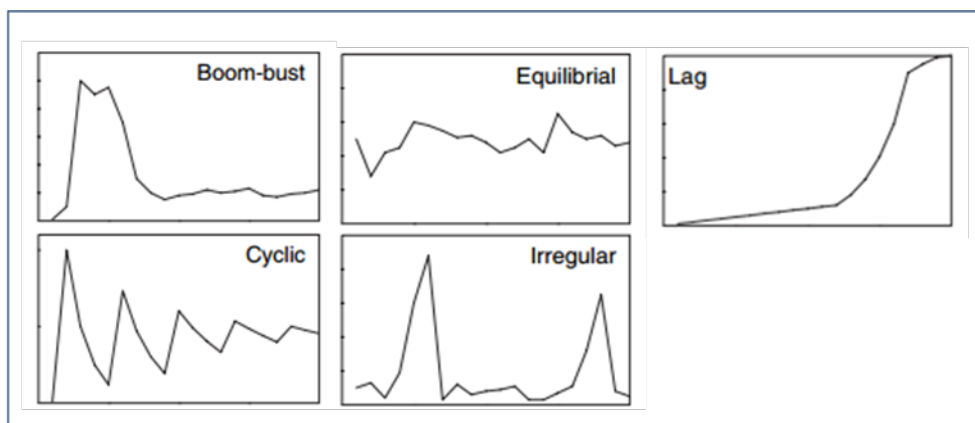
Hay que tener en cuenta que estos resultados corresponden a los datos observados durante cinco o seis años, dependiendo de la población y, además, utilizando como referencia los datos de tasa de crecimiento correspondientes a otra población que, aunque se asienta en la misma cuenca que el embalse de 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).

6.2.4 Tendencia de la población del mejillón cebra en ambos humedales.

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 65). 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 65 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.

Sin embargo, los índices medios de fijación medidos en cada una de las colonias de seguimiento a lo largo de este tiempo en ambos embalses, permiten entrever cual puede ser la tendencia que va adoptar esta especie en cada uno de estos humedales (Fig. 66 y 67). A pesar de ser dos embalses pertenecientes a una misma cuenca, la tendencia parece ser diferente entre ambos. En el embalse de Ullívarri (Fig. 66), 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 y 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. En una segunda fase de expansión que comienza en 2018 y acaba en el 2019 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 durante esta segunda fase son los producidos durante la época de verano. En el embalse de Urrúnaga (Fig. 67) 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. Hay que tener en cuenta que estos datos corresponden únicamente a seis años de seguimiento en Ullívarri y siete en Urrúnaga por lo que resulta pronto para poder establecer tendencias y conclusiones definitivas.

Figura 66 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.

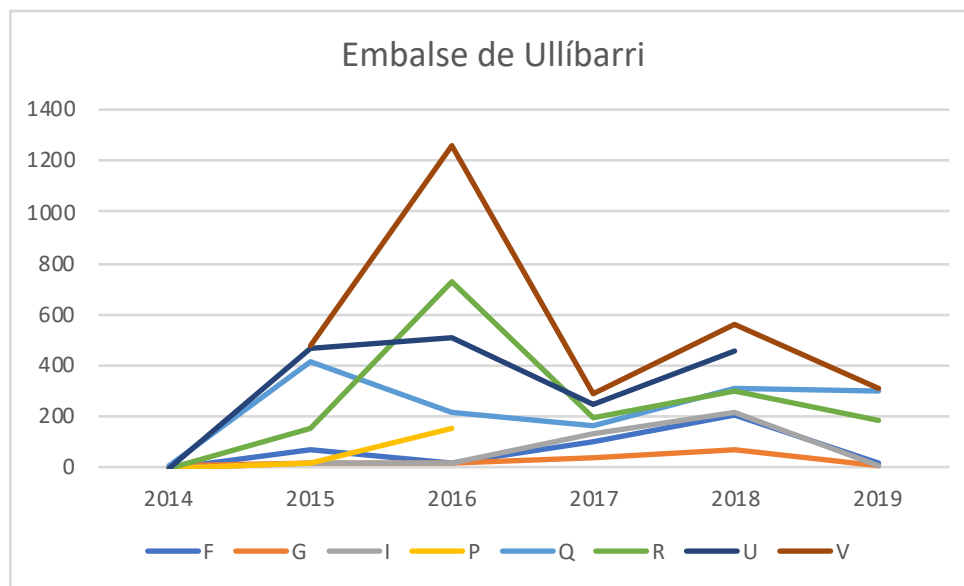
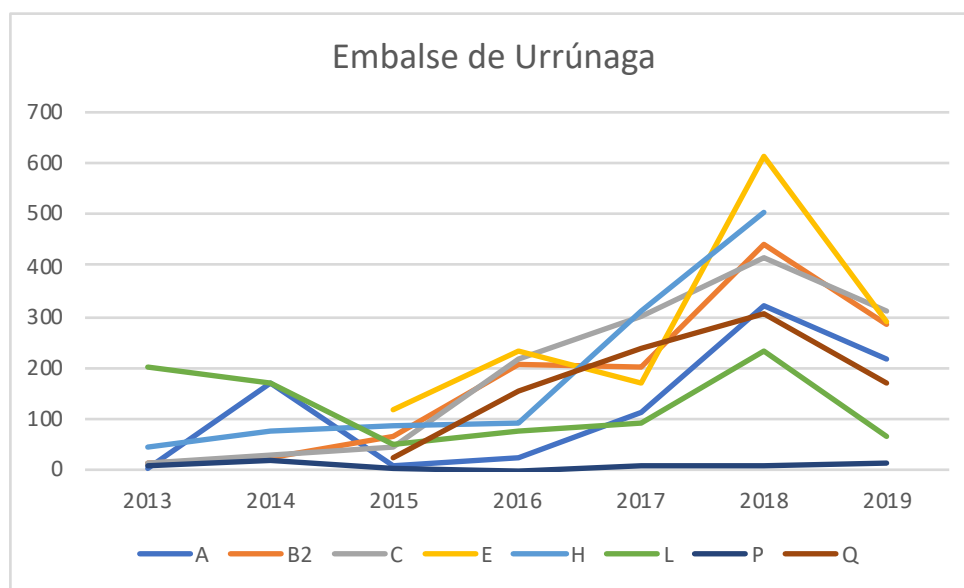


Figura 67 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Urrúnaga, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento.



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 (*D. 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.

Lo que queda claro, tras analizar los resultados obtenidos en los trabajos desarrollados en ambos embalses a lo largo de los últimos años, es que lejos de establecerse, los índices de fijación sufren oscilaciones anuales en ambos embalses. En Ullibarri parece ajustarse más a un modelo cíclico, con predominio de ciertas clases de edad en cada ciclo y en Urrúnaga presenta fluctuaciones más irregulares sin una tendencia clara a largo plazo. Por ello es sumamente importante 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 ido detectado a lo largo de algunos de los recorridos prospectados en los últimos años.

Al igual que se realizó en el año 2016, en esta campaña del 2019 se ha llevado a cabo en ambos embalses una réplica de los muestreos efectuados cuando se realizó el primer cartografiado de náyades en cada uno de estos humedales, con el fin de comparar las cifras de densidad de náyades obtenidas desde el inicio de la colonización. Durante la campaña del 2017 no se realizó una réplica de este cartografiado, ya que se consideró más oportuno realizarlo cada dos años. Sin embargo, a lo largo del 2018, el nivel de agua que presentaban ambos embalses resultó 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 localización de los ejemplares.

A continuación, se resumen los datos obtenidos 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 últimos años:

Atendiendo a los datos obtenidos durante 2016, en el embalse de Ullibarri-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%, cuatro 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. Los resultados obtenidos en 2019 muestran una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina* en ambos embalses. En Ullibarri-Gamboa, se ha producido un descenso poblacional del 58,1% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga se cifra en un 87,6% la pérdida de efectivos en las poblaciones bajo control. Los porcentajes de pérdida de ejemplares varían entre las diferentes zonas analizadas en cada embalse.

En el embalse de Ullibarri-Gamboa las colonias más afectadas son aquellas situadas en la cola del Zadorra (Zonas Q, R y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. En la Zona V se ha estimado un descenso poblacional del 95,2%. Exceptuando los ejemplares que se utilizan en el control y seguimiento de la fijación del mejillón cebra, tan solo se han podido detectar 3 ejemplares vivos. Hay que recordar que, en esta población, en el año 2016, se llegó a alcanzar un índice de 1.264 mejillones/uniónido y se estimó entonces una tasa de pérdida del 68% de los ejemplares. En años posteriores este índice de fijación disminuyó, pero siempre se ha mantenido en valores muy superiores al ratio de 100 mejillones/uniónido. A este dato le siguen las Zonas Q y R, muy cercanas a la anterior, donde se ha estimado un porcentaje de pérdida del 71,6% y 67,2%, respectivamente. Sorprende el valor obtenido en la Zona Q, ya que en 2016 los resultados reflejaron un descenso de tan solo un 29,7%, mucho menor que el resto de poblaciones en esta cola del embalse. Sin embargo, tres años después se sitúa como la segunda de las poblaciones analizadas más afectadas. Esta

población alcanzó en 2015 su máximo valor de fijación de dreissenidos (412,9 mejillones/uniónido), que se ha mantenido en valores muy similares durante el 2018 y 2019, lo que seguramente ha causado una importante afección a las náyades, que se refleja en el número de efectivos perdidos. En la Zona R, dónde se llegó a alcanzar su máximo valor de fijación en 2016 (723,9 mejillones/uniónido) hay que diferenciar la afección que sufren las náyades situadas en el interior de la ensenada (R2 con sustrato blando) y las localizadas en la parte más exterior (R1 con sustrato grueso). Los resultados obtenidos 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 cada una de las zonas. Actualmente el interior de la ensenada es la zona que mantiene los efectivos de esta población.

Las zonas menos afectadas en 2019 coinciden con aquellas que presentaron menor porcentaje de pérdida en 2016, las zonas F, G e I. Son las poblaciones que a lo largo de estos años han mostrado un menor índice de fijación de dreissenidos y donde se detectó una mayor densidad de náyades durante las prospecciones iniciales. La mayor tasa de pérdida corresponde a las zonas F e I, ambas situadas en la cola de Garaio-Mendixur. En la Zona F, en 2016, se estimó tan solo un 11,5% de pérdida de los ejemplares, valor que en 2019 se ha visto incrementado hasta un 49,6%. En la Zona I se ha pasado de un porcentaje de 6,2% en 2016 a una estima de pérdida del 33,1% en 2019. Aunque se trata de poblaciones que siempre han mantenido unos niveles más modestos de fijación de dreissenidos, en ambas en algún momento se ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido (Tabla 4), en la Zona F en el año 2018 (203,1 mejillones/uniónido) y en la Zona I en 2017 (137, 5 mejillones/uniónido) y en 2018 (211,9 mejillones/uniónido). Siempre se ha considerado que estas zonas ofrecen mayor resistencia a la colonización de *D. polymorpha* comparándola con otras zonas de este embalse. Por último, la Zona I es la que en 2016 presentó un menor índice de pérdida de ejemplares, tan solo un 8,4%, que podría incluso deberse al propio muestreo. En 2019 continúa siendo la población menos afectada, con una estima de pérdida poblacional del 14,7%. Destacar que se trata de la única población de este embalse, donde a lo largo de estos años de seguimiento, nunca se ha llegado a superar el ratio de 100 mejillones/uniónido. Es recomendable mantener un seguimiento de estas poblaciones. Para la población G e I estos datos no reflejan un problema de viabilidad, pero es necesario mantener un control, 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 Urrunaga, también se viene 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 a lo largo de los diferentes años de seguimiento. Los datos de fijación obtenidos año tras año y descritos a lo largo de este informe son muy preocupantes. Al igual que en los resultados obtenidos en 2016, el punto más afectado en 2019 sigue siendo la Zona B, el área que en 2012 presentaba la mayor densidad de ejemplares de *Anodonta anatina* detectada en este embalse. En 2016 se estimó un descenso del 81% de la población de náyades localizada a lo largo de los tramos muestreados en la Zona B1, donde el índice de fijación llegó a alcanzar un valor de 865 mejillones/uniónido. En la campaña de muestreos del 2017 se intentó continuar con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados en esta área, pero tan solo se pudieron recapturar 6 de los ejemplares marcados sobre los que se lleva efectuando el seguimiento a lo largo de este tiempo. En 2019 se ha constatado la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se han podido detectar dos náyades a lo largo de este recorrido. Desde que comenzó la colonización de *D. polymorpha* en esta zona y en siete años se ha producido la práctica desaparición de la colonia de *Anodonta anatina* que ocupaba esta zona. En la Zona B2 se estimó una pérdida del 26% en 2016, sin embargo, en 2019 esta cifra se ha incrementado hasta un 88%. La diferencia observada en 2016 entre la zona B1 y B2 sugería que el tramo de ensenada donde se ubica el área B2, podía ofrecer mayor refugio para las náyades ocupan esta Zona B del embalse. Sin embargo, los datos obtenidos en 2019 contradicen esta hipótesis y apuntan a una posible pérdida total de las náyades de esta zona en un corto plazo de tiempo. 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 una de las colonias más importantes de la especie *Anodonta anatina* en este humedal.

A la cifra estimada para la población B1 en 2016, le seguía la Zona H, donde se registró una pérdida del 56% de los efectivos en 2016. Durante la campaña del 2018, tan solo se pudo recuperar una muestra de 15 ejemplares vivos marcados, mientras que en 2019 no se ha localizado ningún ejemplar, ni marcado en años anteriores, ni náyades sin marcar. Creemos que esta situación puede ser una clara consecuencia de los índices de fijación medidos en los últimos años, que ha provocado la desaparición de esta pequeña colonia.

La Zona C fue la tercera de las poblaciones más afectadas en 2016, con una estima de pérdida del 49%, prácticamente el 50% de los efectivos. En 2019 este porcentaje se ha visto incrementado significativamente, alcanzando un 92%. Estos resultados pueden deberse, en primer lugar, al aumento paulatino de los índices de fijación medidos en los últimos años, llegando a su valor máximo en 2018 (414,1 mejillones/uniónido). En segundo lugar, hay que destacar la presencia de ejemplares muertos con claros indicios de depredación por jabalí. Se trata de una ensenada con fácil acceso para esta especie y donde cuenta con un área muy extensa, de profundidad somera, con presencia de cangrejos y náyades. A este hecho se suma que las náyades más afectadas por la fijación de mejillones cebra, ven disminuida, o incluso pierden, su capacidad de locomoción y de enterrarse, quedando más expuestas a la depredación.

En la Zona E, muy similar a la Zona C, los resultados obtenidos en 2016 reflejaron un descenso poblacional del 41,5%, que en 2019 se ha incrementado significativamente, alcanzando una pérdida del 75,6% de los efectivos de esta población. Hay que señalar que, en esta zona, durante los últimos 4 años, se ha superado el índice medio de fijación de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para las náyades. En 2018 se llegó a alcanzar un índice de fijación de 614,9 mejillones/uniónido que ya alertaba de la situación que presenta actualmente esta colonia de náyades. La zona más afectada corresponde a la parte más externa de la ensenada, donde prácticamente han desaparecido todas las náyades. En esta área, con mayor presencia de gravas, *D. polymorpha* ha conseguido asentarse, tapizando gran parte del sustrato y de las náyades que se localizan en ella.

Al igual que en 2016, las dos poblaciones que muestran un menor porcentaje de pérdida son las situadas en las Zonas A y L. En la Zona A en 2016 se estimó una pérdida del 22% de la población de náyades, un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras poblaciones. Sin embargo, los datos obtenidos en 2019 arrojan una pérdida del 53,4% de los efectivos de esta colonia. Aunque hasta el 2017 esta zona era una de las que presentaba un menor índice de fijación, a partir de este año se ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar los 320,5 mejillones/uniónido en el 2018. La afección sufrida por esta población en los últimos tres años podría explicar esta disminución en el número de ejemplares detectada en 2019. De forma muy similar, los resultados obtenidos en la Zona L en 2016 apuntaban una pérdida del 25,2% de los individuos en esta población. Sin embargo, en 2019 esta cifra se ha visto incrementada hasta el 53,3%. Hasta el año 2015, los valores de fijación en esta población se mantenían entre los más bajos de este embalse, por debajo de 100 mejillones/uniónido. En 2015 se superó este valor (172 mejillones/uniónido), que se volvió a incrementar en 2018 hasta alcanzar los 231,5 mejillones/uniónido. Los resultados obtenidos en las zonas A y L pueden suponer un dato alarmante, ya que suponen una pérdida de efectivos superior al 50%. Pero si se compara este dato con el resto de zonas muestreadas, se trata de los porcentajes de pérdida más bajos detectados en este embalse. Este hecho puede hacer pensar que, aunque estas poblaciones han visto diezmando significativamente su número de efectivos en los últimos seis años, quizás sean capaces de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha*. Hay que tener en cuenta que se trata de zonas donde predomina un sustrato de tipo limoso que parece ralentizar y dificultar el asentamiento de *D. polymorpha*.

En Urrúnaga cabe destacar la población situada en la Zona P (Mekoleta). Actualmente, se trata de la zona del embalse con menor afección por parte de esta especie invasora, con un índice de fijación en 2019 de 12 mejillones/uniónido y donde nunca se ha superado el ratio de 20 mejillones/uniónido. Estos datos evidencian la dificultad que presenta *D. polymorpha* para establecerse en este punto del embalse, donde su capacidad de

colonización y fijación sobre las náyades se ve muy limitada. En toda la zona predomina un sustrato blando de tipo limo-arcilloso, muy colmatado en su mayoría, y donde las náyades permanecen completamente enterradas en el sustrato asomando únicamente los sifones, lo que seguramente influye y dificulta la fijación de los dreissenidos. 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.



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 estos embalses. 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 uniónidos del Sistema de Embalses del Zadorra será más similar a la experiencia de las poblaciones de Norteamérica e Irlanda. Los datos globales obtenidos en 2019 en cada uno de estos humedales muestran una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina*. En Ullívarri-Gamboa, se ha producido un descenso poblacional del 58,1% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga se cifra en un 87,6% la pérdida de efectivos en las poblaciones bajo control. Se ha producido una disminución significativa en la densidad poblacional, con zonas donde la pérdida de efectivos se cifra en más de un 90% (Zona V en Ullívarri-Gamboa: 95,2%; Zona C en Urrúnaga: 92%) e incluso se han certificado extinciones locales en zonas con densidades de náyades muy altas (Zona B1 en Urrúnaga).

Sin embargo, en ambos embalses se han detectado zonas que, por el momento, ofrecen resistencia a la

colonización de *D. polymorpha* pudiendo actuar como refugio de las poblaciones de náyades que las ocupan y evitando la extinción total de los uniónidos en estos biotopos. De acuerdo a los diferentes estudios publicados al respecto, tanto en Norteamérica como en Europa el impacto de *D. polymorpha* sobre las poblaciones de uniónidos puede resultar muy alto al inicio de la invasión, mientras las densidades de mejillones cebra van aumentando. Tanto los datos europeos como los norteamericanos indican un alto porcentaje de uniónidos infestados durante el período inicial de expansión, incluso cuando la densidad de mejillones cebra era baja, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. En muchas masas de agua, cuando la población de mejillones cebra alcanza su máxima densidad, la mayoría de los uniónidos están ya muy infestados y/o muertos. La drástica disminución de los uniónidos tras la colonización del mejillón cebra está bien documentada tanto en Europa (Sebestyén 1937, Dussart 1966, Karatayev & Burlakova 1995b, Karatayev y col., 1997, Burlakova y col., 2000), como en América del Norte (Haag y col., 1993, Gillis & Mackie 1994, Nalepa 1994, Schloesser & Nalepa 1994, Nalepa y col., 1996, Ricciardi y col., 1996, Ricciardi 2003, Strayer & Malcom 2007). A diferencia de las primeras etapas de la invasión, la afección sobre los uniónidos parece disminuir a medida que la población de mejillones cebra se estabiliza o disminuye. Sin embargo, la disminución de la abundancia de mejillones cebra puede no presentar una tendencia general. La población puede ser bastante estable durante un período de tiempo relativamente largo después de alcanzar la máxima densidad (Burlakova y col., 2006), puede tener ciclos (Strayer & Malcom 2006, Strayer y col., 2011) y/o fluctuar ampliamente (Ramcharan y col. 1992, Stańczykowska & Lewandowski 1993). Algunas comunidades de uniónidos en América del Norte parecen estar recuperándose después de las significativas disminuciones iniciales. En estudios realizados en el río Hudson se comprobó que las poblaciones de todos los bivalvos nativos se habían estabilizado o incluso comenzado a recuperar (Strayer & Malcom 2007), mientras que la supervivencia anual de los mejillones cebra adultos disminuyó (Strayer y col., 2011). Por lo tanto, es posible que, a pesar de los datos de pérdida poblacional obtenidos en este trabajo, *Anodonta anatina* consiga mantenerse en ambos humedales gracias a las zonas menos afectadas que están actuando como refugios y/o a las zonas que ofrecen mayor resistencia a la colonización y expansión de la especie.

Los principales factores que están causando problemas a las poblaciones de náyades de estos embalses como consecuencia de la infestación del mejillón cebra son:

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 B1, B2, C y H, del embalse de Urrúnaga, y en las Zonas U, Q, V y W del embalse de Ullibarra, 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.

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 uniónidos 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 uniónidos 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 uniónido (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 algunos 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 & Wilcox 1997, Nichols & Amberg 1999, Burlakova y col. 2000, Zanatta y col. 2002, Bowers & Szalay 2004). 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. 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 uniñidos (Nichols & 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 uniñidos 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 & Malcom 2007). Teniendo en cuenta la experiencia de otros lugares, sería interesante continuar con el seguimiento y vigilancia de las poblaciones de Urrúnaga y Ullíbarri 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 Sistema de Embalses del Río Zadorra, cuyas especies han sido incluidas recientemente en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas. En el embalse de Urrúnaga se constató la presencia de ejemplares de mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades en el año 2012. Se desconoce cuando comenzó la fijación sobre las mismas. Algunas de las poblaciones presentaban ya un elevado número de mejillones cebra adheridos, alcanzando índices de fijación superiores al ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado el umbral a partir del cual se puede considerar letal la infestación para una náyade. En el embalse de Ullíbarri-Gamboa fue en el 2014 cuando se detectaron los primeros ejemplares de mejillón cebra adheridos sobre las náyades, por lo que en este humedal se ha podido realizar un seguimiento del avance de la invasión de *D. polymorpha* desde el inicio de la colonización hasta ahora. Posteriormente, durante las prospecciones realizadas en el 2015, se constató la explosión demográfica de la población de *Dreissena polymorpha* que ocupa este humedal, alcanzando índices de fijación muy elevados en muchas de las poblaciones de náyades que alberga.

De acuerdo con los datos obtenidos en la campaña del 2019, y comparándolos con los datos recogidos años anteriores, se observa una oscilación en el patrón de colonización y fijación de *Dreissena polymorpha* sobre los ejemplares de náyades de ambos embalses. Los resultados obtenidos certifican la extinción local de alguna de las poblaciones de *Anodonta anatina*, así como una disminución muy significativa de la densidad poblacional en varias de las zonas muestreadas en ambos embalses. Este declive poblacional podría dar lugar a una desaparición, en un corto plazo de tiempo, de varias 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, Ullíbarri-Gamboa y Urrúnaga, así como en los análisis posteriores para la cuantificación de los ejemplares 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:

- De acuerdo con los datos obtenidos en la campaña del 2019 en ambos embalses, y comparándolos con los datos recogidos años anteriores, se vuelve a observar una oscilación en el patrón de colonización y fijación sobre las poblaciones de náyades. Los resultados obtenidos en la mayoría de las zonas mostraron una disminución significativa en el grado de colonización respecto a años anteriores (2016, 2017 y 2018), presentando índices de fijación más modestos, algunos incluso similares a los obtenidos en el inicio de la colonización de *D. polymorpha*, por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido.
- En el embalse de Ullíbarri, 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. En una primera fase de expansión, predominaron los tamaños comprendidos entre 1-1,5 cm, que caracterizaría a los ejemplares fijados en la época de primavera, mientras que en la fase de expansión que ha finalizado en 2019, predominaron los ejemplares con tamaños $\leq 5\text{mm}$ y los de talla comprendida entre 0,5-1 cm, correspondientes a los eventos de reproducción que se producen durante la época de verano.
- En el embalse de Urrúnaga 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, y sin que los mecanismos que impulsan las fluctuaciones estén claros. Las fluctuaciones que se producen cada año en el volumen de agua embalsada durante los periodos de reproducción de *D. polymorpha*, podría ser uno de los factores que afecten a la capacidad de fijación y establecimiento de esta especie.

- Los resultados obtenidos en 2019 muestran una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina* en ambos embalses. En Ullívarri-Gamboa, se ha producido un descenso poblacional global del 58,1% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga se cifra en un 87,6% la pérdida total de efectivos en las poblaciones bajo control. Los porcentajes de pérdida de ejemplares varían entre las diferentes zonas analizadas en cada embalse.
- 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. Es una de las zonas 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 la especie *Anodonta anatina*, por las altas densidades que presentaba. El mayor índice de pérdida de ejemplares registrado hasta el momento en una de las estaciones de seguimiento de esta zona es de un 95,2%.
- Las zonas menos afectadas en Ullívarri-gamboa se sitúan en Mendixur-Garaio, y coinciden también con aquellas poblaciones que presentaron un menor porcentaje de pérdida de efectivos en los muestreos realizados en 2016. Son las poblaciones que a lo largo de estos años han mostrado un menor índice de fijación de dreissenidos y donde se detectó una mayor densidad de náyades durante las prospecciones iniciales. El mayor índice de pérdida de ejemplares registrado en esta área es de un 49,6%.
- En el embalse de Urrúnaga se ha constatado la extinción local de la población que presentaba la mayor densidad de ejemplares de *Anodonta anatina* detectada en este embalse (Zona B1), justo en el punto donde se cree que comenzó la colonización de *D. polymorpha* en este humedal y donde el índice de fijación llegó a alcanzar un valor de 865 mejillones/uniónido en 2016.
- Las zonas menos afectadas en Urrúnaga corresponden con dos ensenadas, donde se ha estimado una pérdida de efectivos superior al 50%. (Zona A: 53,4%; Zona L:53,3%). Aunque estas poblaciones han visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos años, quizás sean capaces de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha*.
- En ambos embalses se han detectado zonas que, por el momento, ofrecen resistencia a la colonización de *D. polymorpha*, pudiendo actuar como refugio de las poblaciones de náyades que las ocupan y evitando la extinción total de los uniónidos en estos biotopos. En Urrúnaga se trata de la Zona P (Mekoleta), donde nunca se ha superado el ratio de 20 mejillones/uniónido. En Ullívarri se trata de las poblaciones situadas en Mendixur-Garaio, donde en 2019 el índice de fijación se sitúa también por debajo de los 20 mejillones/uniónido.
- Los resultados obtenidos del análisis de la estructura de tamaños de los mejillones cebrá 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.

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 2013-2019 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
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
A	2019 Marcadas	20	0	3.945	197,2	524	2	55,3	2181	31,97	1261	9,08	358	1,55	61	1,83	72	0,28	11	0,03	1
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

Tabla 3. Continuación

Zona	Año muestreo	N° náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	N° mejillones adheridos	N° medio Mej./náyade	N° máximo y mínimo de mejillones adheridos	N° 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			
							%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°
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	0
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	0
B2	2019 Marcadas	9	0	2.551	283,4	624	27	58,2	1484	29,1	742	7,1	182	3,9	99	1,3	33	0,4	11	0	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	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	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	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	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	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	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	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	0
C	2019 Marcadas	12	3	2.784	309,3	589	44	60,2	1676	32,1	894	5,7	159	1,4	40	0,3	8	0,3	7	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	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	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	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	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	12
E	2019 Marcadas	20	0	5.824	291,2	615	29	69,9	4072	22,5	1311	5,7	334	1,3	77	0,5	27	0,1	3	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	%	Nº
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		
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		
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		

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
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
L	2019 Marcadas	20	0	1.359	68	235	2	53,6	728	22,8	310	19,2	261	1	13	1,9	26	1,2	16	0,4	5
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
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
P	2019 Marcadas	20	16	168	12	41	1	26,8	45	46,4	78	10,7	18	6	10	10,1	17	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

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
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
Q	2019 Marcadas	20	3	2.929	172,3	549 2	66,3	1942	26,7	783	3,3	97	0,7	21	2,1	62	0,7	21	0,1	3
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

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 2014-2019 en el embalse de Ullívarri-Gamboa.

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
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
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
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
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
F	2019 Marcadas	20	14	86	14,3	23	2	32,56	28	54,65	47	1,16	1	1,16	1	0	0	3,49	3	6,98	6
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
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
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
G	2019 Marcadas	20	6	147	10,5	68	2	46,3	68	39,5	58	11,6	17	0,7	1	0	0	0,7	1	1,4	2
I	2014 SIN MARCAR	20	20	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
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
I	2018 Marcadas	20	0	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
I	2019 Marcadas	20	7	73	5,6	41	1	31,51	23	28,77	21	28,77	21	6,85	5	2,74	2	0	0	1,37	1

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
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
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
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
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
Q	2019 Marcadas	20	5	4.471	298,1	641 1	58,15	2600	19,37	866	15,23	681	2,57	115	2,93	131	1,63	73	0,11	5
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
R1	2019 Marcadas	20	0	3.592	179,6	426 6	66,17	2377	18,04	648	10,80	388	1,87	67	1,81	65	1,17	42	0,14	5
R2	2019 Marcadas	20	0	1.105	55,3	254 2	64,98	718	15,66	173	14,57	161	2,44	27	1	11	1,36	15	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	%	Nº
S	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
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	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	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	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	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	0	0
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	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	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	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	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	0	0
V	2019 Marcadas	20	3	6.127	360,4	663 174	56,26	3447	27,73	1699	10,25	628	4,62	283	0,88	54	0,26	16	0	0	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	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	0	0

7.

Bibliografía

Bibliografía más relevante

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 *Ambelma 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 Ullibarra 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 Ullibarra 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 carrascollas 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. 2012-2018.** 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 Rasmussen 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., N. Cid, and H.M. Malcom. 2011. Long-term changes in a population of an invasive bivalve and its effects. *Oecologia* 165: 1063–1072.

Strayer, D.L., J.A. Downing, H.R. Haag et al. 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *BioScience* 54: 429–439.

Strayer, D.L. and D. Dudgeon. 2010. Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 29: 344–358.

Strayer, D.L. and H.M. Malcom. 2006. Long-term demography of a zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) population. *Freshwat. Biol.* 51: 117–130.

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

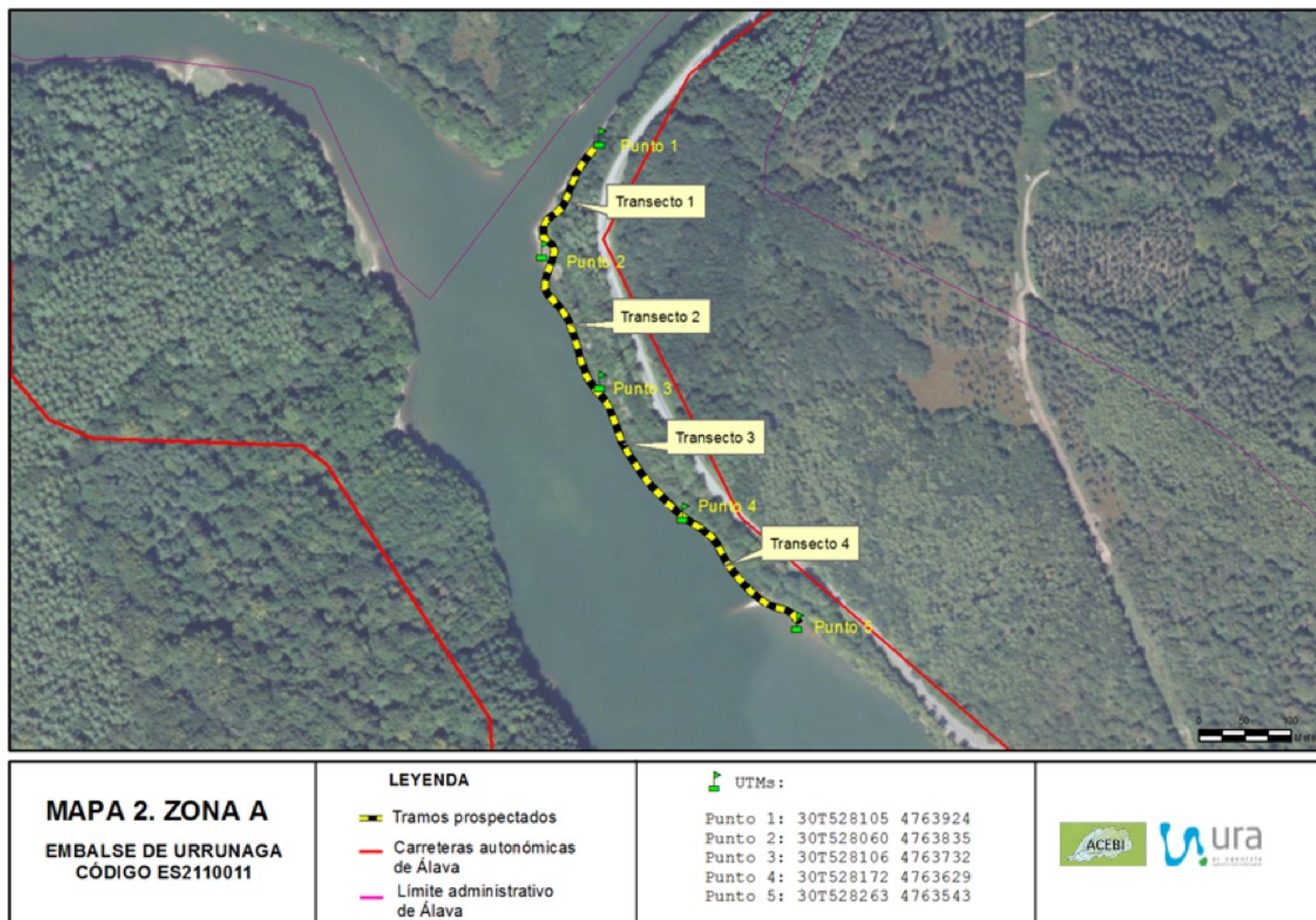
Wainman B.C, Hincks SS, Kaushik N.K, Mackie G.L. 1996. Biofilm and substrate preference in the dreissenid larvae of Lake Erie. Can J Fish Aquat Sci 53: 134-140.

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





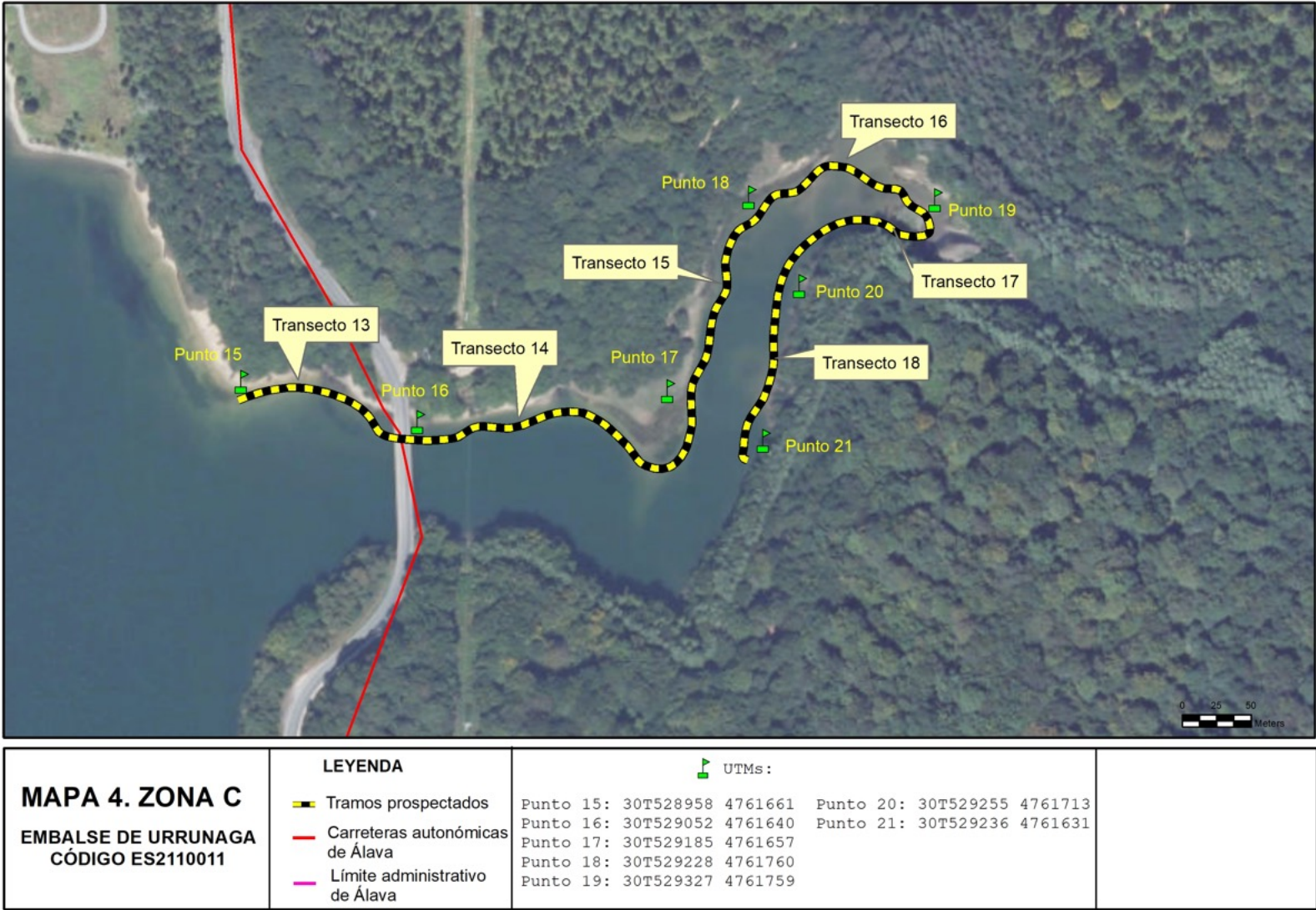
**MAPA 3. ZONA B
(B1 y B2)**
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

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 5. ZONA E
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

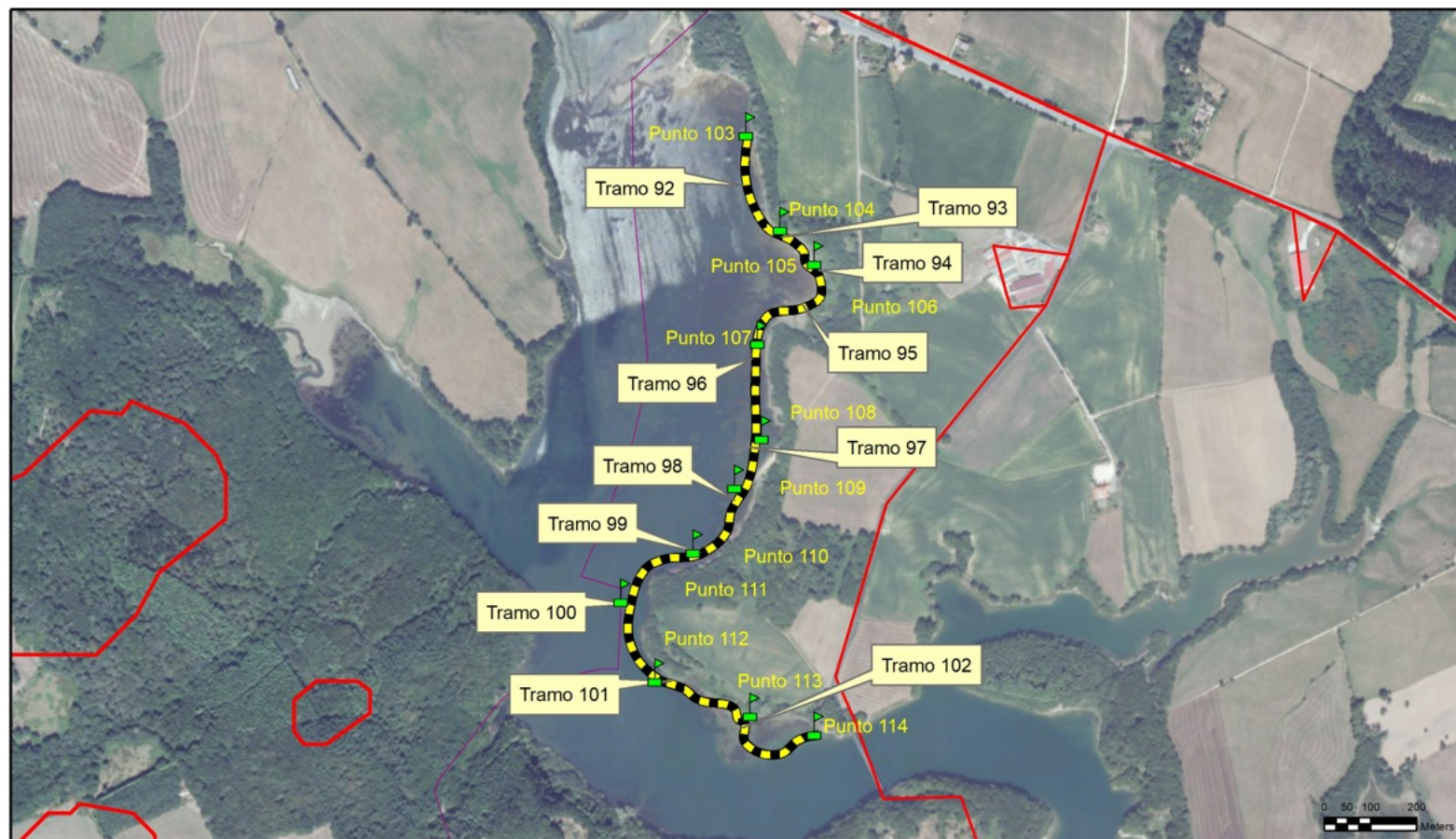
LEYENDA

- 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 7. 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 8. ZONA P
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA	
	Tramos prospectados
	Carreteras autonómicas de Álava
	Límite administrativo de Álava

UTMs:	
Punto 137: 30T527160 4764561	Punto 138: 30T527229 4764492
Punto 139: 30T527299 4764406	Punto 140: 30T527376 4764330
Punto 141: 30T527449 4764253	Punto 142: 30T527522 4764168



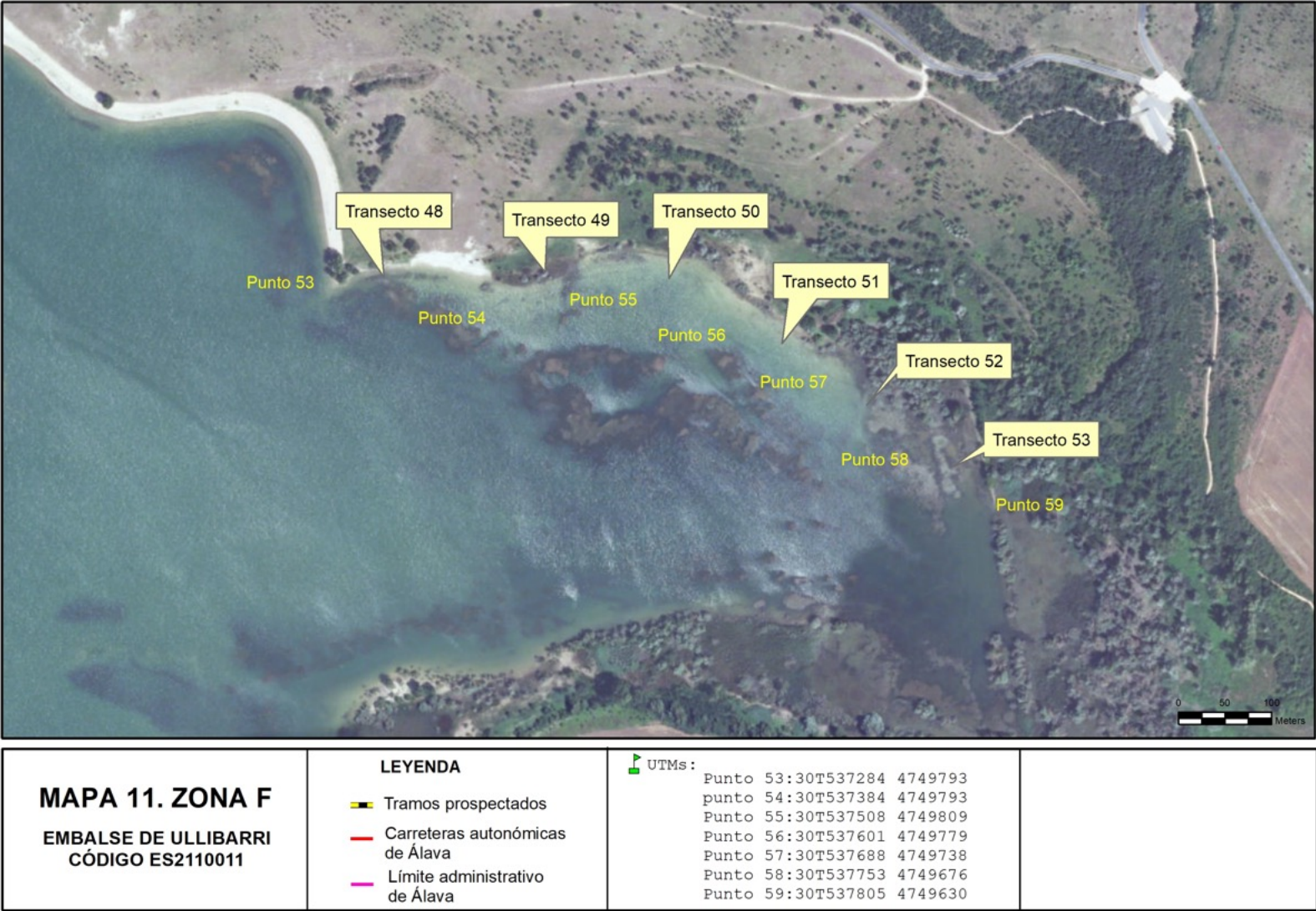
MAPA 9. ZONA Q
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

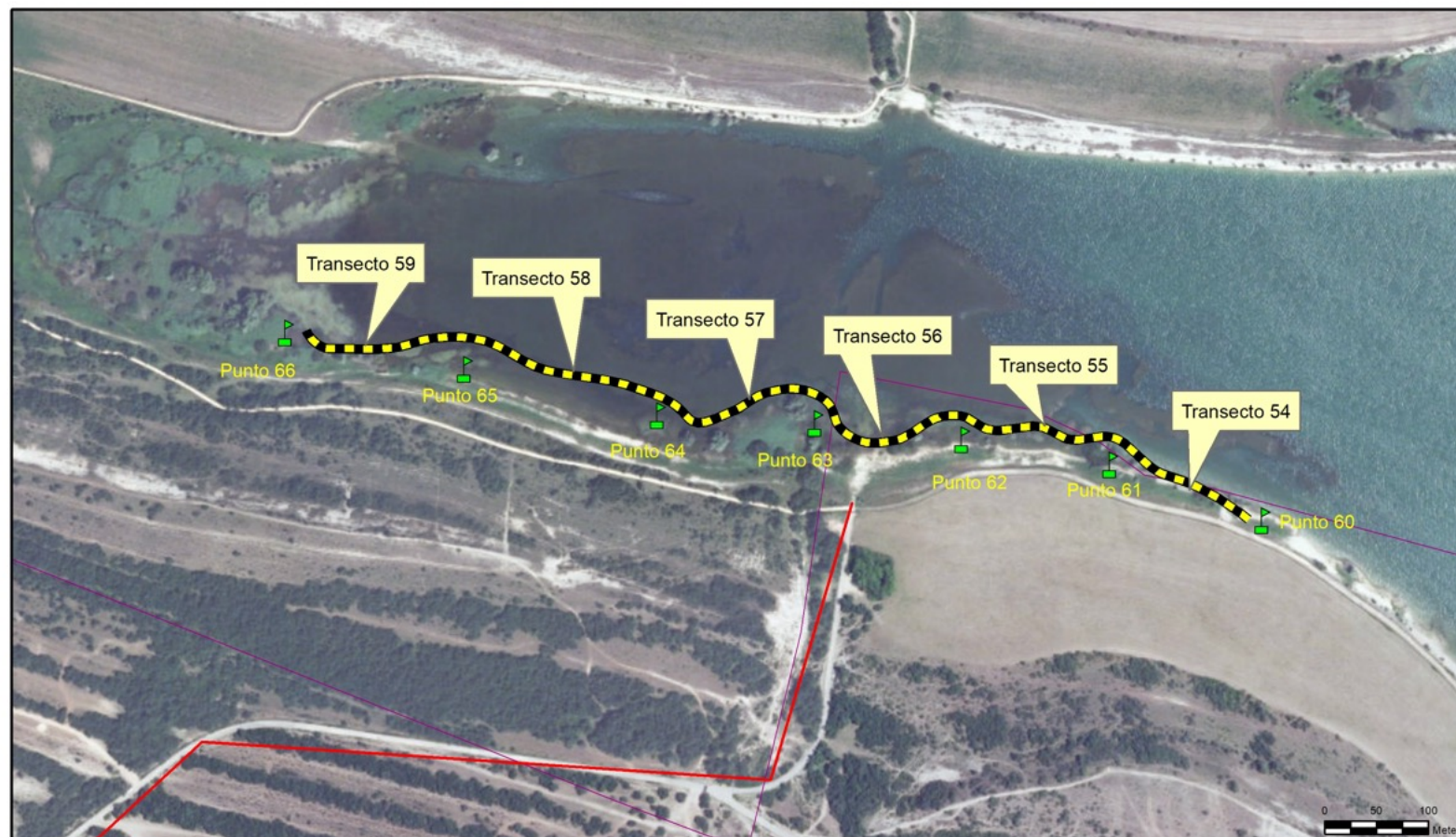
LEYENDA

- 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





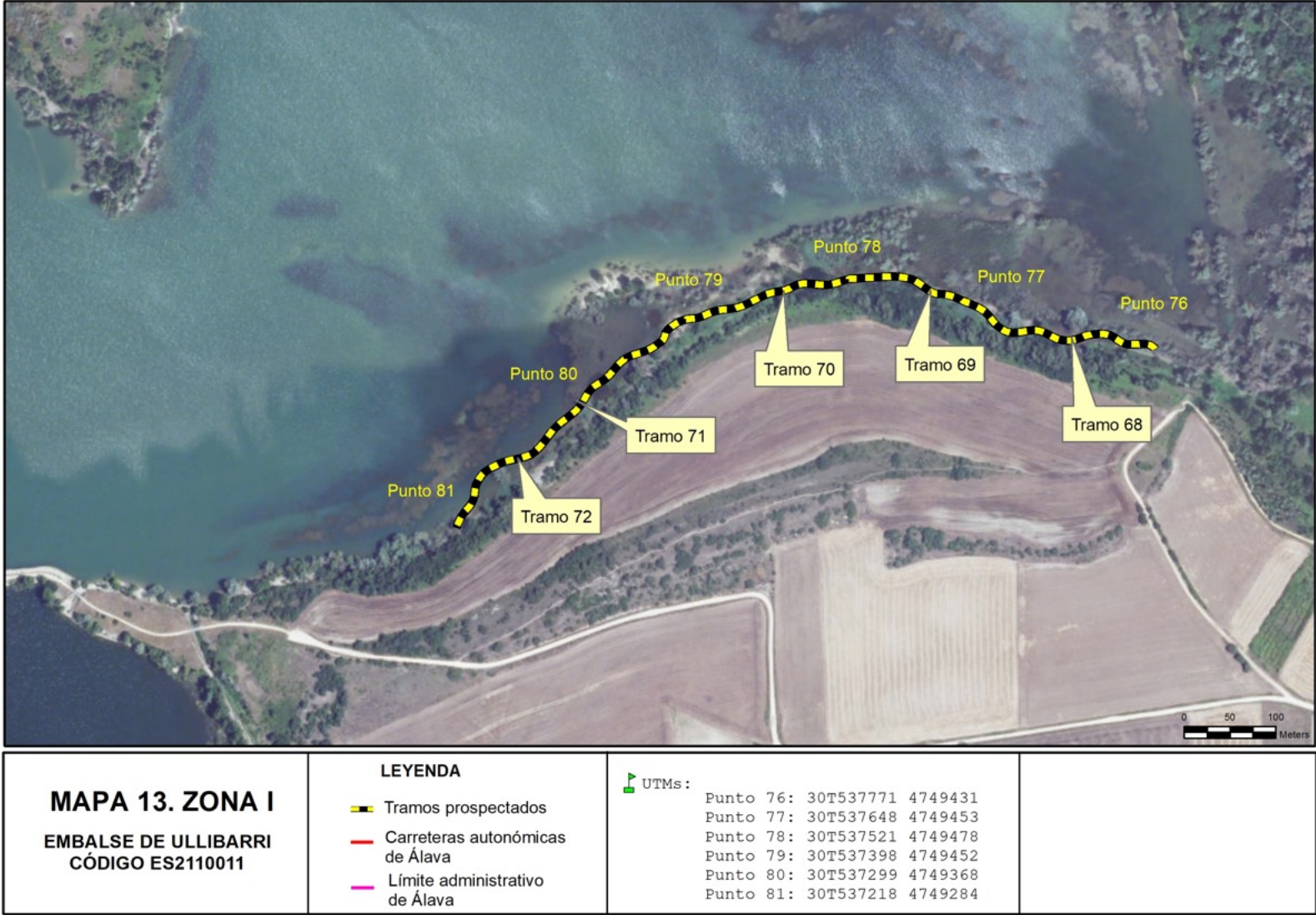
MAPA 12. ZONA G
EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

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 14. ZONA Q
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 143	30T537092	4751557
Punto 145	30T537107	4751701
Punto 144	30T537040	4751639
Punto 146	30T537178	4751680





MAPA 16. ZONA U EMBALSE DE ULLIBARRI CÓDIGO ES2110011	LEYENDA Tramos prospectados Carreteras autonómicas de Álava Límite administrativo de Álava	UTMs: Punto 76: 30T537771 4749431 Punto 77: 30T537648 4749453 Punto 78: 30T537521 4749478 Punto 81: 30T537218 4749284 Punto 80: 30T537299 4749368
--	--	--



