ura
ur agentzia
agencia vasca del agua



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

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

DICIEMBRE 2021

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: Iker Ayala

EQUIPO COLABORADOR DE LA UPV/EHU:

Mª José Madeira, Doctora en Ciencias Biológicas, Departamento de Zoología y Biología Celular Animal, Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.

Benjamín J. Gómez Moliner, Catedrático de Zoología, Departamento de Zoología y Biología Celular Animal, Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.

FECHA: 31-12-2021

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. 2021

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 **2**

Objetivos ***5***

Metodología ***7***

3.1 Muestreos **7**

3.2 Análisis de la Afección del mejillón cebra sobre las Poblaciones de Náyades **7**

Resultados obtenidos en el seguimiento y control del Embalse de Urrúnaga ***9***

4.1 Embalse de Urrúnaga: Zona A **12**

4.1.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 12

4.1.2 Seguimiento de la población de náyades 13

4.2 Embalse de Urrúnaga: Zona B **17**

4.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha* 19

4.1.3 Seguimiento de la población de náyades 20

4.3 Embalse de Urrúnaga: Zona C **24**

4.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 24

4.3.2 Seguimiento de la población de náyades 25

4.4 Embalse de Urrúnaga: Zona E **29**

4.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 29

4.4.2 Seguimiento de la población de náyades 30

4.5 Embalse de Urrúnaga: Zona L **34**

4.5.1. Grado de colonización de *Dreissena polymorpha* 34

4.5.2. Seguimiento de la población de náyades 35

4.6 Embalse de Urrúnaga: Zona P **39**

4.6.1. Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 39

4.7 Embalse de Urrúnaga: Zona Q **43**

4.7.1. Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 43

Resultados obtenidos en el seguimiento y control del Embalse de Ullíbarri-Gamboa ***47***

5.1 Embalse de Ullíbarri: Zona F **51**

5.1.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 51

5.2 Embalse de Ullíbarri: Zona G **57**

5.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 57
5.3 Embalse de Ullíbarri: Zona I 63
5.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 63
5.4 Embalse de Ullíbarri: Zona Q 68
5.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 68
5.4.2 Seguimiento de la población de náyades 69
5.5 Embalse de Ullíbarri: Zona R 73
5.5.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 73
5.5.2 Seguimiento de la población de náyades 74
5.6 Embalse de Ullíbarri: Zona V 81
5.6.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*. 81
5.6.2 Seguimiento de la población de náyades 82
Discusión 87
6.1. Situación y Conservación de las Poblaciones de Náyades del Sistema de Embalses del Río Zadorra 87
6.2. Afección del Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) sobre las Poblaciones de Náyades 94
6.2.1 Embalse de Ullíbarri-Gamboa. 95
6.2.1.1. Grado de fijación anual sobre las poblaciones de náyades. 99
6.2.2 Embalse de Urrúnaga 100
6.2.2.1 Grado de fijación anual sobre las poblaciones de náyades 100
6.2.3 Frecuencias de tamaños de los ejemplares de *Dreissena polymorpha*. 103
6.2.4 Tendencia de la población del mejillón cebra en ambos humedales. 106
6.3. Evolución de las Poblaciones de Náyades 108
6.4. Síntesis y Conclusiones Principales 115
Bibliografía 127
ANEXO I 133
ANEXO II 149

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. 2021

Tabla 1 Síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las zonas muestreadas en el Embalse de Ullíbarri durante las diferentes campañas de muestreos _____ 92

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 _____ 93

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 2013-2021 en el embalse de Urrúnaga _____ 117

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 2014-2021 en el embalse de Ullíbarri-Gamboa _____ 122

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. 2021

Figura 1 Número de náyades detectadas en la Zona A en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 13

Figura 2 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona A, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 14

Figura 3 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 15

Figura 4 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Año 2021. 16

Figura 5 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 16

Figura 6 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona A a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 16

Figura 7 Número de náyades detectadas en la Zona B1 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 18

Figura 8 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2016 en la Zona B1, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 18

Figura 9 Número de náyades detectadas en la Zona B2 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 20

Figura 10 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona B2, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 20

Figura 11 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 22

Figura 12 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Año 2021. 23

Figura 13 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2 a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 23

Figura 14 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 15 Número de náyades detectadas en la Zona C en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 26

Figura 16 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona C, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 26

Figura 17 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 27

Figura 18 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Año 2021. 28

Figura 19 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 28

Figura 20 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 21 Número de náyades detectadas en la Zona E en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 30

Figura 22 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2015-2021 en la Zona E, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 31

Figura 23 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 32

Figura 24 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Año 2021. 33

Figura 25 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. 33

Figura 26 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..... 33

Figura 27 Número de náyades detectadas en la Zona L en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 35

Figura 28 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona L, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 36

Figura 29 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 2021. 37

Figura 30 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 2021..... 38

Figura 31 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. 38

Figura 32 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. 38

Figura 33 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 2021. 41

Figura 34 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 2021. 42

Figura 35 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. 42

Figura 36 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. 42

Figura 37 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 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 45

Figura 38 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2021. 46

Figura 39 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 46

Figura 40 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. 46

Figura 41 Número de náyades detectadas en la Zona F en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo 53

Figura 42 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona F, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 53

Figura 43 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 55

Figura 44 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Año 2021. 56

Figura 45 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. 56

Figura 46 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. 56

Figura 47 Número de náyades detectadas en la Zona G en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo 58

Figura 48 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona G, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 59

Figura 49 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 2021. 60

Figura 50 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 2021. 61

Figura 51 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. 61

Figura 52 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. 61

Figura 53 Número de náyades detectadas en la Zona I en los muestreos realizados durante los años 2013, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 64

Figura 54 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona I, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 65

Figura 55 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 66

Figura 56 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Año 2021..... 67

Figura 57 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 67

Figura 58 Gráfico. 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. 67

Figura 59 Número de náyades detectadas en la Zona Q en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo..... 69

Figura 60 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona Q, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 70

Figura 61 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 11 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 2021. 71

Figura 62 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 11 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2021. 72

Figura 63 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 72

Figura 64 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. 72

Figura 65 Número de náyades detectadas en la Zona R1 en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo 75

Figura 66 Número de náyades detectadas en la Zona R2 en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo 75

Figura 67 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona R1, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 76

Figura 68 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona R2, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 76

Figura 69 Número de ejemplares de *D. polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2021. 77

Figura 70 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2021. 78

Figura 71 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 2021. 79

Figura 72 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. 79

Figura 73 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. 80

Figura 74 Número de náyades detectadas en la Zona V en los muestreos realizados durante los años 2015, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo 82

Figura 75 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2015-2021 en la Zona V, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021 83

Figura 76 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Gráfico B:

Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021. 84

Figura 77 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Año 2021. 85

Figura 78 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V a lo largo de los diferentes años de seguimiento. 85

Figura 79 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..... 85

Figura 80 Tendencias a largo plazo que pueden experimentar las poblaciones de mejillón cebra (Strayer y Malcom, 2006)..... 106

Figura 81 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Ullíbarri, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento. 107

Figura 82 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. 107

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. En el trabajo realizado por Araujo y col. 2009 se recogen los resultados de numerosos estudios llevados a cabo durante los últimos años y 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 litoralis*, *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 durante los años 2013-2021 ha promovido 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 2021 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 en años previos (2012-2020) en el embalse de Urrúnaga se ha llevado a cabo sobre la Zona A, Zona B, Zona C, Zona E, 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 en la campaña de muestreos del año 2020, libres de mejillones y recapturadas de nuevo durante este estudio.

En el embalse de Ullíbarri-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 durante el periodo 2013-2020. Las zonas analizadas son la Zona F, Zona G, Zona I, Zona Q, Zona R1, Zona R2 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.

El procesado de las muestras se realizó de una en una, e implico el lavado de la muestra y la separación de los mejillones cebra por clase de tamaños. Con las medidas de protección necesarias, en este caso, guantes, se procedió a la apertura del recipiente (bolsa zip) y el vertido de la muestra de mejillones cebra sobre una columna de tamices de diferente luz de malla (0,8 mm, 4 mm, 8 mm, 14 mm, 19 mm), que se fue lavando y agitando suavemente bajo el grifo con agua. Uno a uno, y bajo el grifo, se desmontaron los tamices de la columna, de mayor a menor tamaño de luz de malla, permitiendo separar la muestra de los mejillones cebra en las siguientes clases de tamaño: >0,5 cm; 0,5-1 cm; 1-1,5 cm; 1,5-2 cm; <2 cm. Posteriormente los mejillones retenidos en cada uno de los tamices se pasaron a diferentes bandejas, con la ayuda de una pinza entomológica, con cuidado de no dañar ni aplastar los ejemplares (una bandeja por clase de tamaño). A visu se comprobó que los ejemplares que ocupan cada bandeja se correspondían con el tamaño requerido y en el caso de que alguno no correspondiese se traspasó con la pinza a la bandeja apropiada. Una vez separados por tamaños, se procedió a contabilizar el total de mejillones de cada bandeja. Para ello se separaron los mejillones que estaban pegados y se dispusieron a lo largo de la bandeja, en una única capa y en pequeños grupos bien separados, lo que facilitó su conteo con ayuda de un contador manual. Cada 100 individuos, se desecharon los mejillones contabilizados. En la bandeja de los mejillones con tamaño >2cm., se separaron manualmente los ejemplares de tamaño comprendido entre 2-2,5 cm y > 3 cm con ayuda de una regla dispuesta a lo largo de la bandeja. Los datos referentes al número total de mejillones adheridos sobre cada náyade y contabilizados por clase de tamaño se anotaron en la ficha de laboratorio correspondiente a cada estación control, donde se recogen los datos individualizados de los dreissenidos fijados sobre las 20 náyades que componen la muestra control de cada zona.

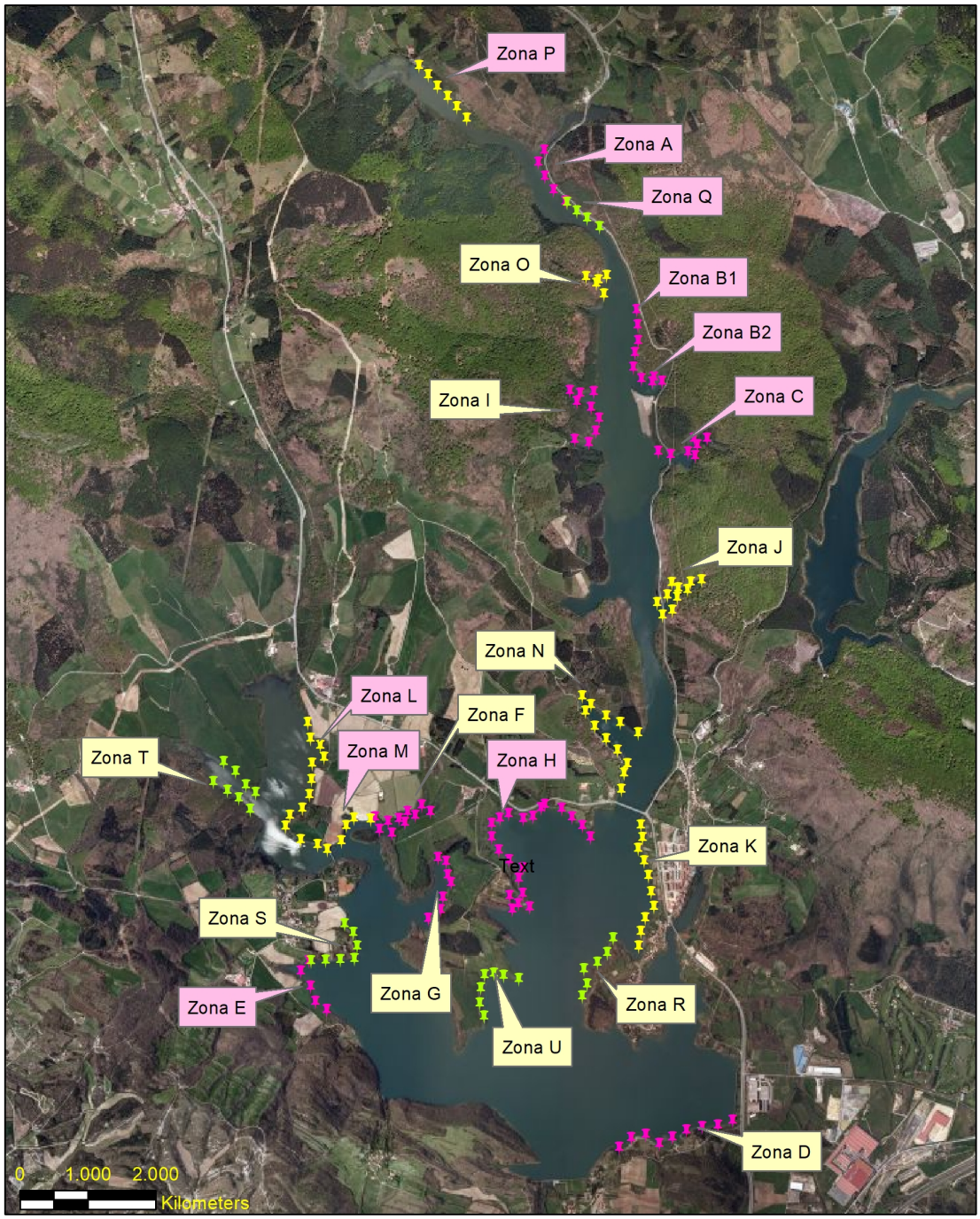


Imagen que muestra como se realiza el conteo y análisis de tallas de los mejillones recolectados

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 2013
- Zonas prospectadas durante el año 2014
- Zonas controladas durante el periodo 2015-2021

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 noveno 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. Durante esta campaña del 2021 solo se ha logrado localizar y recoger 14 de los ejemplares marcados en esta zona. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 3-6. Se han contabilizado un total de **3.386 mejillones cebra** adheridos sobre las 14 náyades marcadas. Estos resultados se traducen en una media de **241,9 mejillones/uniónido**. Se trata del tercer valor de fijación más alto detectado en esta colonia desde que se inició su seguimiento en el año 2013. Estos datos muestran un significativo descenso del grado de infestación con respecto a los datos obtenidos en la anterior campaña del 2020 (430,5 mejillones/uniónido), la cifra más alta de infestación medida en esta colonia hasta ese momento. Este descenso en la capacidad de fijación del mejillón cebra podría estar relacionado con el nivel de agua embalsada durante la campaña de muestreos del 2021, por debajo de la media medida en los últimos años, y que ha dejado al descubierto amplias zonas de ensenadas someras y ocupadas por agregados de mejillón cebra que han muerto debido a la desecación, seguramente influyendo también en su capacidad de reproducción. Los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento 2013-2021 muestran oscilaciones significativas en la fijación de *D polymorpha* en esta zona (10,5, 171,5, 10,8, 26,4, 112,4, 320,5, 197,2 430,57 y 241,9 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. Sin embargo, a pesar de haber disminuido de nuevo en 2019 (197,2), este valor volvió a incrementar significativamente en la campaña del 2020, cuadriplicando el ratio de 100 mejillones/uniónido, umbral a partir del cual la fijación de dreissenidos se puede considerar letal para una náyade. Aunque en 2021 el valor medio de fijación ha disminuido prácticamente hasta la mitad, sigue duplicando el ratio de letalidad para una náyade.

Destacar el aumento tan significativo en la densidad de mejillones cebra con tamaño comprendido entre 0,5-1 cm que representa al 52,54% de los ejemplares recolectados durante este año, seguido de un 20,79% (66 individuos) con una talla comprendida entre 1-1,5 cm, porcentaje muy similar al 20,32% de individuos detectados con un tamaño menor o igual a 0,5 cm. En las Figuras 5-6 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 ≤5mm). Excepto esta campaña del 2021 y la del 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 esta zona. Sin embargo, tanto en 2021 como en 2016 han resultado mayoritarios los ejemplares procedentes del pico de reproducción de inicios de verano (Talla 0,5-1 cm; 52,54%), observando también un aumento muy significativo, en comparación con el resto de campañas, de los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm) con un 20,79% de los ejemplares recolectados, el porcentaje más alto de individuos con esta talla detectado en esta zona hasta el momento. Este porcentaje se ha visto incrementado como consecuencia del descenso significativo observado en el porcentaje de ejemplares fijados entre finales del verano y principios del otoño (Talla ≤5mm), seguramente debido a la mortandad masiva de los ejemplares de mejillón cebra situados en las

zonas más someras del embalse, que quedaron expuestos a la desecación como consecuencia de la bajada acusada del nivel de agua embalsada durante finales del verano y principio del otoño, impidiendo su reproducción durante esta época. Este hecho parece haber influido también en la disminución del índice medio de fijación (mejillones/uniónido) detectado en esta zona en 2021.



Imágenes que muestran el aspecto de la Zona A, donde se observa el descenso significativo del nivel de agua embalsada en comparación con otros años previos (izquierda), y la afección que sufren las náyades en este punto por parte de la especie *Dreissena polymorpha* (derecha)

4.1.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020 durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio del seguimiento de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 1 y 2).

Figura 1 Número de náyades detectadas en la Zona A en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

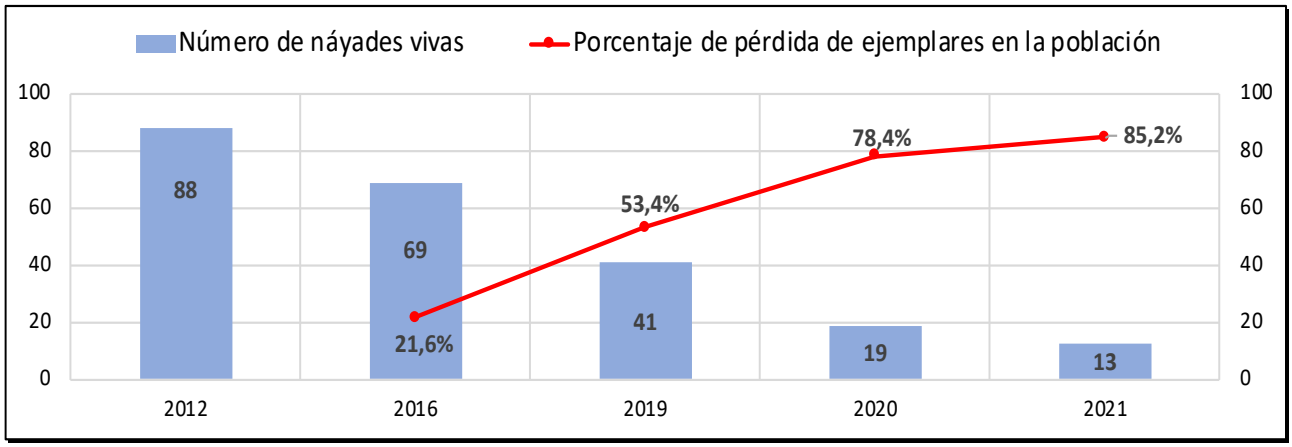
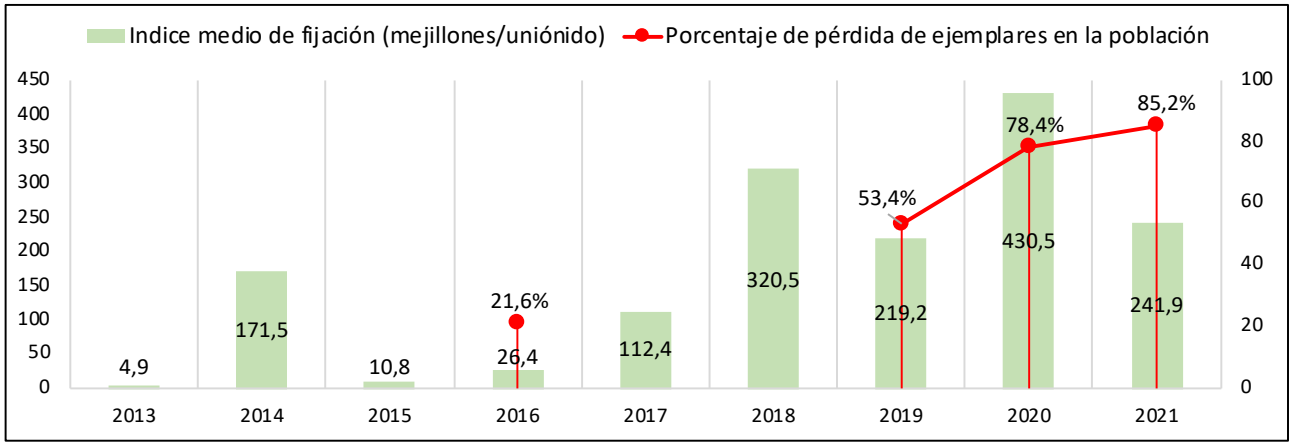


Figura 2 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona A, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 88 ejemplares de *Anodonta anatina*. Esta cifra disminuyó hasta 69 individuos en la réplica de muestreos efectuada durante el 2016, estimando una pérdida del 22% de la población de náyades a lo largo de esos cuatro años; un valor que se consideró bajo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en otras poblaciones. Durante los muestreos del 2019 se contabilizaron 41 individuos vivos, arrojando una perdida del 53,4% de los efectivos de esta colonia, porcentaje que aumento significativamente en 2020, alcanzando un 78,4% (19 náyades vivas). Para el seguimiento de la densidad de náyades en cada población, no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en 2020 y recapturados en 2021 en el control y estima anual de los índices de fijación. Por lo tanto, teniendo en cuenta los 13 ejemplares que no fueron marcados y liberados de mejillones cebra en 2020, tal y como se ha hecho en el resto de zonas, el porcentaje de pérdida de efectivos en esta población en el 2021 aumenta hasta un 85,2%.

Aunque hasta el 2017 esta zona era una de las que presentaba un menor índice de fijación en este embalse, a partir de ese año y hasta el 2021, se ha superado el ratio de fijación de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar los 320,5 mejillones/uniónido en el 2018 y los 430,5 mejillones/uniónido durante el 2020, siendo este último el valor de fijación más alto detectado en esta colonia desde que se inició su seguimiento (Figura 2). La afección sufrida por esta población en los últimos años podría explicar, en gran parte, la disminución tan significativa en el número de ejemplares detectada en el 2021.

Figura 3 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

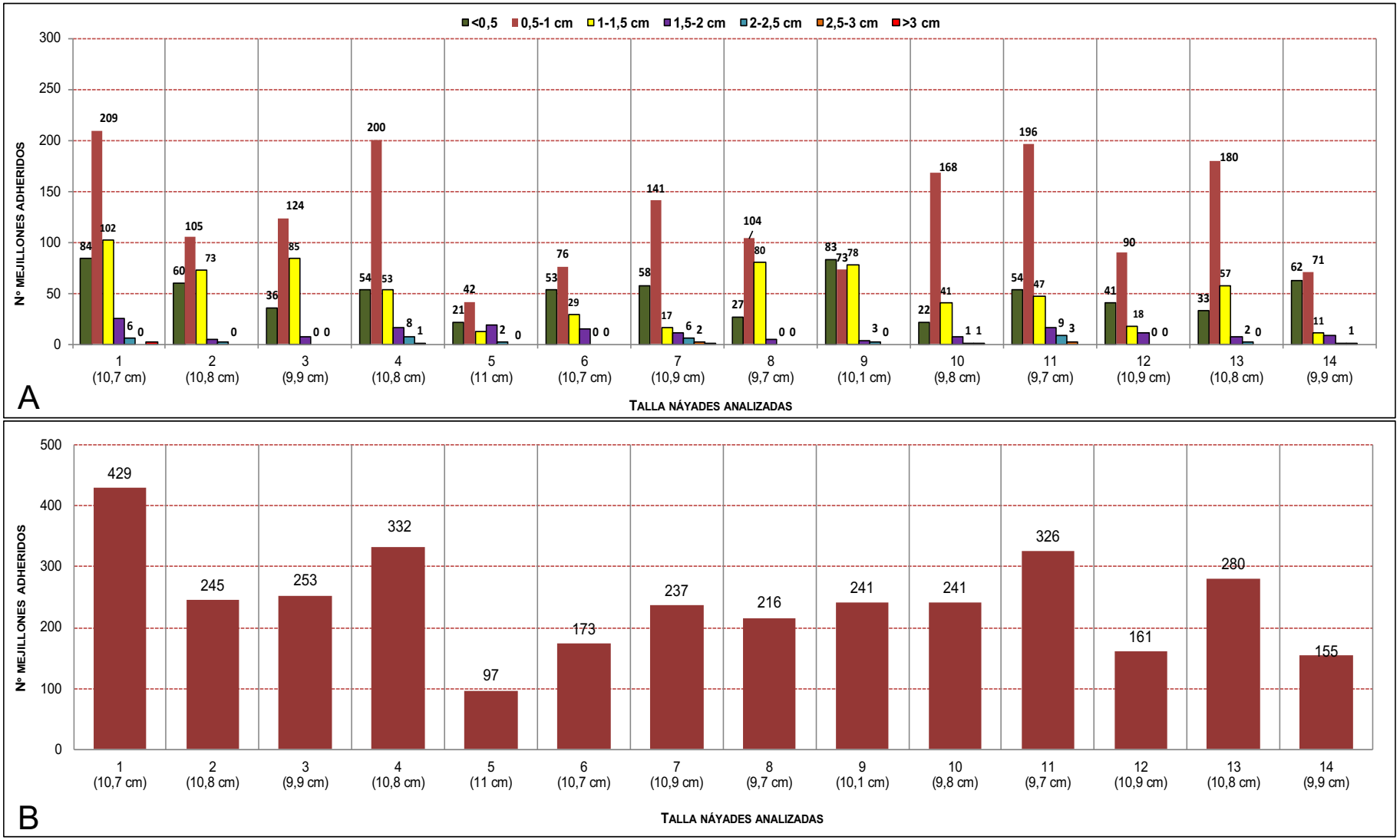


Figura 4 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A. Año 2021.

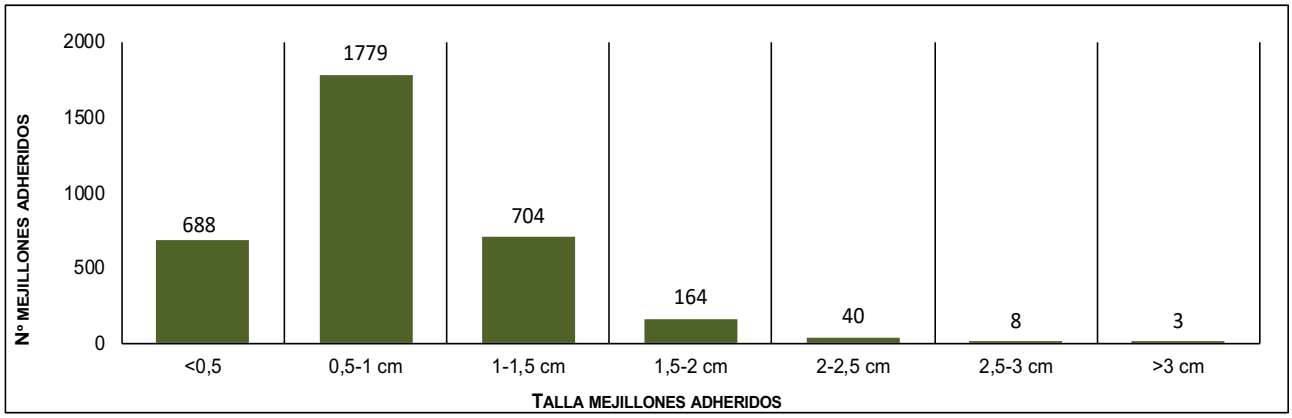


Figura 5 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona A a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

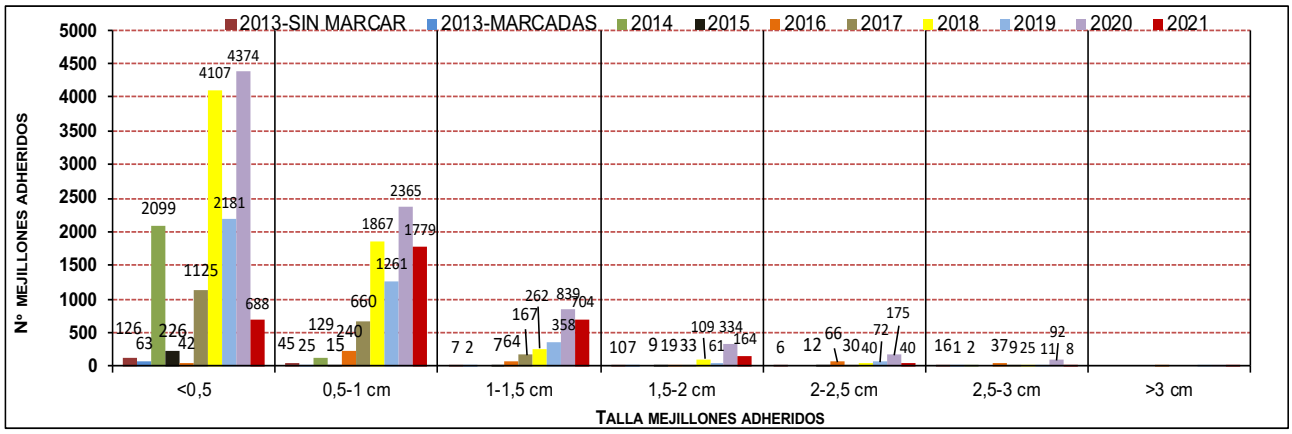
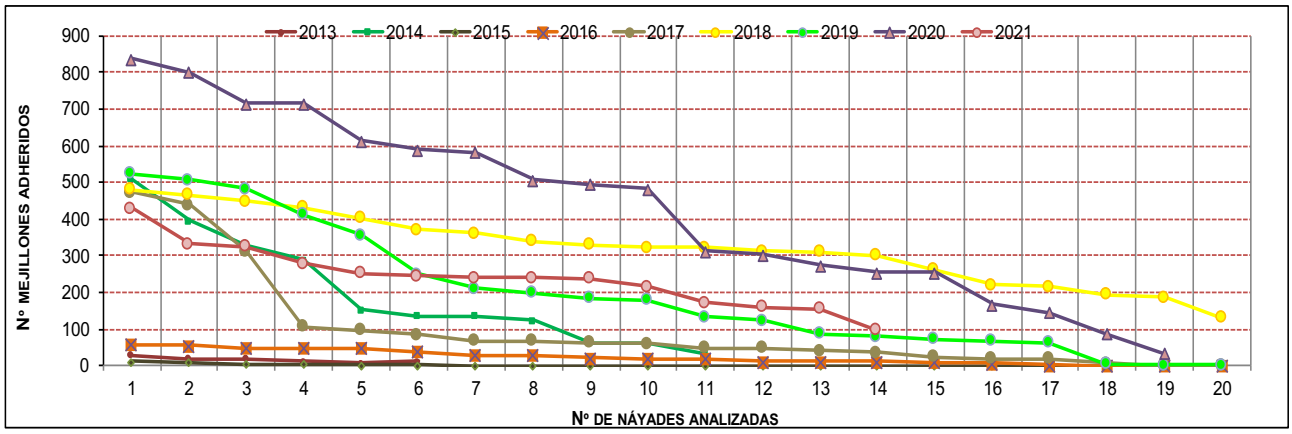


Figura 6 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona A a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-Nº total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 14 ejemplares de *Anodonta anatina*: **3.386 individuos** (**241,9 mejillones/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, esta última campaña de muestreos (año 2021) debe considerarse como el noveno 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 constató la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se pudieron 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 población más numerosa detectada en este embalse (Figuras 7 y 8). Durante esta última campaña del 2021 se decidió volver a muestrear la zona, debido a que el nivel de agua del embalse durante la época de muestreo se mantuvo por debajo de la media de los últimos años, lo cual permitió prospectar una mayor superficie hacia el interior del embalse. A pesar de poder abarcar una mayor área de muestreo, no se localizó ninguna de las náyades marcadas en años anteriores en esta zona, y tan solo se encontró una náyade viva, sin marcar y completamente cubierta de dreissenidos. Por el contrario, se detectaron multitud de restos, conchas completas y valvas de la especie *A. anatina*, reflejo de la densidad de la población que ocupaba esta zona del embalse hasta la entrada del mejillón cebra en la misma.

Figura 7 Número de náyades detectadas en la Zona B1 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

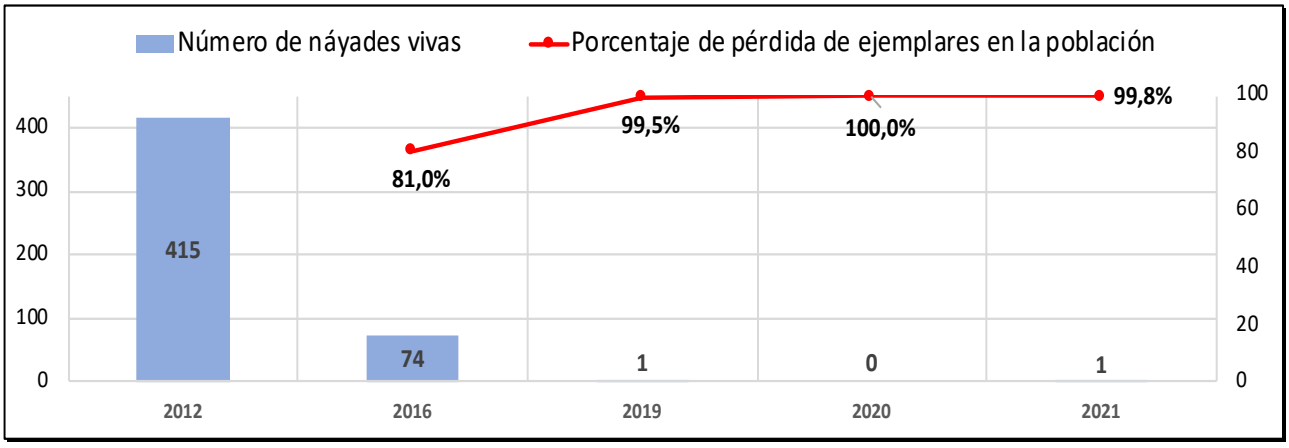
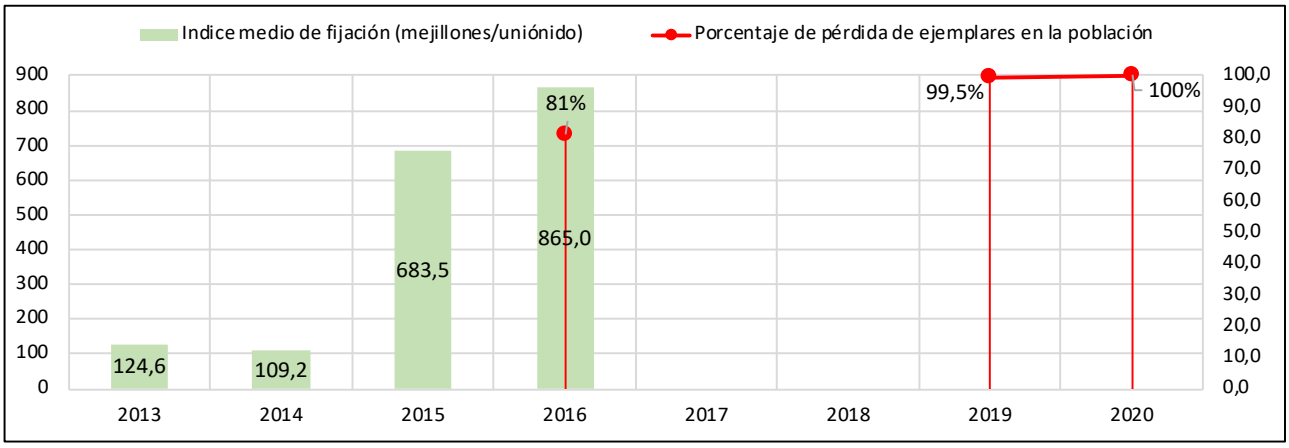


Figura 8 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2016 en la Zona B1, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



Zona B2: Durante la campaña de muestreo del 2019 tan solo se pudieron recuperar 9 de los ejemplares marcados en esta zona. Este hecho se atribuyó a un posible empeoramiento 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, también se apuntó que el problema podía ser debido a la falta de visibilidad durante la época de muestreo, debido a una proliferación masiva de macrófitos y algas tapizando el sustrato en la zona más somera, área que suelen ocupar generalmente las náyades. Debido a ello, la mayor parte del muestreo para localizar las náyades se tuvo que realizar palpando el sustrato, lo cual podría haber influido en la capacidad de detección de las náyades situadas en este punto. Durante la campaña de muestreos del 2020 se volvió a realizar una prospección exhaustiva de la zona B2 y, a pesar de que no se detectaron grandes densidades de algas tapizando el sustrato, tan solo se pudieron recuperar 8 ejemplares marcados, menos del 50% de los individuos que consideramos necesarios para poder continuar con el seguimiento de esta zona. Al igual que en la zona B1, durante esta última campaña del 2021, se pudo prospectar un área hacia el interior del embalse superior a la de los últimos años, debido a la bajada acusada de la cota de agua del embalse durante la época de muestreos. Sin embargo, al igual que ocurrió en años anteriores, en la zona más somera se detectó una proliferación masiva de macrófitos que dificultaban mucho la visibilidad y que obligó a realizar la mayor parte del muestreo palpando el fondo, buscando las náyades por debajo del tapiz de algas y macrófitos. A pesar del esfuerzo de muestreo invertido, tan solo se detectaron 3 de las náyades marcadas en anteriores años, un número insuficiente para poder continuar con el seguimiento de esta zona. Además de los 3 ejemplares de *A. anatina* marcados, se localizaron 2 ejemplares más marcados en anteriores campañas, completamente cubierto de dreissenidos, así como multitud de restos de conchas y valvas. Destacar que, durante esta campaña, una de las anodontas recapturadas presentaba 505 mejillones adheridos (más del 60% con tamaño

superior a 0,5 cm). A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir de los únicos tres ejemplares marcados que se pudieron localizar.

4.2.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*

Los resultados obtenidos para los 3 ejemplares recapturados en la zona B2 se muestran en las Figuras 11-14. Se han contabilizado un total de **1.157 mejillones cebra** adheridos sobre las 3 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **385,7 mejillones/uniónido**, el tercer índice medio de fijación más alto medido en esta zona hasta el momento. Además, es necesario destacar que este dato corresponde únicamente a 3 ejemplares de *A. anatina*, los que se han podido recapturar y analizar esta campaña, lo que resulta muy indicativo del grado de afección que sufren las náyades que aún ocupan esta zona. Desde el año 2013, cuando comenzó el seguimiento de las náyades marcadas en este área, se ha venido observando un incremento paulatino del índice de fijación de dreissenidos sobre las náyades de esta población. Ejemplo de ello es lo observado durante el año 2018, donde tan solo en un año, se duplicó el índice medio de fijación obtenido en 2017 (203,1 y 433,5 mejillones/uniónido, respectivamente), alertando del agravamiento de la situación que sufría desde entonces esta colonia de náyades. Aunque en el año 2019 se produjo un descenso en los valores de fijación de mejillones sobre estas náyades, en el año 2020 se alcanzó el valor máximo del índice de fijación medio, con un valor de 597,8 mejillones/uniónido. El aumento de la fijación medida tanto en 2018 como en 2020 se asoció con el nivel de agua que mantuvo embalse durante la época estival y otoñal durante ambos años, superior a la media de otro años de seguimiento, 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.

En esta campaña del 2021 el nivel de agua durante la campaña de muestreos se ha mantenido en niveles más bajos que la media de años anteriores, lo que ha producido la muerte por desecación de multitud de agregados de mejillón cebra que ocupan las zonas más someras en esta área, los cuales no han llegado reproducirse durante el final del verano y principio del otoño. Este hecho parece haber influido en el porcentaje de tallas de los mejillones adheridos a las náyades durante esta campaña del 2021. Al igual que años anteriores, el rango de tamaño predominante de los mejillones fijados en 2021 es el ≤ 5 mm que representa a los ejemplares nacidos hacia finales del verano e inicio del otoño (498 individuos; 43%). Sin embargo, y a diferencia del resto de años de seguimiento, en 2021 este valor es muy similar al porcentaje de ejemplares fijados con talla comprendida entre 0,5-1 cm y procedentes de un evento reproductor a inicios del verano (450 individuos; 38,9%). Además, se observa también un aumento, respecto a años anteriores en el porcentaje de individuos con talla comprendida entre 1-1,5 cm, correspondientes a los ejemplares fijados durante la época de primavera (182 individuos; 15,7%). Aunque durante el 2021 los picos de reproducción que se dan durante la época estival y otoñal siguen siendo los más representativos, el porcentaje de ejemplares fijados durante esta época ha sido significativamente menor, lo cual se refleja en un índice medio de fijación más bajo respecto a 2020.



Imágenes que muestran el aspecto de la Zona B2, donde se observa una proliferación significativa de vegetación que cubre el sustrato (izquierda), y la afección que sufren por parte de la especie *Dreissena polymorpha* las escasas náyades que continúan ocupando esta zona (derecha).

4.1.3 Seguimiento de la población de náyades

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio del seguimiento de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 9 y 10).

Figura 9 Número de náyades detectadas en la Zona B2 en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

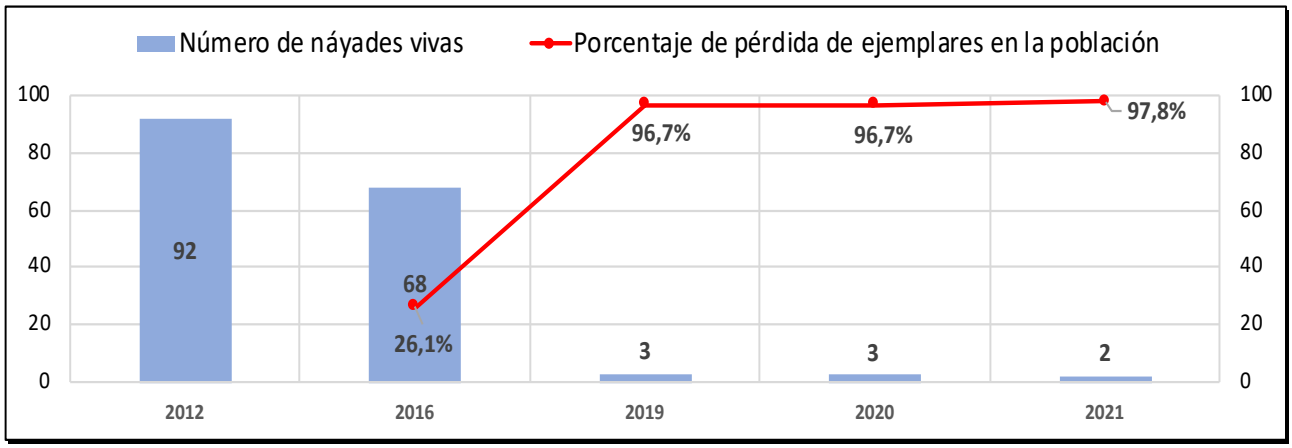
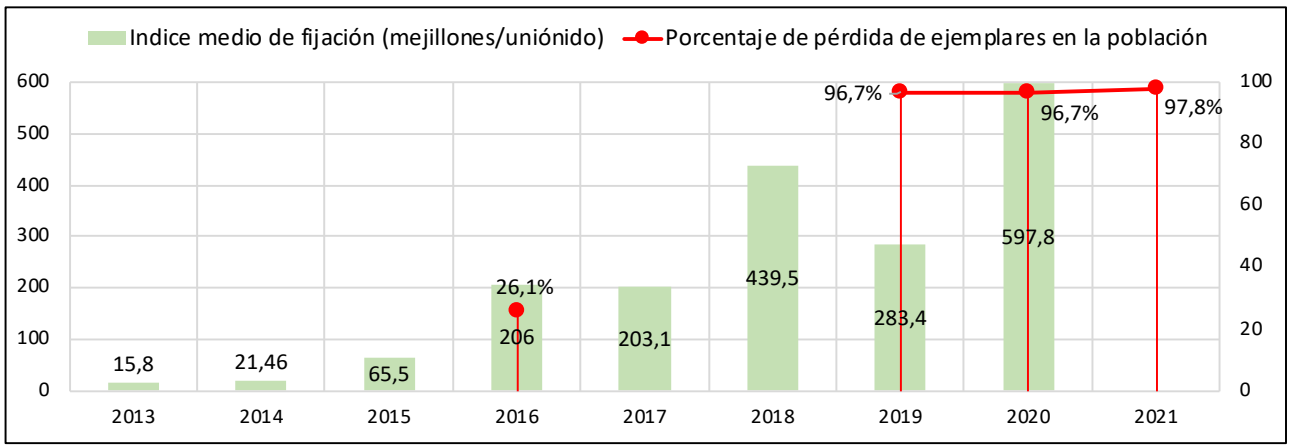


Figura 10 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona B2, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



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 perdida 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, además de los ejemplares que forman parte del seguimiento y control de esta población, y que no deben tenerse en cuenta en la estima de densidad, tan solo se detectaron 3 individuos vivos, arrojando una perdida del 96,7% de los efectivos de esta colonia, porcentaje que se mantuvo en valores similares en el 2020. En 2021, a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, tan solo se han podido localizar 2 ejemplares vivos de *A.anatina*, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 98,2%, indicando la práctica desaparición de esta colonia. Además, el hecho de que durante tres años seguidos no se hayan podido localizar al menos el 50% de los individuos que consideramos necesarios para realizar el seguimiento anual del índice de fijación de

dreissenidos, hace que sea inviable continuar con la evaluación de esta población. Al inicio de estos trabajos se pensaba que este tipo de ensenadas podían servir de refugio para las náyades situadas en el brazo principal de este embalse, sin embargo, estos datos constatan la pérdida de los efectivos de esta colonia, al igual que ocurrió de forma más temprana en la zona aledaña B1.

Figura 11 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

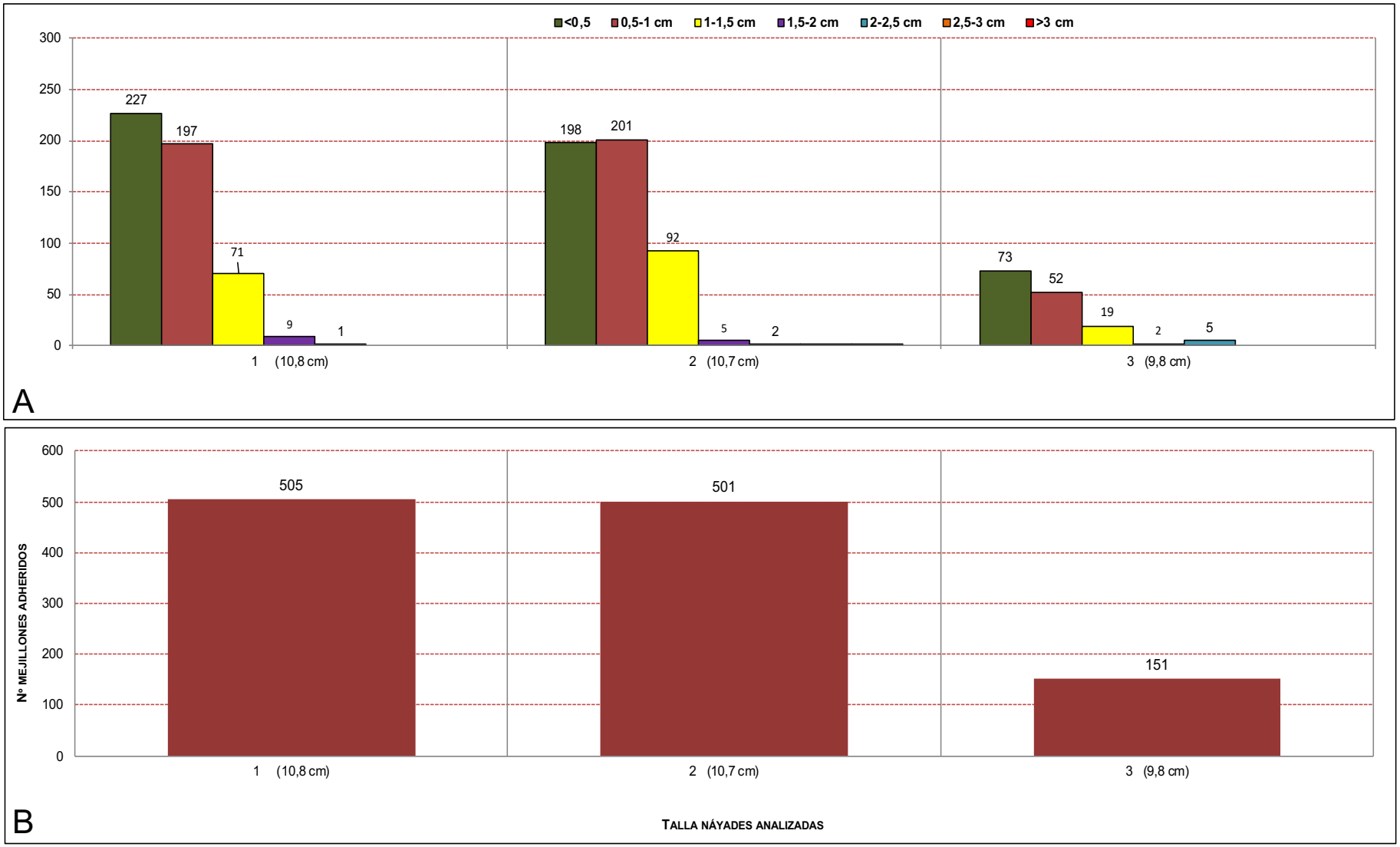


Figura 12 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 3 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2. Año 2021.

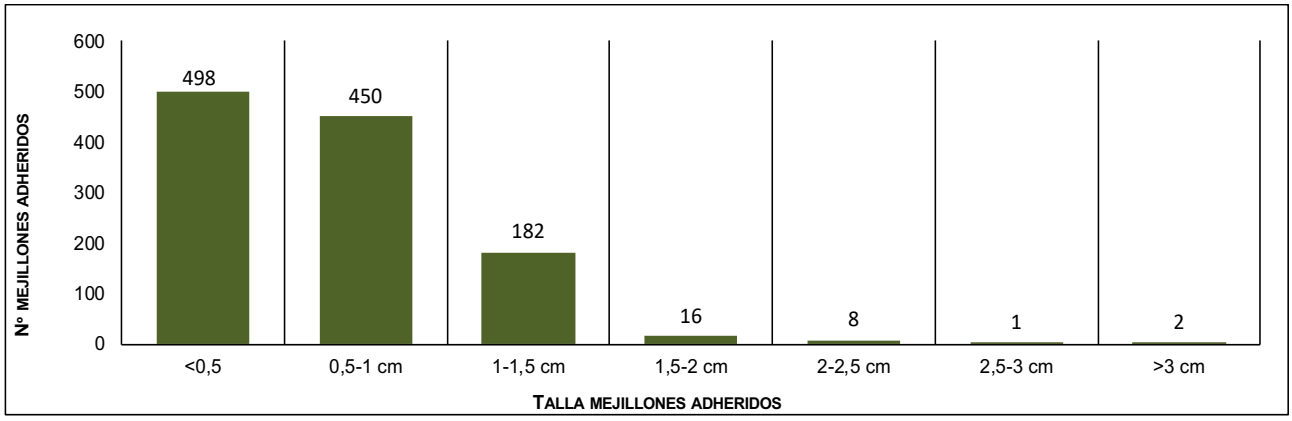


Figura 13 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona B2 a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

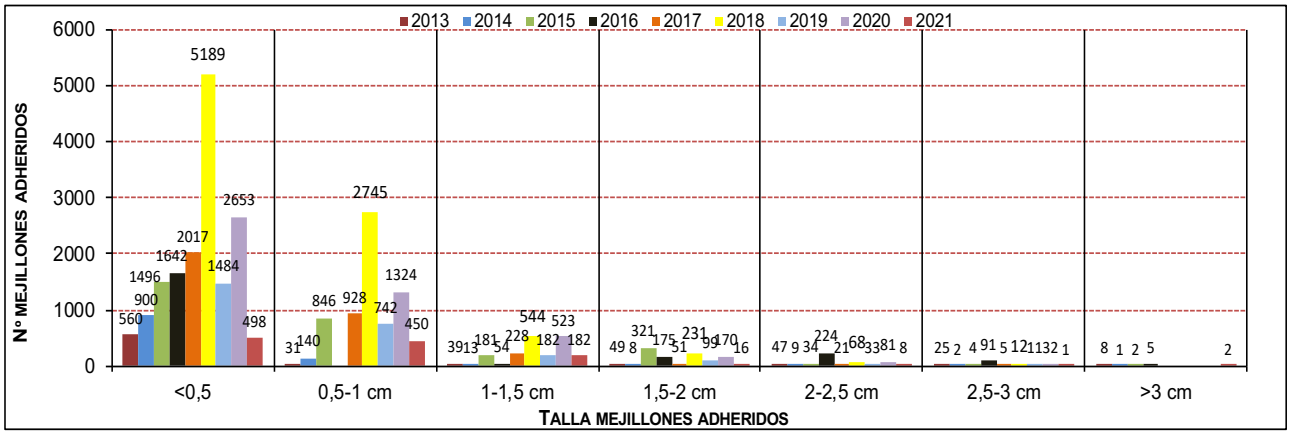
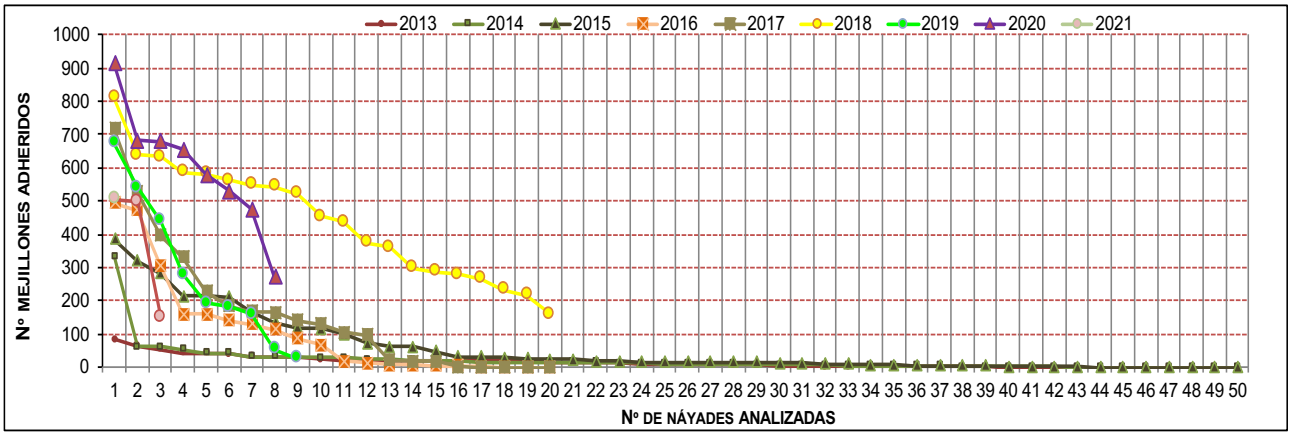


Figura 14 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona B2 a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 3 ejemplares de *Anodonta anatina*: **1.157 individuos** (**385,7 mejillones/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.

En el año 2013 se realizó el primer análisis cuantitativo de la densidad de mejillones cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia. En este caso, durante el trabajo desarrollado en el 2013 se cuantificó el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfestados previamente en 2012, con el fin de determinar la capacidad de fijación de *Dreissena polymorpha* en esta zona en un año. Además, también se tomó una muestra de 20 anodontas a los que no se les había eliminado los dreissenidos adheridos en la anterior campaña (2012), con el fin de determinar la afección sufrida por esta colonia de náyades desde el inicio de la colonización (Tabla 3).

Durante la campaña del 2019, y a pesar de que las condiciones de muestreo fueron optimas, tan solo se pudieron recapturar 12 de los ejemplares marcados en 2018, lo que se asoció con un empeoramiento de la situación de esta colonia, lo cual se veía reflejado en el aumento paulatino de los índices de fijación medidos en los últimos años. Además, se destacó 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. 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. Durante la campaña del 2020 tan solo se consiguió recapturar 13 de los ejemplares marcados en el 2019, lo que reforzaba los resultados observados en la anterior campaña de muestreos, donde ya se apuntó la situación crítica que sufría esta población. En esta última campaña del 2021 se confirman estos resultados ya que, a pesar de que se pudo prospectar un área hacia el interior del embalse superior a la de los últimos años, debido a la bajada acusada de la cota de agua del embalse durante la época de muestreos, tan solo se recapturaron 10 de los ejemplares marcados en el 2020. Estos resultados señalan la grave situación que presenta esta colonia de náyades, situada en una zona de ensenada que en un principio se pensó que podía resultar favorable como zona refugio para esta especie dentro de este embalse.

4.3.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

En 2021 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2020, 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 17-20. En 2021 se han contabilizado un total de **3.626** mejillones cebra adheridos sobre las 10 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **362,6** mejillones/uniónido. El grado de colonización medido esta campaña es el tercer valor más alto medido hasta el momento, resultando algo inferior al detectado en la campaña del 2020 (411,5 mejillones/uniónido), y al registrado en 2018, el mayor hasta la fecha (414,3 mejillones/uniónido). Tanto en el año 2018 como en el 2020 el nivel del embalse se mantuvo por encima de la media de años anteriores, lo que quizás favoreciese el mantenimiento y reproducción de los mejillones cebra de este embalse. Sin embargo, en el 2021 el nivel de agua embalsada durante la época estival y otoñal se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años, lo que sumado a que los resultados obtenidos corresponden únicamente a 10 ejemplares, refleja la afección que presentan las náyades que ocupan esta zona del brazo principal del embalse.

Durante los cuatro últimos años, se vienen observando valores significativamente superiores a los registrados en los primeros años de seguimiento de esta población, 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 posteriormente, hasta duplicar este valor en el año 2018 y en 2020. Desde el año 2017 y hasta el 2021 el índice medio de fijación obtenido año a año supera significativamente el índice medio de fijación de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para las náyades.

En esta zona, al igual que años anteriores, y a diferencia de lo observado en otras zonas de este embalse durante esta última campaña del 2021, el rango de tamaño predominante continúa siendo es el ≤ 5 mm. que,

en este caso, caracteriza al 50,4% de los mejillones recolectados en esta población (1.829 individuos), seguido de un 31,7% de individuos con tamaños comprendido entre 0,5-1 cm (1.149 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. A diferencia de otros de los puntos analizados, en esta zona la disminución del nivel medio de agua embalsada durante este año parece no haber afectado al reclutamiento de mejillones cebra durante la época estival. Cuando comenzó el seguimiento de esta población, las náyades situadas 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 presentaban un índice de fijación menor que aquellas localizadas en la zona más externa. Sin embargo, los resultados obtenidos en los últimos años, tanto para el número de náyades infestadas como para el índice de fijación obtenido, muestran un aumento en la capacidad de establecimiento del mejillón cebra en esta zona, incluso en la zona más interna 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 aporte de larvas y el aumento paulatino en la capacidad de establecimiento de los dreissenidos sobre las náyades que se viene observando en los últimos años en la zona más interna.



Imágenes que muestran el aspecto de la ensenada en la Zona C, donde se observa el descenso significativo del nivel de agua embalsada este año durante la época estival y en comparación con años previos (izquierda), y la aparición de varios ejemplares de náyades muertas en la zona expuesta a la desecación, alguna en posición de vida (derecha).

4.3.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 15-16).

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 perdida del 49,2% de la población de náyades. Durante los muestreos del 2019 tan solo se contabilizaron 15 individuos vivos, lo que arrojó una pérdida del 92% de los efectivos de esta población, porcentaje que en 2020 aumentó hasta un 96,3%. Para el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, solo se han localizado 4 ejemplares vivos, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 97,9%, indicando la práctica desaparición de esta colonia.

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 cuando comenzó el seguimiento de esta población en 2013, 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 área. La zona más interna de la ensenada, 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 fijación de los mejillones cebra sobre su concha, 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, se puede considerar esta población como prácticamente desaparecida (Figura 16).

Figura 15 Número de náyades detectadas en la Zona C en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

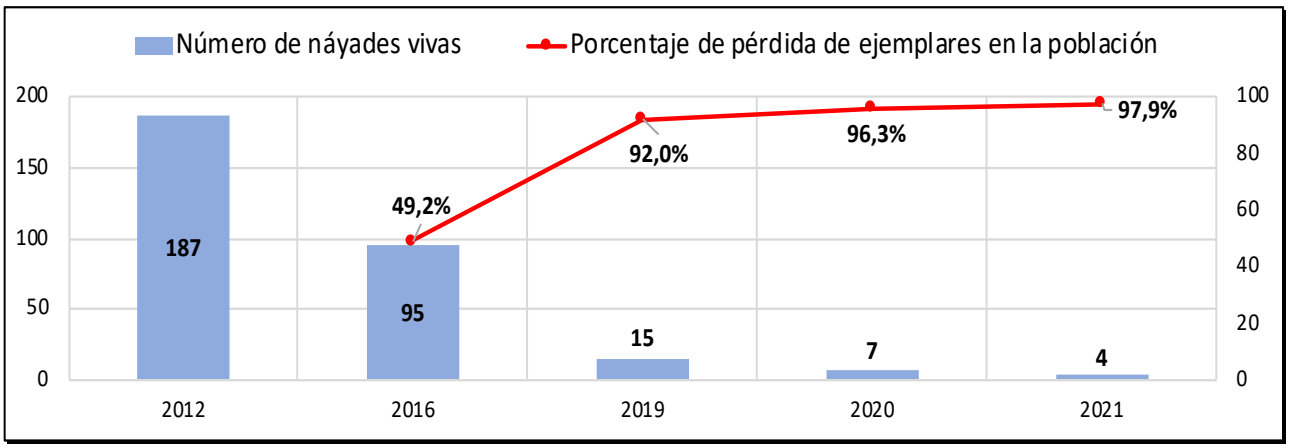


Figura 16 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona C, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

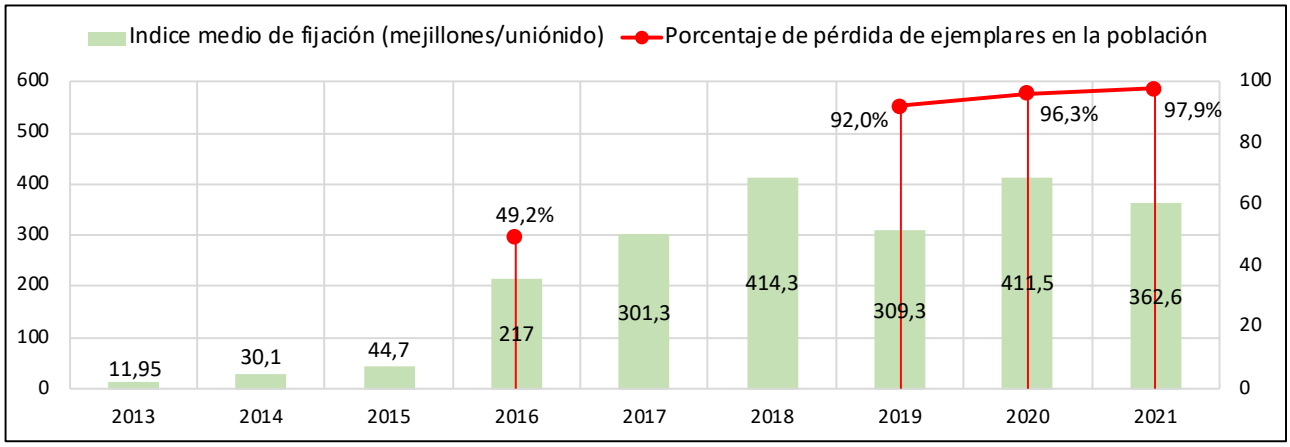


Figura 17 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

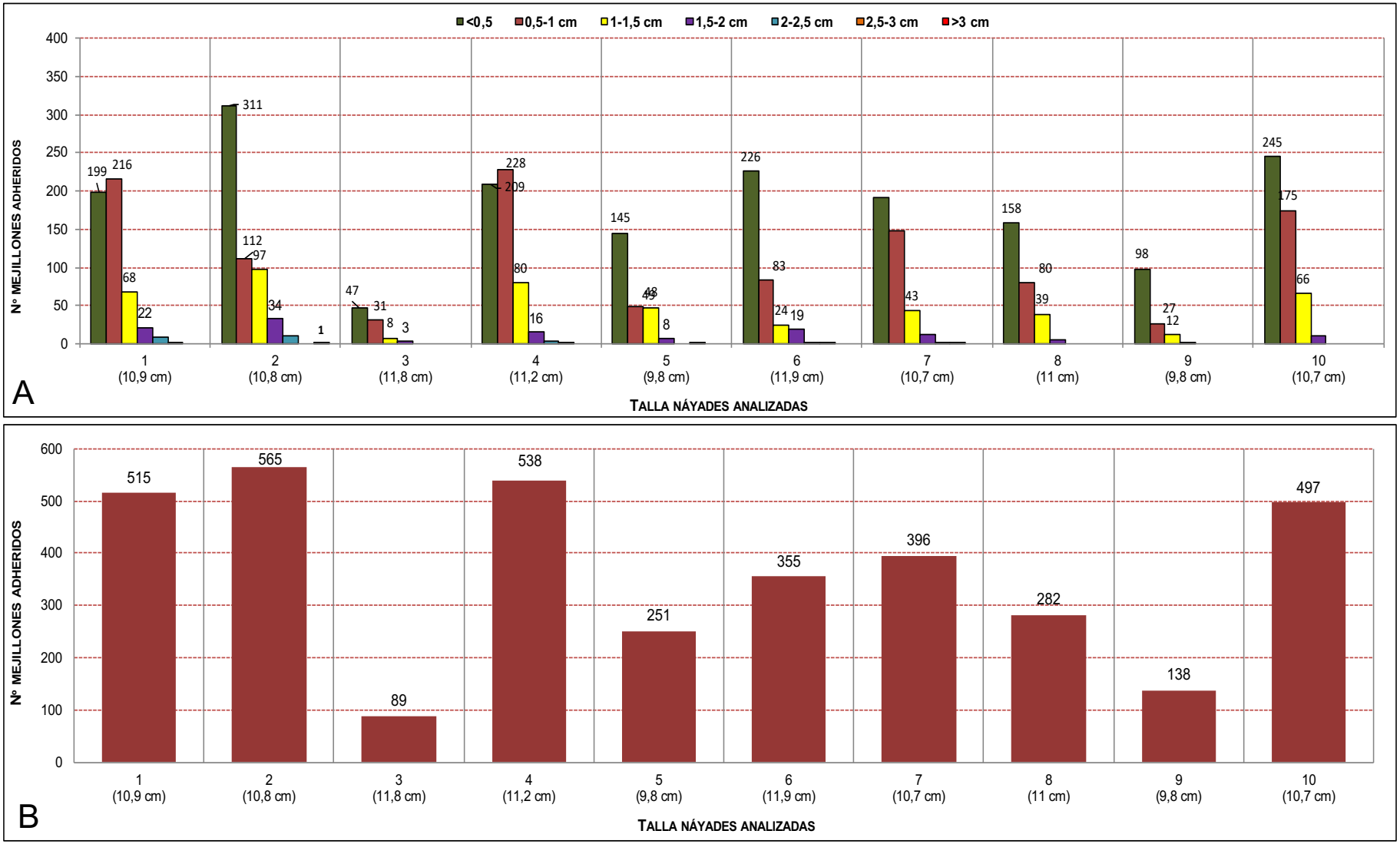


Figura 18 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 10 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C. Año 2021.

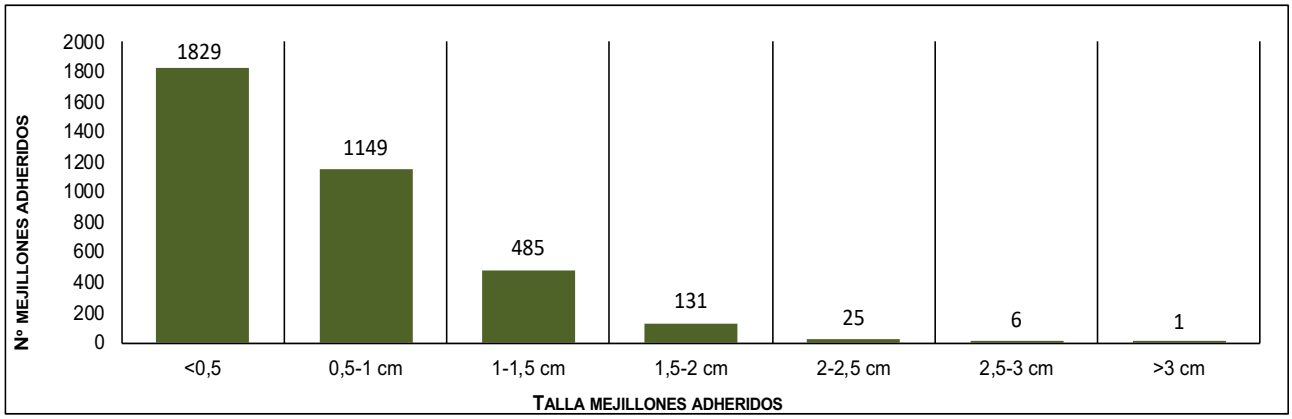


Figura 19 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona C a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

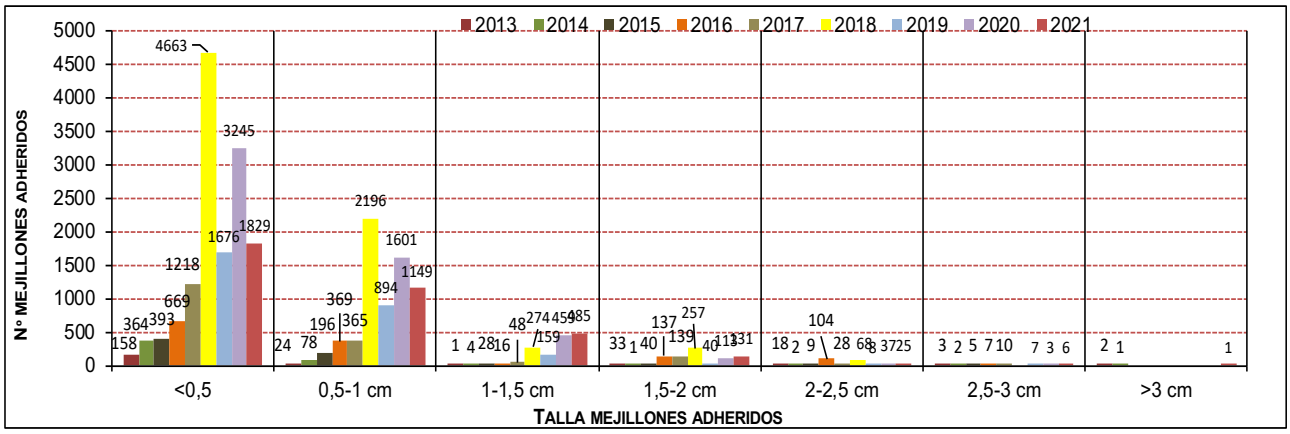
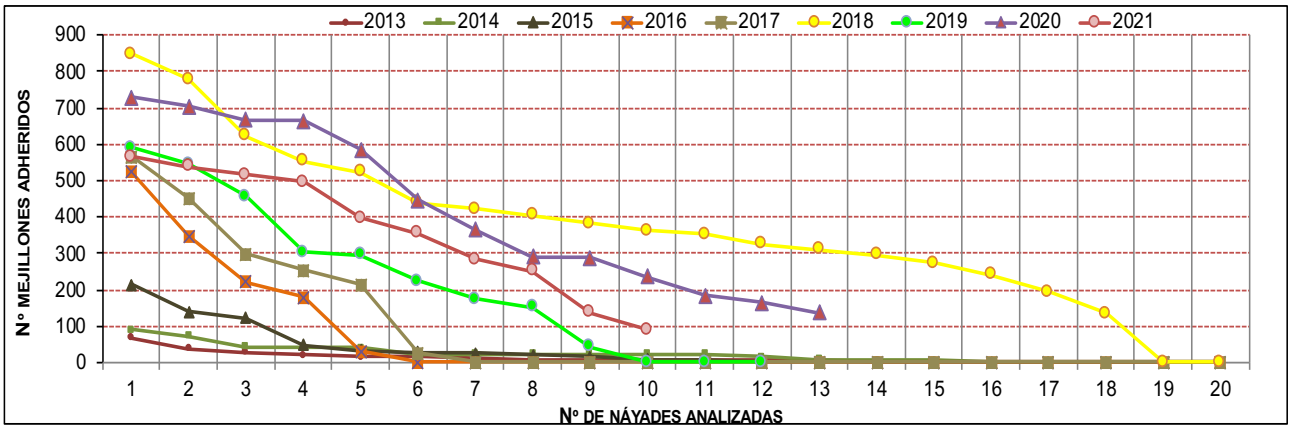


Figura 20 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona C a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 10 ejemplares de *Anodonta anatina*: **3.626 individuos** (**362,6 mejillones/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 cebra que afecta a la colonia de náyades se comenzó a realizar en el año 2014, cuando se tomó una muestra de 20 ejemplares, no analizados previamente, y se contabilizó la densidad de dreissenidos fijados sobre sus valvas. Desde entonces, y hasta la campaña del 2021 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 en 2021 se muestran en las Figuras 23-26. Se han contabilizado un total de **2.801 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **140,05 mejillones/uniónido**. Esta población no muestra una tendencia clara a largo plazo, sino que presenta fluctuaciones irregulares en el grado de colonización de mejillón cebra a lo largo del tiempo, y los mecanismos que impulsan estas fluctuaciones no quedan claros. Atendiendo a la evolución de la colonización en esta población (Tabla 3), durante los años 2015, 2016 y 2017 los índices medio de fijación oscilaron en torno a unos valores bastante similares (120,3 y 233,3 y 172,08 mejillones/uniónido, respectivamente), pero siempre por encima del ratio de 100 mejillones/uniónido. En 2018 se produjo un incremento significativo en el índice de fijación de mejillones sobre esta población, alcanzando los 614,9 mejillones/uniónido. En 2019 este índice de fijación, disminuyó significativamente respecto a la campaña anterior (291,2 mejillones/uniónido), pero mantuvo un valor superior a los índices detectados anteriormente al 2018. Durante el 2020 este índice se duplicó respecto al 2019 llegando a los 451,4 mejillones/uniónido, el segundo índice de fijación más alto medido en este embalse durante las campañas de seguimiento. En esta última campaña del 2021 los índices de fijación han vuelto a disminuir hasta alcanzar valores similares a los detectados al inicio de la colonización, siendo el índice medio de fijación el segundo valor más bajo detectado en esta población desde el inicio de su seguimiento en 2015 (140,05 mejillones/uniónido). Este descenso en la fijación de dreissenidos durante esta campaña podría tener relación con la disminución en el nivel medio de agua embalsada durante la época estival y otoñal, que ha provocado que amplias superficies de esta ensenada de aguas someras queden expuestas a la desecación, provocando la mortandad de los agregados de mejillones situados en estas zonas.

A pesar del descenso en la capacidad de fijación medida esta última campaña, hay que destacar que en 2018 se alertó que, en la zona más externa de esta ensenada, con un predominio de sustrato de gravas, 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 la campaña del 2019, la mayoría de los ejemplares recapturados se localizaban en la zona interna de la ensenada, caracterizada por un sustrato blando con ausencia de gravas y piedras, limitando la colonización del mejillón cebra, y donde las náyades presentaban un índice de fijación menor. Sin embargo, los resultados obtenidos en el 2020, mostraron un aumento en la capacidad de establecimiento del mejillón cebra también en esta zona más interna de la ensenada, seguramente favorecido por el aumento paulatino de la densidad de ejemplares de mejillón cebra en la zona más externa de la ensenada que provoca un mayor aporte de larvas hacia esta zona interior.

Al igual que en años anteriores, y a diferencia de lo observado en otras zona de este embalse durante esta campaña del 2021, el tamaño predominante de los mejillones adheridos en 2021 es ≤5 mm que caracteriza al 84,6% de los individuos contabilizados (2,369 individuos), y que podría corresponder a los dreissenidos fijados en la época del final de verano y/o principios de otoño. El siguiente rango de tamaños en importancia durante esta campaña corresponde a los mejillones con talla comprendida entre 0,5-1 cm (295 individuos; 10,5%) y que podrían proceder de un evento reproductor al inicio del verano. Este año, este rango de tamaño presenta un porcentaje significativamente menor al de los últimos tres años, resultando más similar a los porcentajes que se observaban al inicio de la colonización, antes del 2018, año hasta el cual este rango de tallas presentaba una escasa representación en esta población.

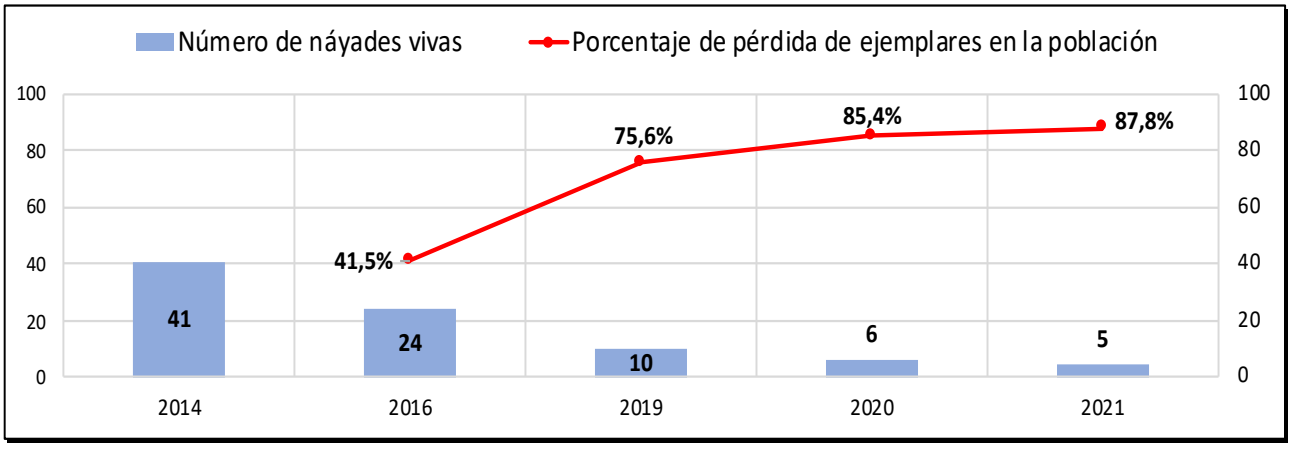


Imágenes que muestra el aspecto que presenta la ensenada de la Zona E, con amplias superficies someras expuestas a la desecación (izquierda), y náyade con numerosos mejillones fijados que presenta dificultades para desplazarse tras la bajada de la cota de agua del embalse (derecha).

4.4.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 21 y 22).

Figura 21 Número de náyades detectadas en la Zona E en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo



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 perdida del 41,5% de la población de náyades. Durante los muestreos del 2019 tan solo se contabilizaron 10 individuos vivos, que apuntaba una pérdida del 75,6% de los efectivos de esta población, porcentaje que en 2020 aumentó hasta un 85,4%. Para el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, solo se han localizado 5 ejemplares vivos, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 87,8%, un valor similar al detectado en el año 2020. Los datos de fijación tan elevados obtenidos en 2018 ya alertaban de la situación que presenta actualmente esta colonia de náyades, que lleva 7 años superando 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 se puede dar por desaparecida la colonia de

náyades. En esta área, con mayor presencia de gravas, *D. polymorpha* ha conseguido asentarse, tapizando el sustrato y las náyades que se localizan en ella. En la zona más interna de la ensenada, las náyades tendían 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 los resultados también alertan de la disminución significativa en el número de ejemplares de *A. anatina* que antaño ocupaban esta zona, reflejando una situación dramática para esta población.

Figura 22 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2015-2021 en la Zona E, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

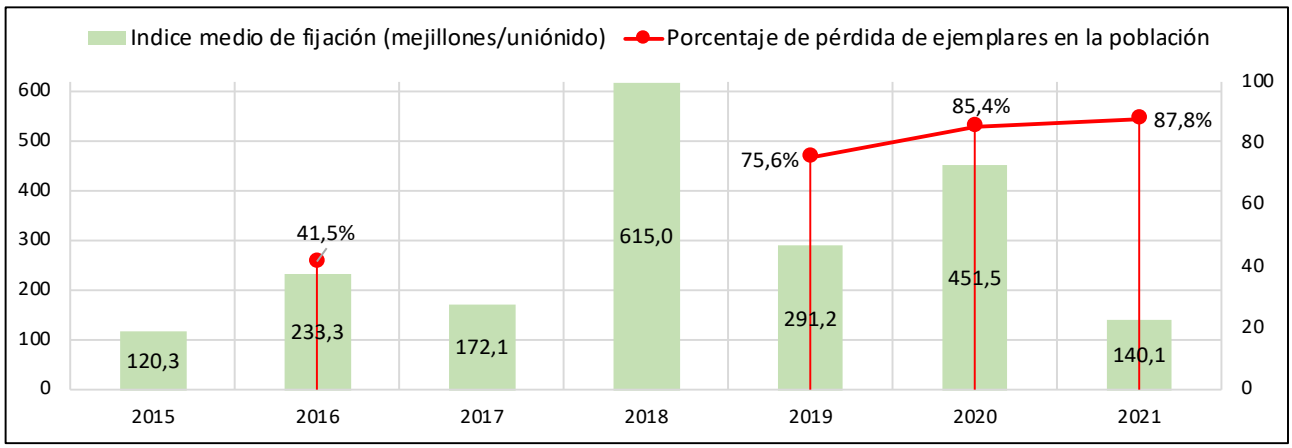
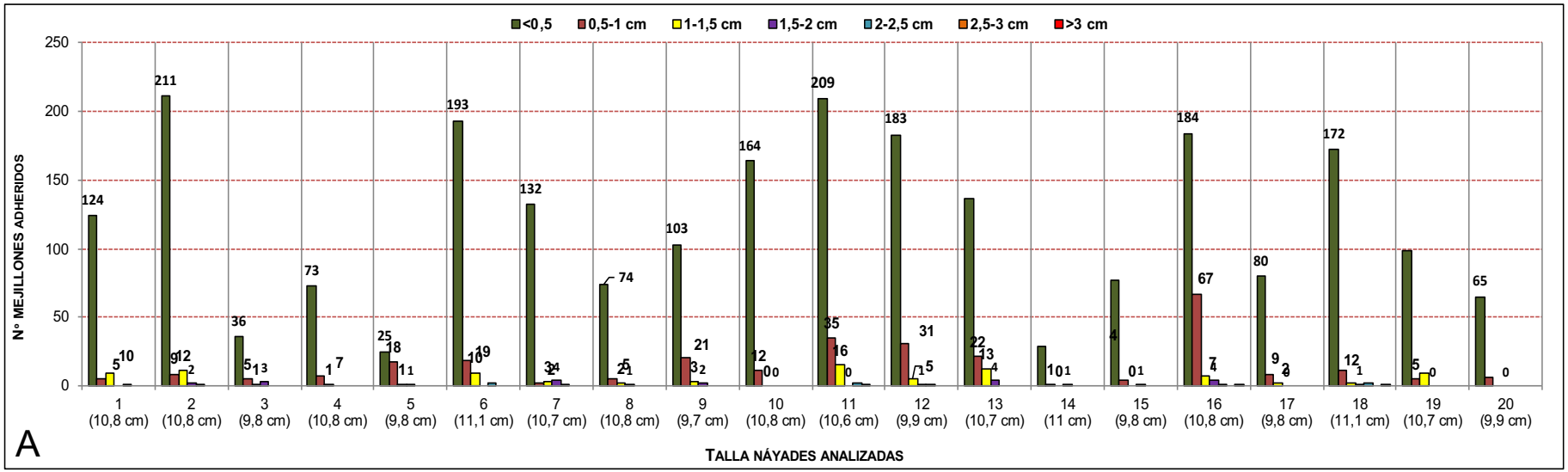


Figura 23 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.



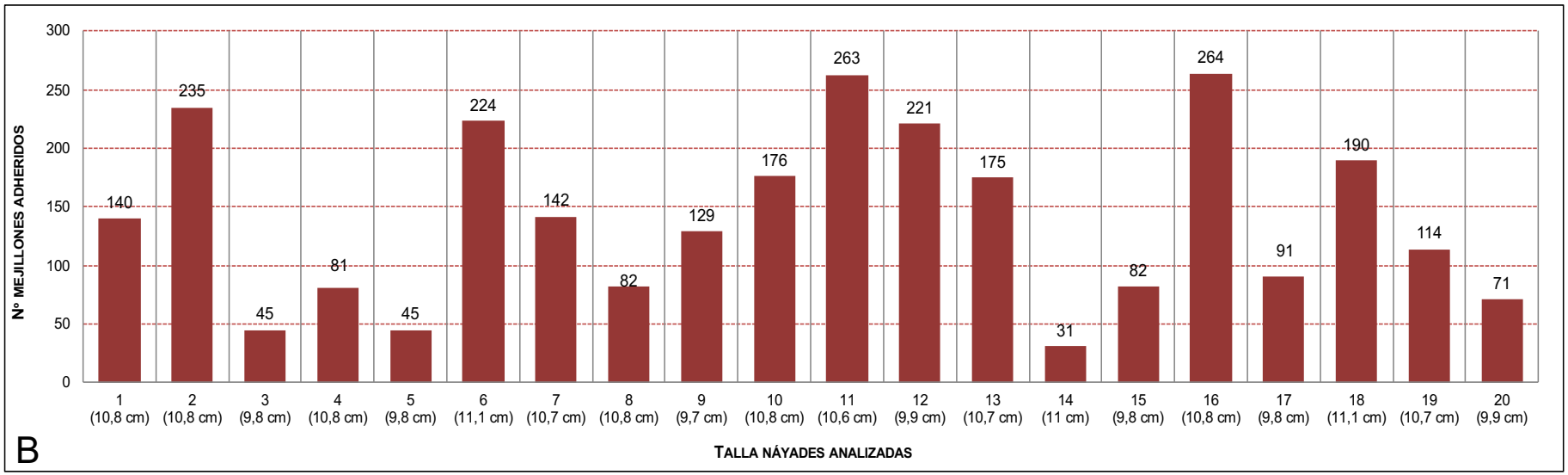


Figura 24 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E. Año 2021.

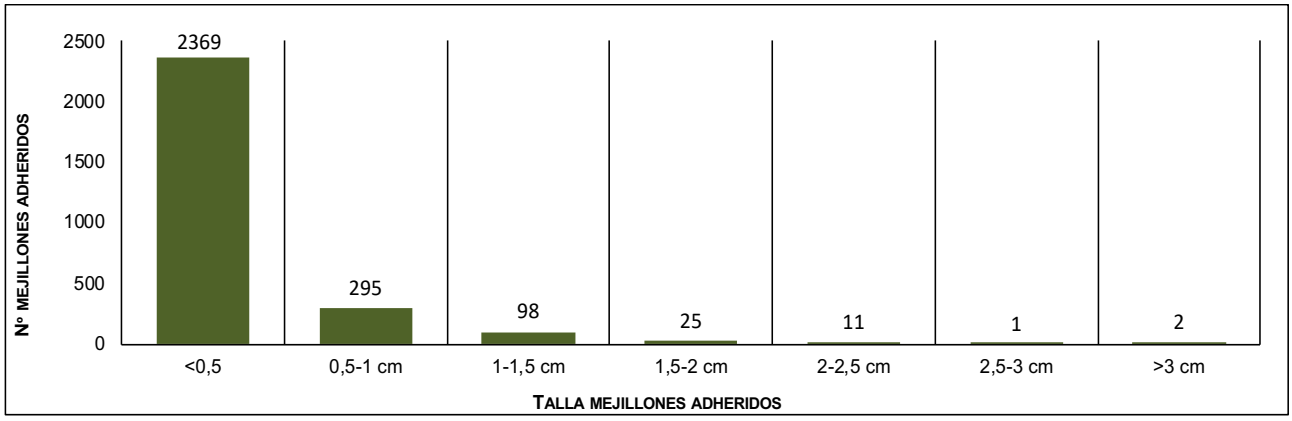


Figura 25 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona E a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

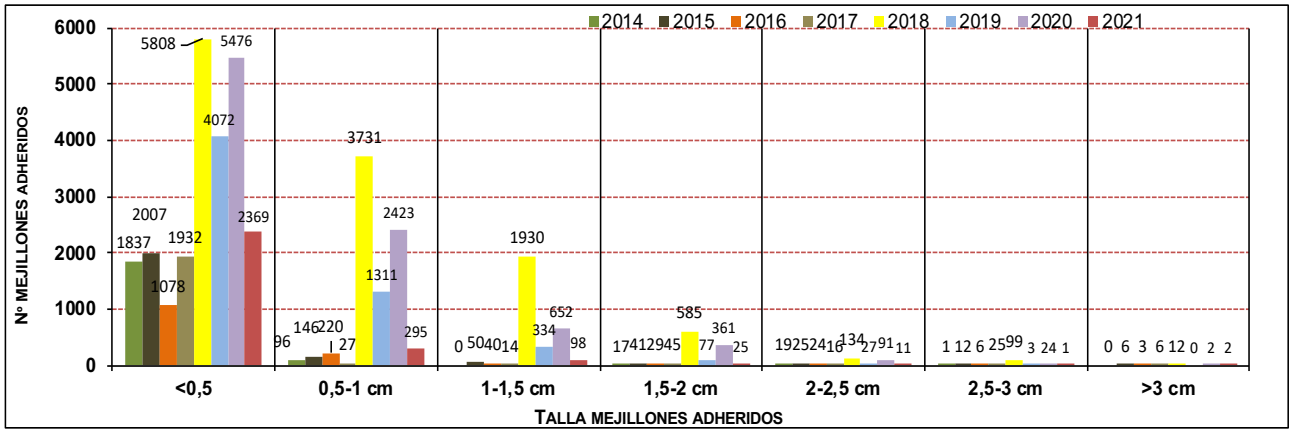
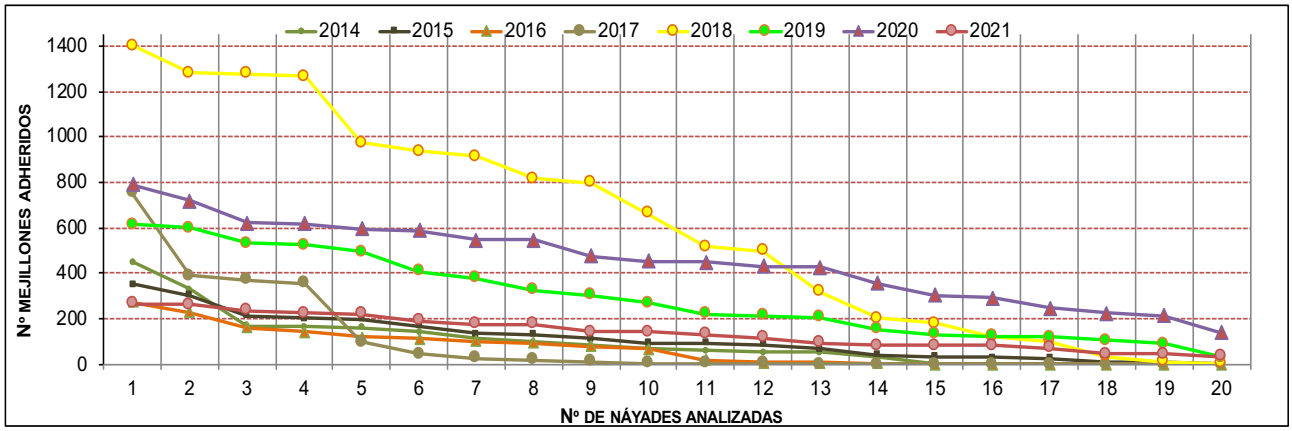


Figura 26 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona E a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **2.801 individuos** (**140,05 mejillones/uniónido**).

4.5 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA L

Zona cartografiada por primera vez en el estudio realizado en el año 2012, 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 cebra adheridos sobre las náyades de esta colonia, cuantificando el índice de fijación sobre una muestra de 20 ejemplares marcados y desinfestados previamente en 2012. Durante el año 2021 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2020 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.

4.5.1. Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 22-25. Se han contabilizado un total de **2.686 mejillones cebra** adheridos sobre las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **134,3 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 por primera vez este valor (172 mejillones/uniónido), para volver a disminuir, por debajo de 100, durante los años 2016, 2017. En la 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. Durante la campaña del 2019, el índice medio de fijación volvió a disminuir por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido, sin embargo, en 2020 se volvió a ver incrementado hasta un valor de 146,65 mejillones/uniónido. En esta última campaña del 2021 el nivel medio de agua embalsada durante la época estival y otoñal se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años, lo que ha provocado que amplias áreas de esta cola del embalse de aguas someras se hayan quedado expuestas a la desecación durante un largo periodo de tiempo, lo cual a causado la muerte de los agregados de mejillones cebra que ocupaban estas zonas expuestas. Sin embargo, en esta zona, los mejillones no ocupan preferentemente las zonas más someras e influenciadas por las oscilaciones del nivel de agua del embalse, ya que en estos puntos predomina un sustrato blando que dificulta su asentamiento en estas. Este hecho podría explicar que, a pesar de la disminución de la cota de agua del embalse, el índice medio de fijación no haya disminuido como en otras zonas de este embalse y que se mantenga en valores similares a los detectados en 2020.

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 cinco últimos años (2017-2021) muestran un cambio en esta dinámica (Tabla 3). En 2021 el mayor porcentaje de los mejillones cebra adheridos sobre las náyades presentan un tamaño ≤5 mm. (62,7%; 1.683 individuos), seguido de aquellos con talla comprendida entre 0,5-1 cm (27,3%; 732 individuos). Destacar que el porcentaje de individuos recolectados con esta talla ha aumentado en comparación con los datos portados en 2020. Estos tamaños (≤5 mm y 0,5-1 cm) 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. El cambio en la dinámica de fijación sobre esta población de náyades, antes y después del 2017, puede deberse a cambios en las corrientes que transportan las larvas de mejillón cebra hasta este punto.



Imágenes que muestra el aspecto de la Zona L donde la bajada significativa del nivel de agua ha dejado importantes áreas expuestas a la desecación (arriba-izquierda) o prácticamente secas (abajo-derecha); náyade clavada en posición de vida que ha muerto por desecación (arriba-izquierda); náyade que ha quedado expuesta y ha sido depredada, seguramente por alguna ave de las que ocupan también esta zona (abajo-izquierda); la única zona donde se ha constatado la presencia de juveniles de la especie *A. anatina*

4.5.2. Seguimiento de la población de náyades

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020 durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 27 y 28).

Figura 27 Número de náyades detectadas en la Zona L en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

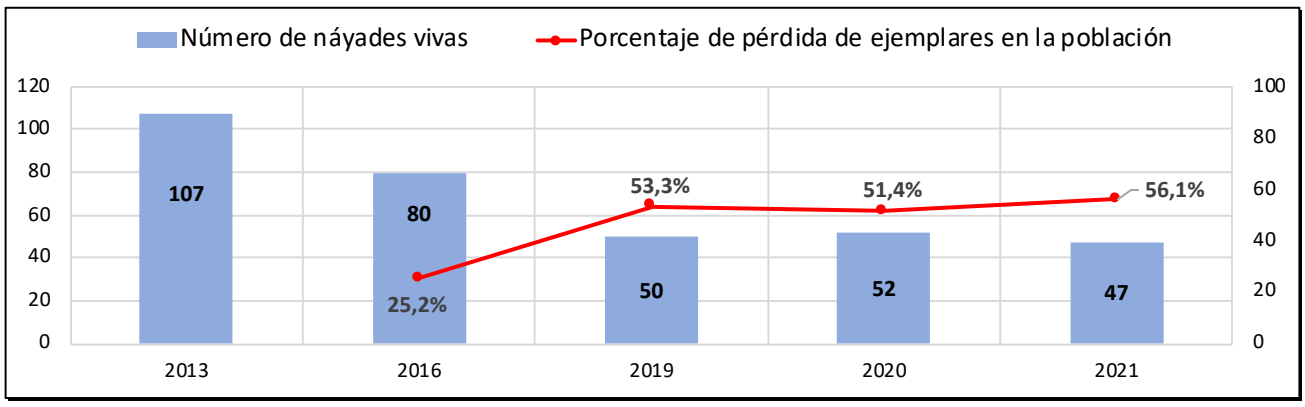
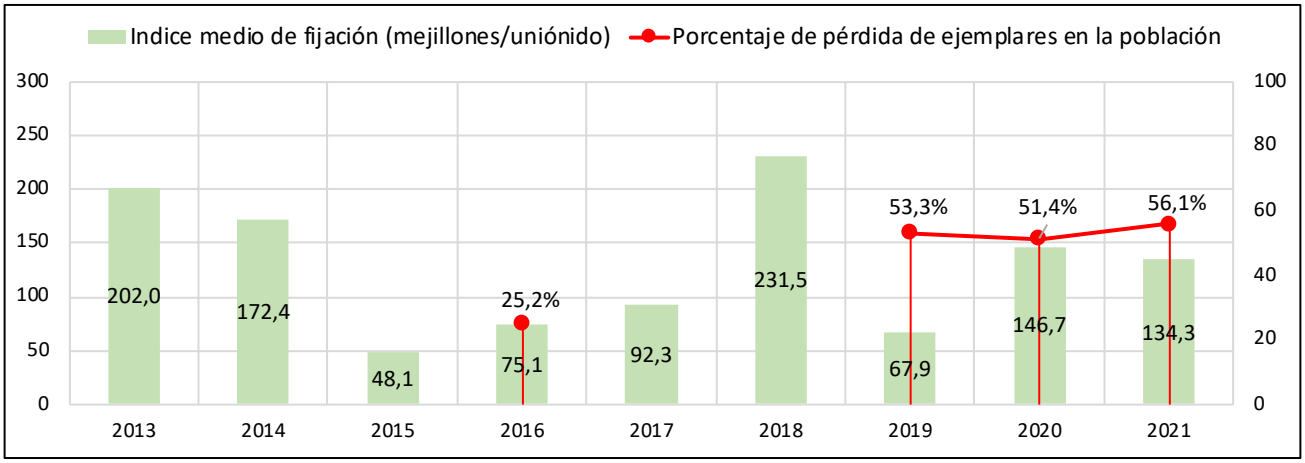


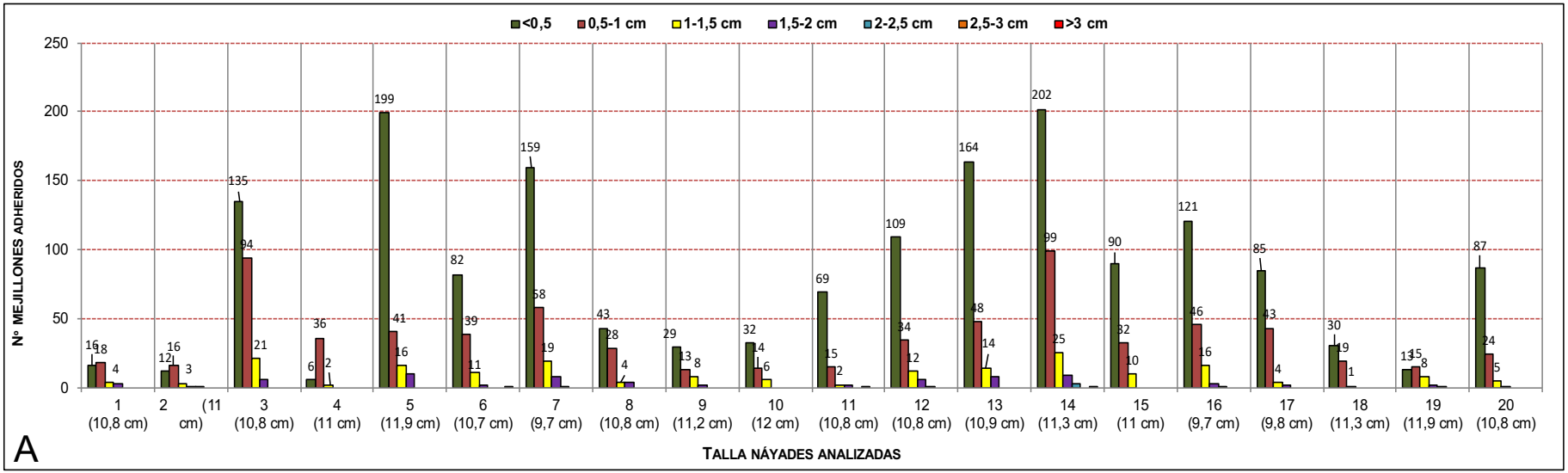
Figura 28 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona L, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



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 contabilizaron 50 individuos vivos, arrojando una perdida del 53,3% de los efectivos de esta colonia, cifra que aumentó hasta un 51,4% en 2020 (38 ejemplares). Para el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, se han localizado 47 ejemplares vivos adultos, sin tener en cuenta los escasos ejemplares juveniles detectados, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 56,1%, un valor similar al detectado en el año 2020.

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, unido a que a lo largo de los últimos años ha arrojado unos índices de fijación medio relativamente bajos, en comparación con otras zonas de este mismo embalse, puede hacer pensar que, aunque esta población ha visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos 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 la presencia 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 una de las zonas del embalse más importantes y en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en el Sistema de embalses del Zadorra.

Figura 29 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 2021.



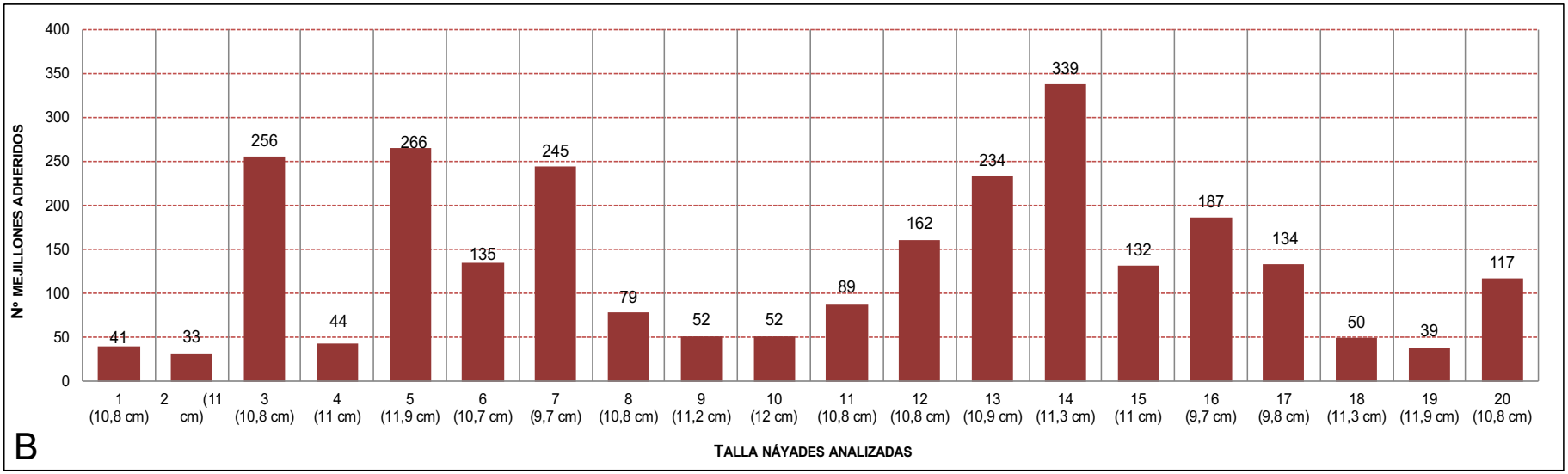


Figura 30 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L. Año 2021.

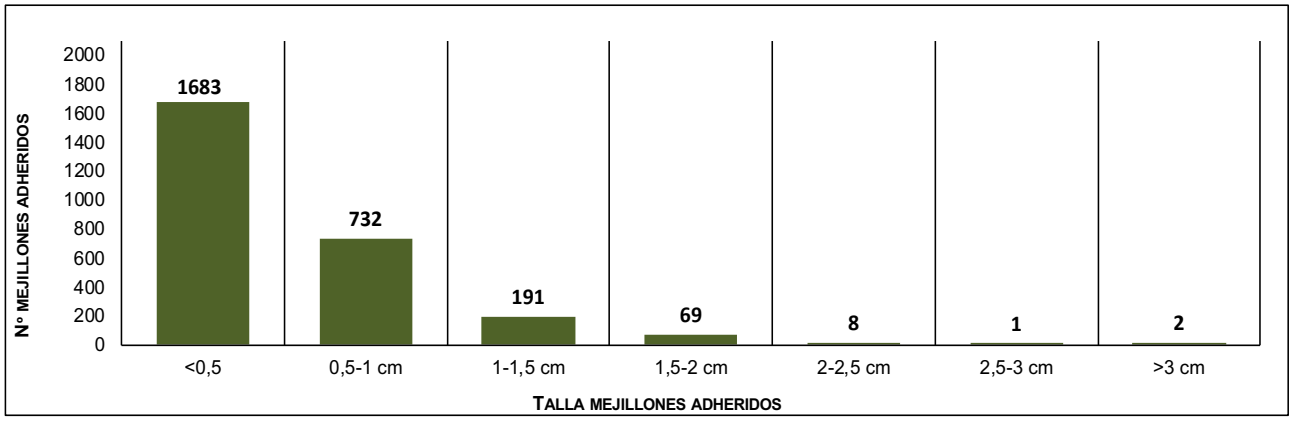


Figura 31 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona L a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

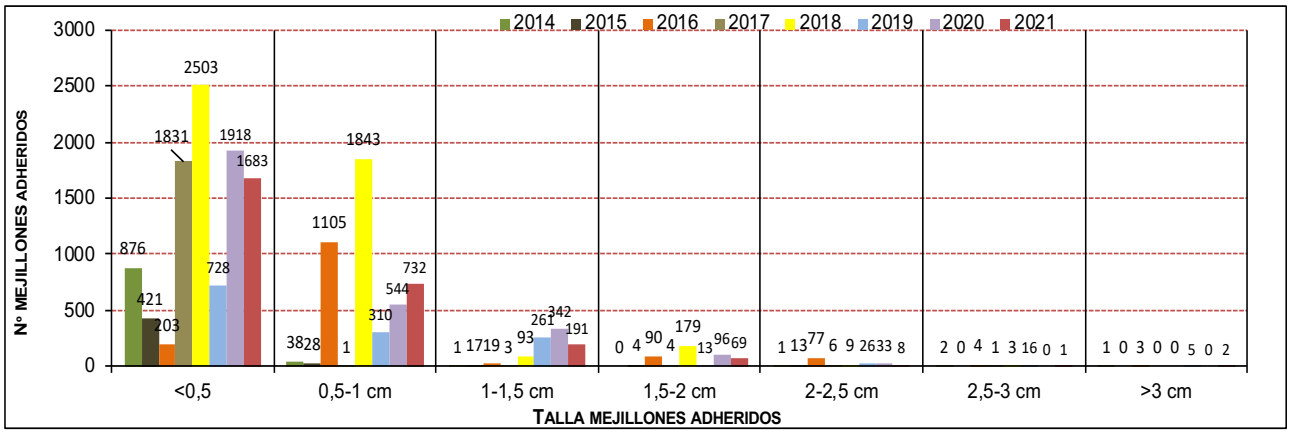
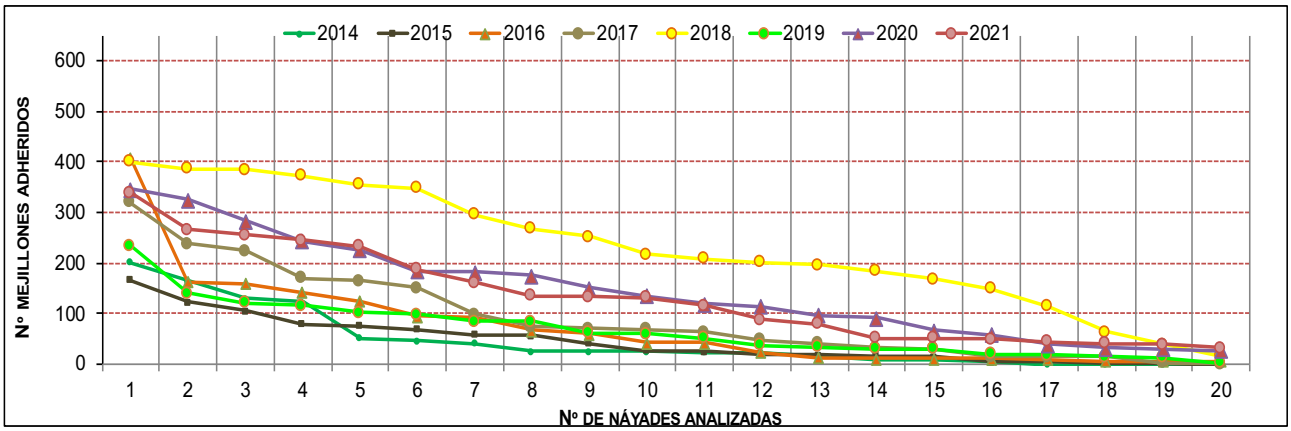


Figura 32 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona L, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **2.686 individuos** (**134,3 mejillones/uniónido**).

4.6 EMBALSE DE URRÚNAGA: ZONA P

Esta zona corresponde a la cola septentrional del embalse, en la desembocadura del arroyo Oleta 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 realizaron 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 arroyo Oleta (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 ejemplares. Durante este año, 2021, se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares recapturados y marcados durante los años 2013-2021, 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 33-36. Se han contabilizado un total de **24 mejillones cebra** adheridos sobre 3 de las 20 náyades recapturadas, lo que se traduce en una media de **8 mejillones/uniónido**. En esta población ningún año se ha llegado a alcanzar un índice medio de fijación para la población superior los 20 mejillones/uniónido, ratio a partir del cual se considera que la fijación de dreissenidos puede llegar a afectar a las náyades. A pesar que de este año se ha obtenido un índice de fijación muy bajo, hasta 2020 y año a año se venía observando un ligero incremento en el índice de fijación de los dreissenidos sobre las náyades recolectadas.



Imágenes que reflejan el aspecto de la Zona P (izquierda); y las náyades recapturadas, la gran mayoría sin dreissenidos fijados

La disminución en la fijación observada esta última campaña podría estar relacionada con la disminución tan acusada del nivel de agua embalsada durante la época estival y otoñal, que seguramente ha influido en la tasa de supervivencia y reproducción de la población de mejillones que ocupan esta zona. Atendiendo a estos datos, la colonización que ha sufrido esta población a lo largo de estos años se puede considerar muy baja, lo cual contrasta significativamente con los resultados obtenidos en el resto de puntos de seguimiento de este embalse.

Actualmente, se trata de la zona del embalse con menor afección por parte de esta especie invasora. El seguimiento realizado a lo largo de los últimos años sobre esta población evidencia 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. Este hecho resalta la importancia de esta cola del embalse para la conservación de esta especie de uniónido, donde, además de mantenerse libre 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 a lo largo de los últimos años no se ha observado un declive de esta colonia de náyades, no se ha considerado oportuno realizar un muestreo para la estima de densidades.

Figura 33 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 2021.

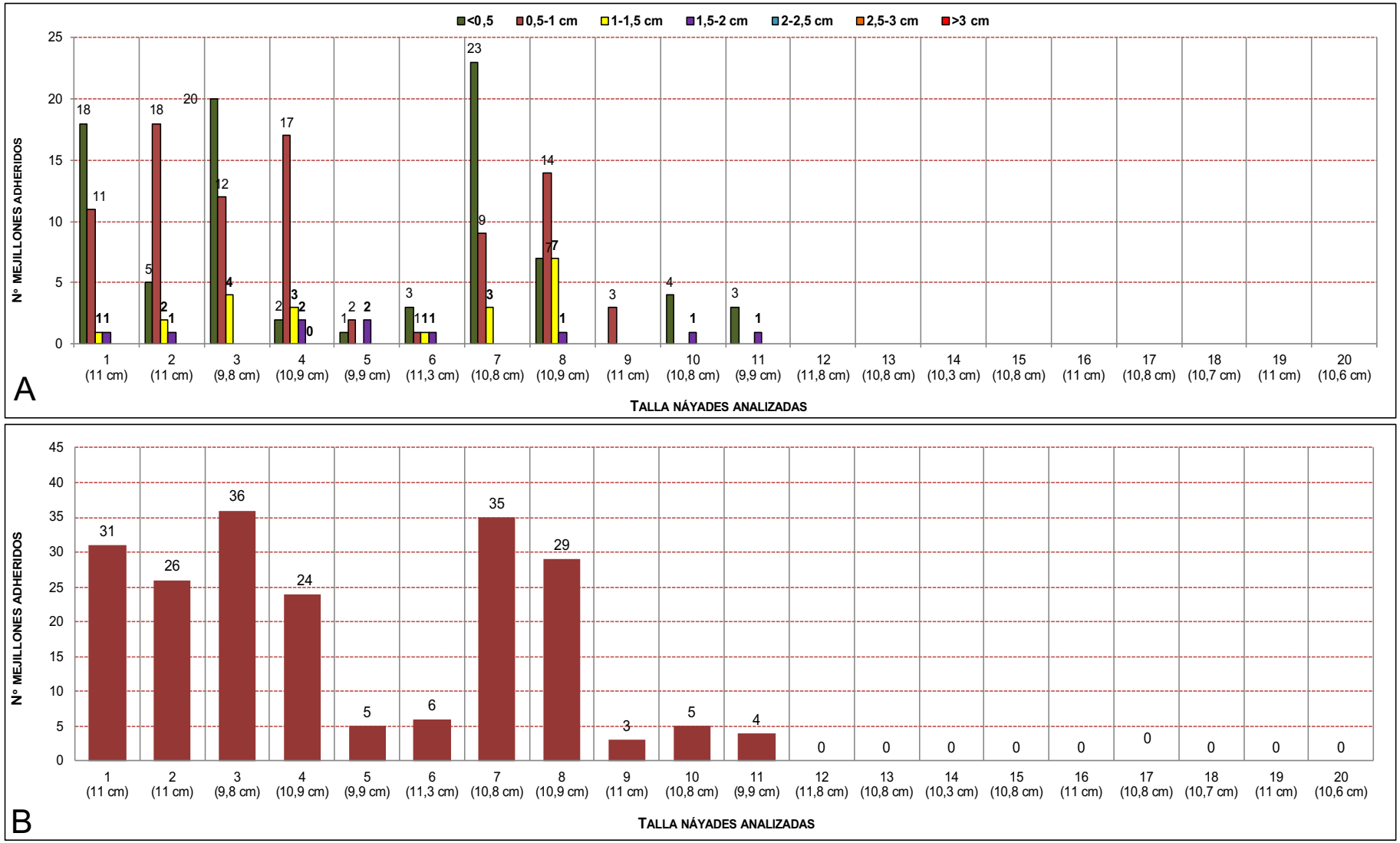


Figura 34 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P. Año 2021.

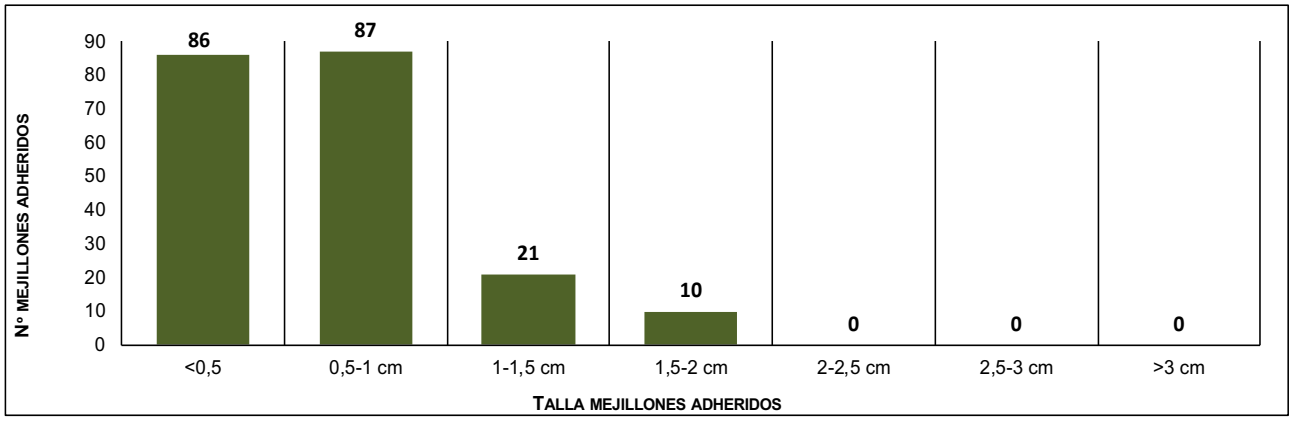


Figura 35 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona P a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

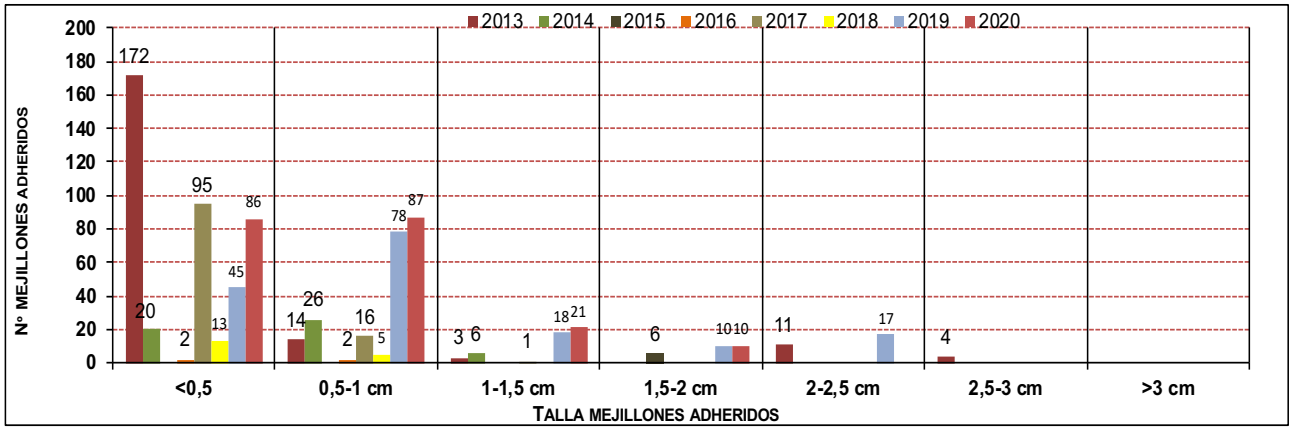
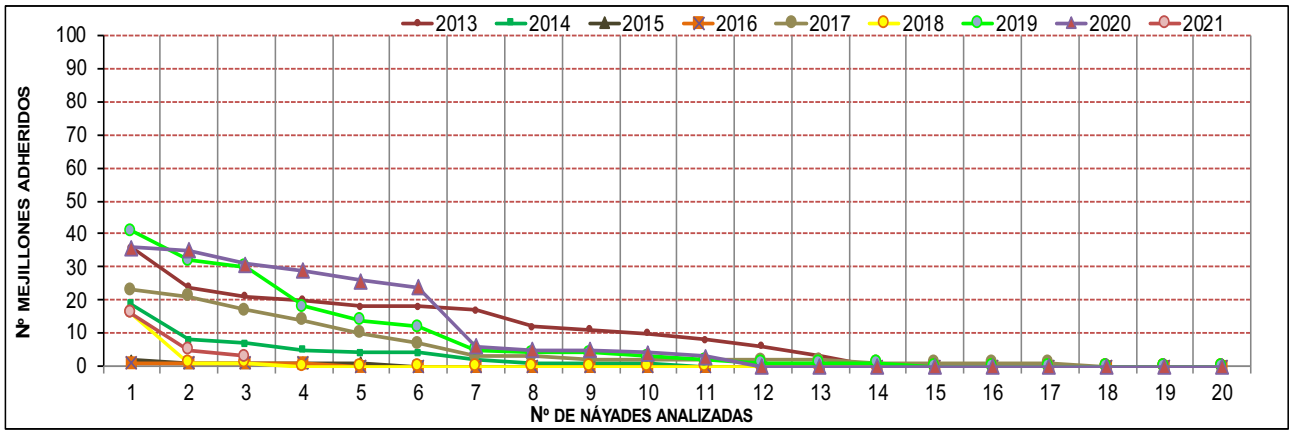


Figura 36 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona P a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **24 individuos (8 mejillones/uniónido**, sobre las 3 náyades que presentaban mejillones adheridos).

4.7 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 2015-2020 se ha continuado con el seguimiento de estos ejemplares, que se ha vuelto a repetir en el 2021 con el fin de evaluar el grado de colonización experimentado por esta población de náyades a lo largo del tiempo. En 2020 y, a pesar de que las condiciones de muestreos fueron óptimas, tan solo se consiguió recapturar 14 de los ejemplares marcados en el 2019. En 2021, a pesar de que el nivel del embalse se mantuvo en una cota de agua menor que en años anteriores durante los muestreos, y las condiciones de muestreo fueron óptimas, el número de náyades recapturadas fue tan solo de 11.

4.7.1. Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos durante esta campaña se muestran en las Figuras 37-40. Se han contabilizado un total de **4,154 mejillones cebra** adheridos sobre las 11 náyades marcadas, lo que se traduce en una media de **377,6 mejillones/uniónido**, un valor inferior pero muy similar al detectado en el año 2020, cuando el nivel medio de agua embalsada se mantuvo en cotas muy superiores durante la época estival y otoñal. Estos resultados contrastan con los datos obtenidos para esta localidad durante la campaña del 2019, cuando se experimento un descenso del índice de fijación sobre esta población, pero concuerda con los datos obtenidos en años previos, donde año a año se venía experimentando un incremento paulatino del índice medio de fijación 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 (24,2mejillones/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. Aunque en 2019 este índice disminuyó hasta 172,3 mejillones/uniónido, un valor muy inferior al detectado en los tres últimos años, en 2020 se alcanzó un valor de 400,4 mejillones/uniónido, el índice más alto detectado sobre esta población hasta la fecha y similar al detectado en esta última campaña del 2021 (377,6 mejillones/uniónido). Durante 7 años consecutivos se ha superado el ratio de 100 mejillones./uniónido, considerado como el umbral a partir del cual la colonización puede resultar letal para esta especie, llegando casi a cuadriplicar este valor en esta última campaña. En 2020 se apuntó que la disminución en el índice de fijación de dreissenidos observada en 2019 podría estar relacionada con el volumen de agua que presentaba el embalse durante la época estival y otoñal, por debajo de la media respecto a los dos años anteriores, lo que se podría relacionar con un menor reclutamiento de ejemplares de mejillón cebra y, por lo tanto, en un menor índice de fijación sobre las náyades. Sin embargo, en 2021 el nivel del embalse se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años, incluyendo el 2019, y este hecho no se ha visto reflejado en un descenso significativo de la fijación de los dreissenidos sobre las náyades, hecho que evidencia la situación alarmante de esta población de náyades.

El mayor porcentaje de individuos detectados sobre las náyades presentaban un tamaño ≤5 m (2.006 individuos, 48,3% 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 (1.395 individuos, 33,6%), seguramente procedentes de un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. Un 13,3% (553 individuos) de los mejillones recolectados podrían corresponder a los ejemplares procedentes del pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5 cm), un porcentaje superior al 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 desinfestadas en el otoño del 2020, puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2020 al otoño de 2021, 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. Sin embargo, el hecho de que durante la campaña del 2021 tan solo se hayan conseguido recapturar 11 de los ejemplares marcados en el 2020, refleja una pérdida significativa de ejemplares y apunta una situación crítica para esta población, que puede considerarse prácticamente desaparecida, al igual que está ocurriendo con las otras zonas muestreadas en el brazo principal de este embalse (a excepción de la Zona P):



Imágenes que muestran el aspecto de la Zona Q, donde se aprecia la bajada significativa provocada en el nivel de agua durante la época estival (izquierda); una de las náyades que al quedar desenterrada y debido a la imposibilidad de recolocar su posición, enseguida queda cubierta de dreissenidos por toda su superficie

Figura 37 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 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

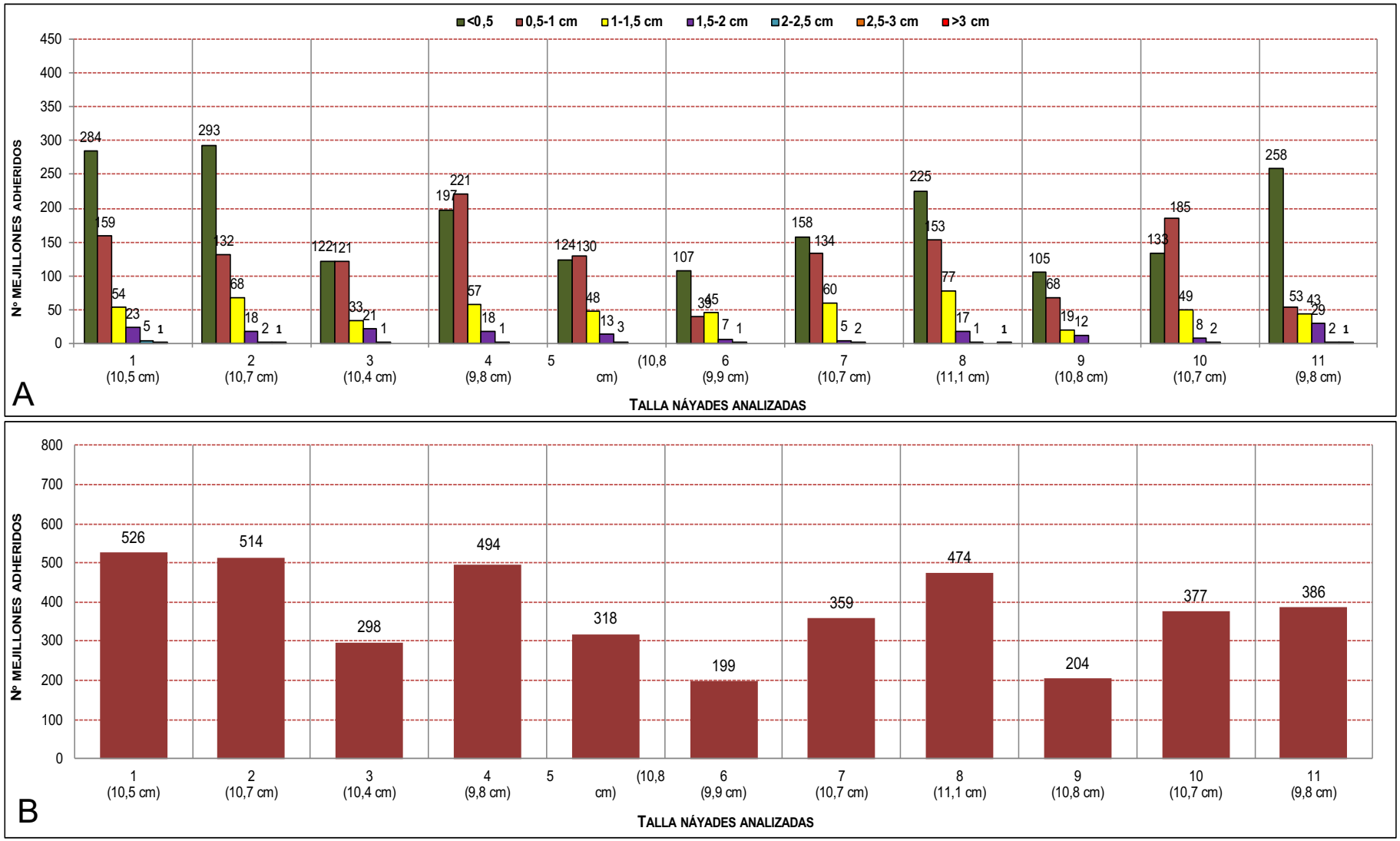


Figura 38 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2021.

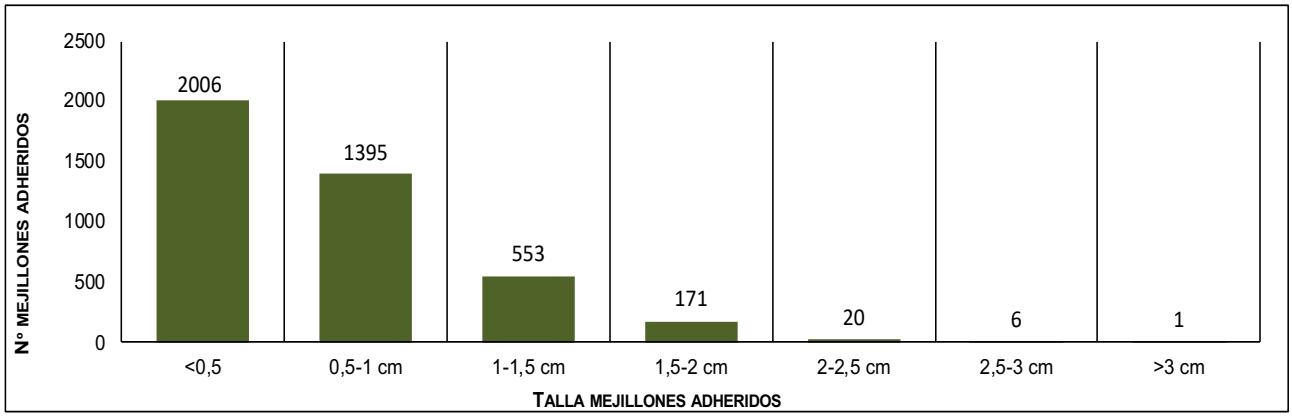


Figura 39 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 14 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

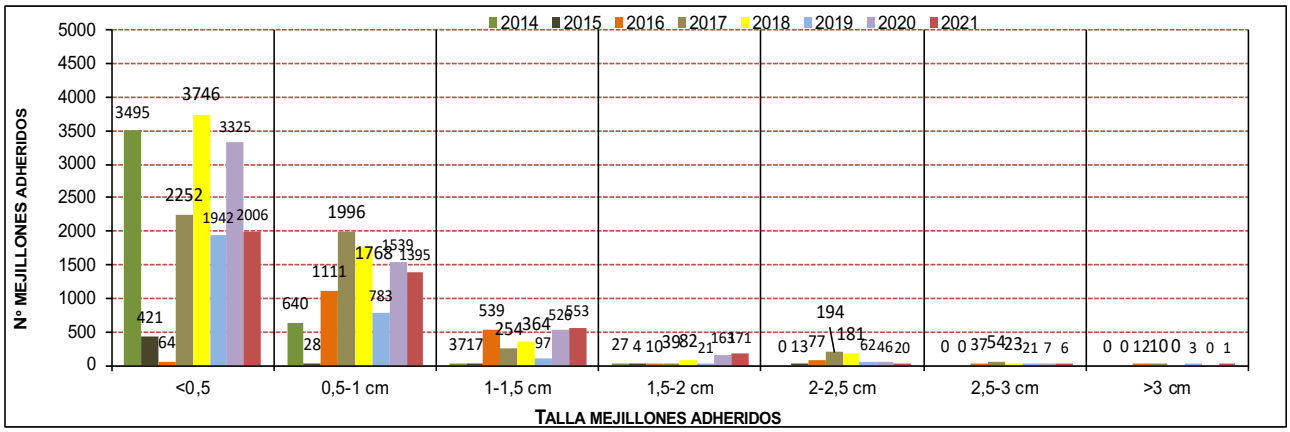
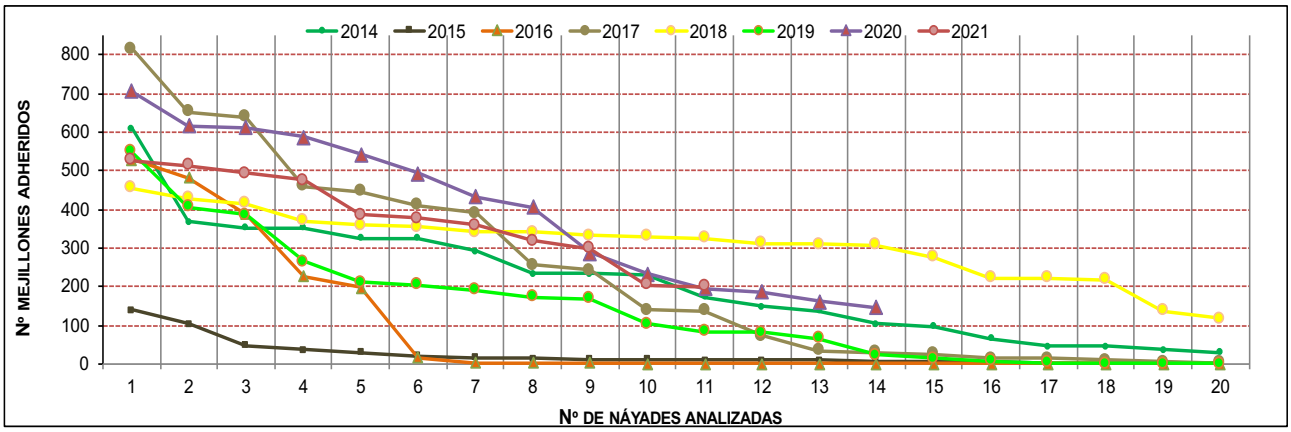


Figura 40 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

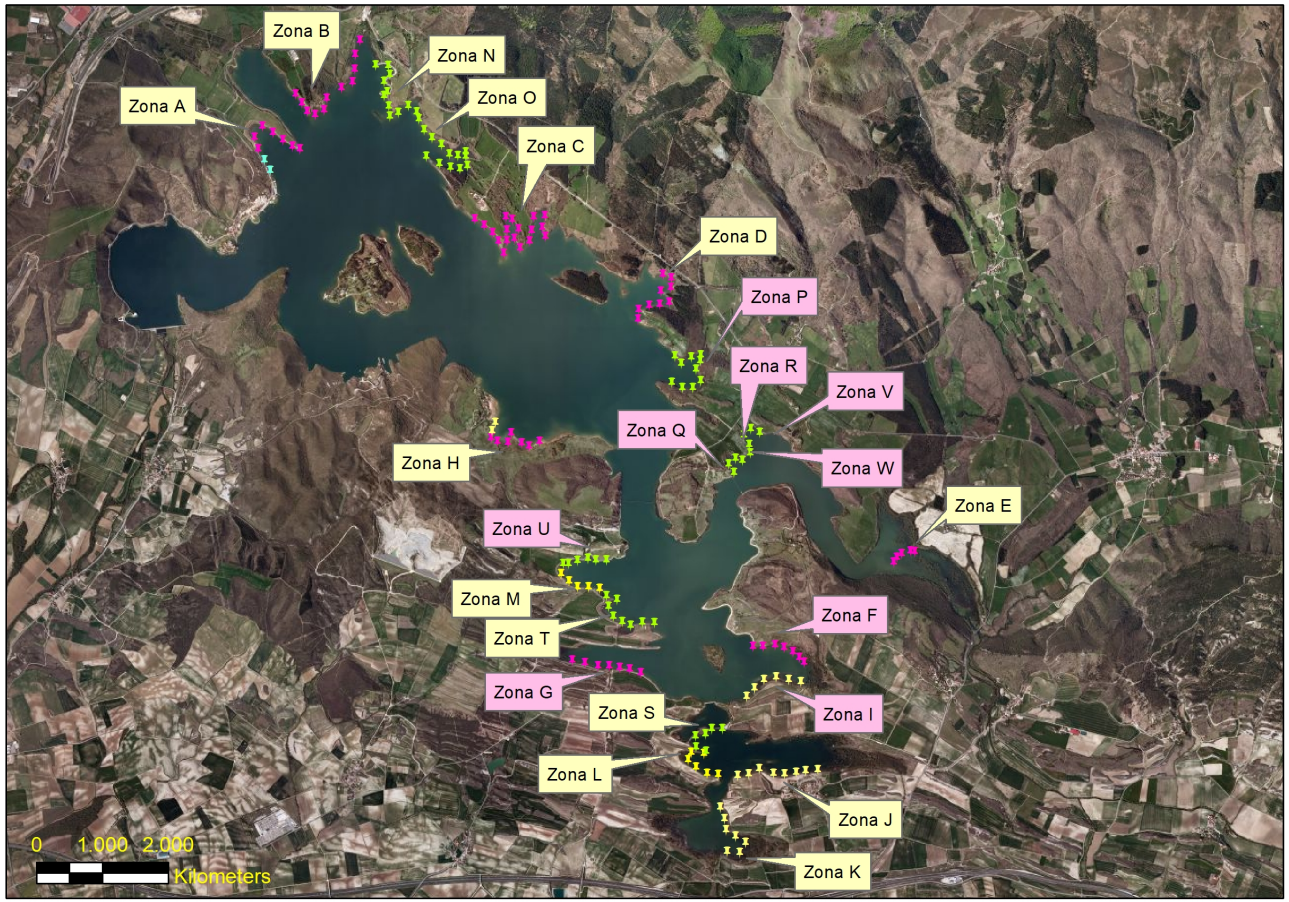


-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 14 ejemplares de *Anodonta anatina*: **4.154 individuos (377,6 mejillones/uniónido).**

5.

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

Mapa 2 Zonas analizadas en el embalse de Ullíbarri-Gamboa



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 2021 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados recapturados durante los años 2012-2020 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 43-46. Se han contabilizado un total de **649 mejillones cebra** adheridos sobre 15 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **43,2 mejillones/uniónido**. Este valor es significativamente menor que el alcanzado en la anterior campaña del 2020 y, además, se trata del índice medio de fijación más bajo detectado durante esta campaña del 2021 en este embalse.

En la campaña de seguimiento del 2018, se alcanzó el índice medio de fijación más alto medido en esta población hasta la fecha (203,1 mejillones/uniónido). Este dato 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 *D. 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 disminuyeron a niveles similares a los observados en el inicio de la colonización de *D. polymorpha* en este reservorio. La diferencia tan significativa en el índice de fijación observado entre los diferentes años, podría tener una relación directa con el volumen de agua acumulado en el embalse durante la época de reproducción de *D. polymorpha* y/o con el desarrollo de una mayor capacidad de las náyades para desprenderse de los mejillones adheridos. Los resultados obtenidos en 2020, superando de nuevo el ratio de 100 mejillones/uniónido, indicaban que la capacidad de fijación del mejillón cebra parece estar más relacionada con el volumen de agua que acumula el embalse. Durante los años 2018 y 2020 y a lo largo de la época estival y otoñal, se ha registrado 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. En 2021 el nivel medio de agua embalsada durante la época estival y el otoño se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años, dejando al descubierto amplias superficies de esta cola del embalse, lo que podría explicar el descenso en la capacidad de fijación de los dreissenidos sobre las náyades. Es probable que el descenso en la cota de agua se pueda relacionar con un menor reclutamiento de ejemplares de mejillón cebra y, por lo tanto, en un menor índice de fijación sobre las náyades.

En esta población 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 presentaban un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm. (54,65%), que se podría asignar a un pico reproductor ocurrido al inicio del verano. En 2020 el 66,9% de los ejemplares recolectados presentaban una talla ≤ 5 mm, el porcentaje más elevado de ejemplares con esta talla detectado en esta población hasta la fecha, seguido de un 20,6% de individuos con tamaño comprendido entre 0,5-1 cm. En 2021 el mayor porcentaje de mejillones adheridos corresponden a un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm. (57,3%), que se asigna a un pico reproductor ocurrido al inicio del verano, mientras que el porcentaje de ejemplares recolectados con una talla ≤ 5 mm disminuye hasta un 15,4% (100 individuos), el valor más bajo detectado hasta el momento para este rango de tamaño en esta población y que podría explicar la disminución en el índice medio de fijación detectado este año. Destaca también el incremento de ejemplares procedentes de un pico de reproducción de primavera (Talla 1-1,5: 21,9%; 142 individuos). 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, y/o a las variaciones en el volumen de agua embalsada que se producen cada año, 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 sobra las náyades recapturadas. La presencia de dreissenidos con este tamaño sobre las náyades marcadas y desinfestadas en el otoño del 2020, puede deberse al movimiento de ejemplares nacidos en años anteriores y que, durante este periodo, desde el otoño del 2020 al otoño de 2021, han sido capaces de cambiar de sustrato y adherirse a las anodontas después de ser desinfestadas en el otoño de 2020.





Imágenes que muestran el aspecto de la Zona F, donde se aprecia el descenso del nivel de agua sufrido durante la época estival del 2021 (izquierda); y náyades recapturadas donde se observa el escaso número de dreissenidos fijados durante esta campaña de muestreos

5.1.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figura 41-42).

Figura 41 Número de náyades detectadas en la Zona F en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

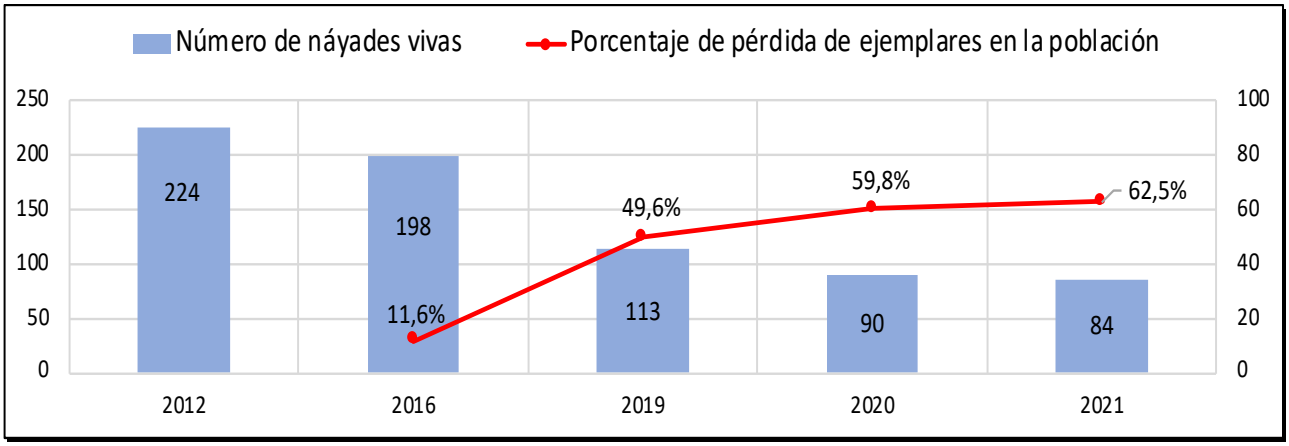
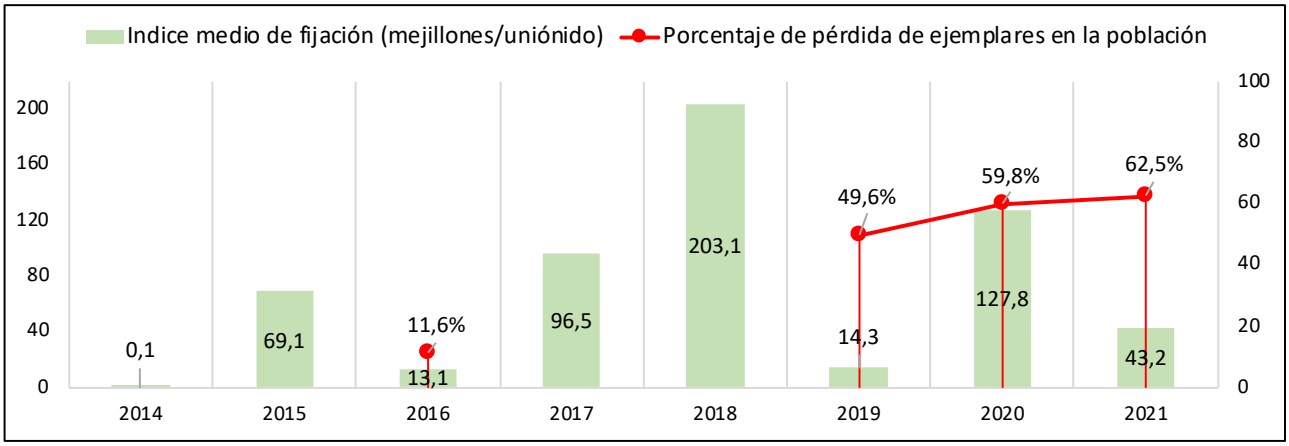


Figura 42 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona F, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



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 contabilizaron 113 individuos vivos a lo largo del recorrido, arrojando una perdida del 49,6% de los efectivos de esta colonia valor que aumentó hasta un 59,8% en el 2020 (90 individuos). En el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, se han localizado 84 ejemplares vivos adultos, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 62,5%, un valor similar al detectado en el año 2020.

Se trata de un dato de pérdida elevado si se tiene en cuenta que esta es una de las zonas menos afectadas por la invasión del mejillón cebra en este embalse, ya que los índices de fijación medidos a lo largo de estos años, se sitúan entre los más bajos entre las diferentes zonas muestreadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aunque en los inicios de la colonización de *D. polymorpha* los datos de fijación en esta zona han sido bajos, durante los años 2017, 2018 y 2020 se ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido. En 2018 la mayoría de los ejemplares recapturados presentaban más de 100 mejillones adheridos, considerado como el umbral de supervivencia para las náyades, llegando a detectar hasta 416 mejillones adheridos en un solo individuo. Por lo tanto, es muy posible que esta perdida de efectivos pueda deberse a la afección sufrida principalmente durante estos tres años. Una pérdida de efectivos superior al 50% puede suponer un dato alarmante, pero comparándolo con la situación que presentan otras zonas analizadas en este reservorio, hay

que apuntar que, aunque esta población ha visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos años, quizás sea capaz de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha.* Se trata de una de las zonas del embalse más importantes en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en el Sistema de embalses del Zadorra.

Figura 43 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

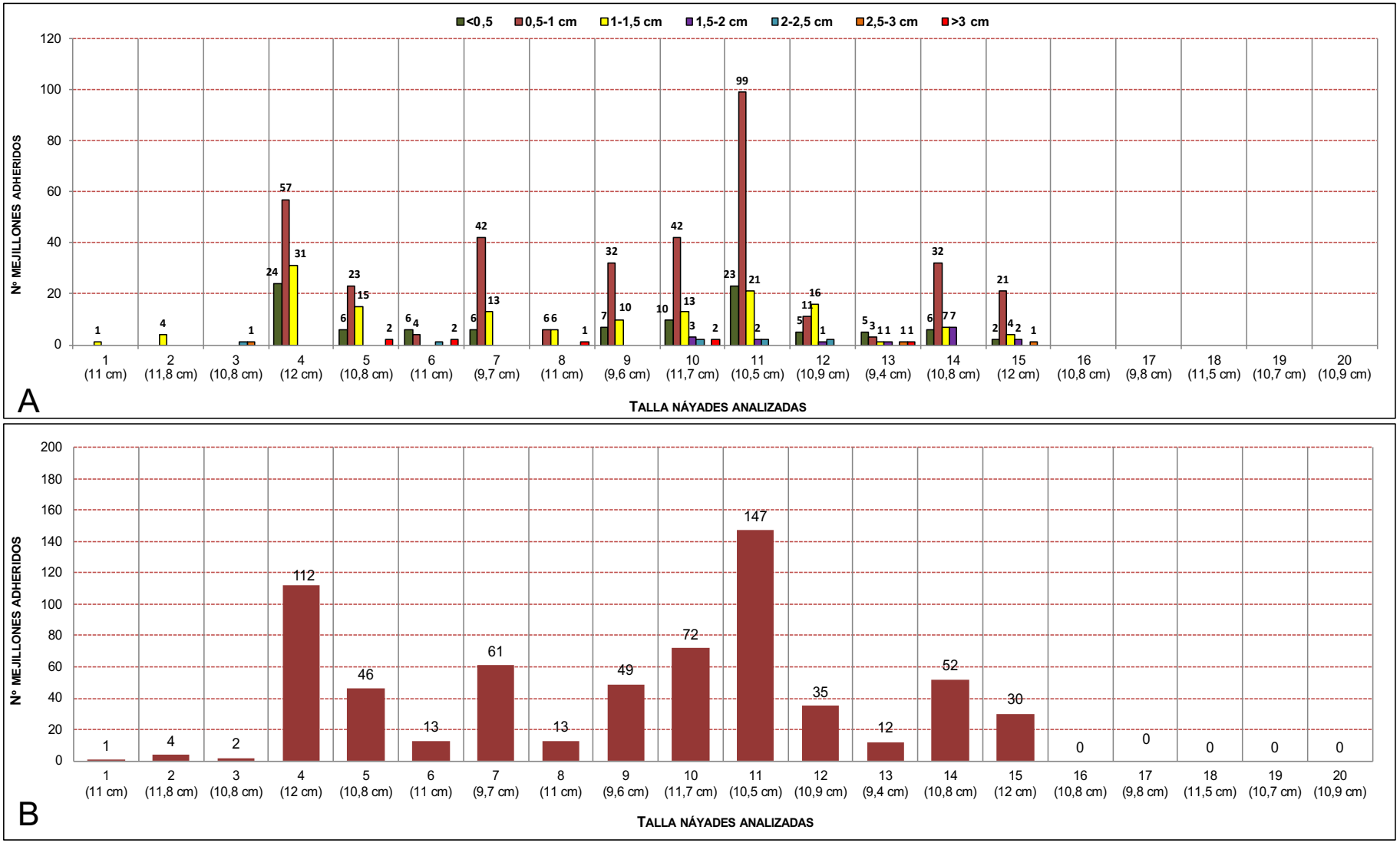


Figura 44 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F. Año 2021.

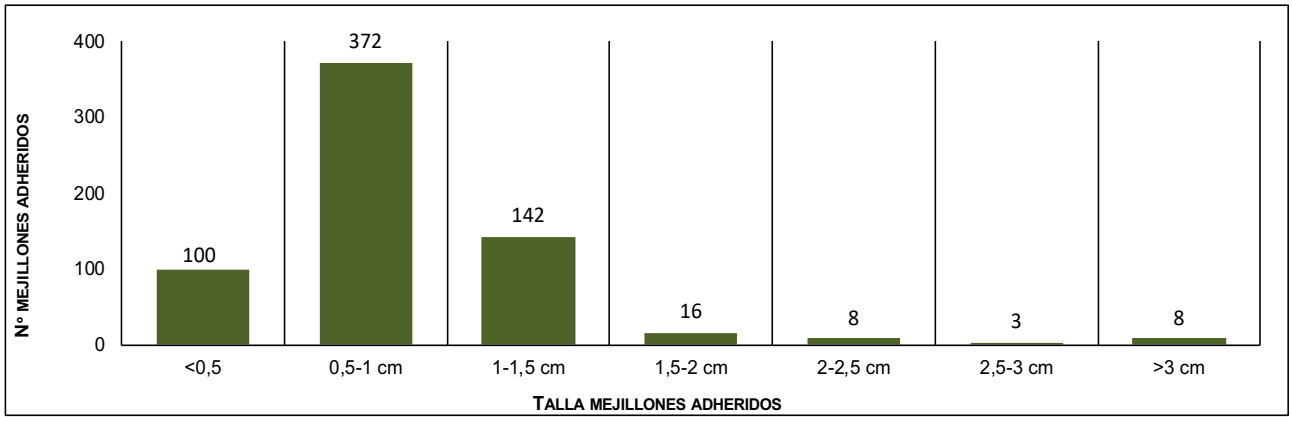


Figura 45 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

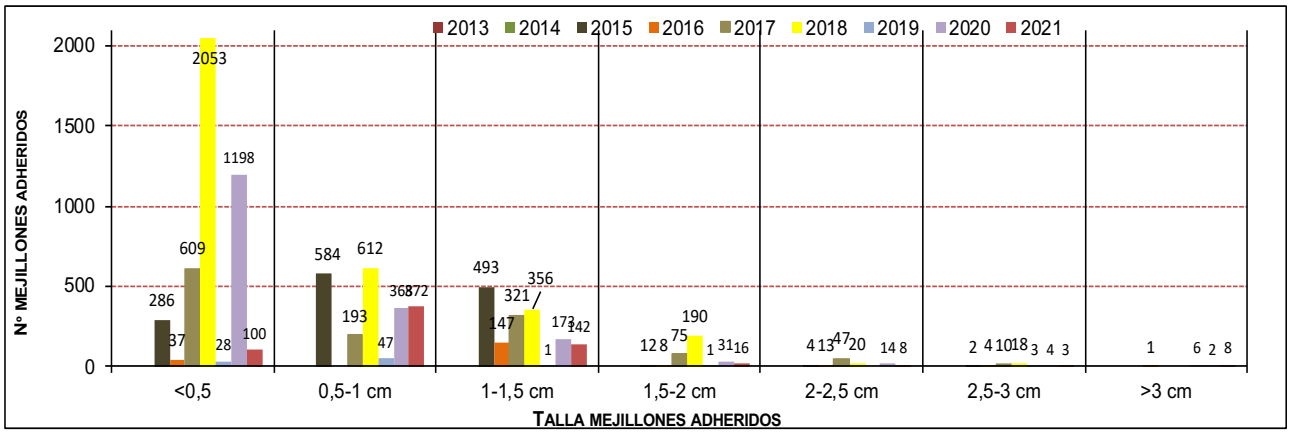
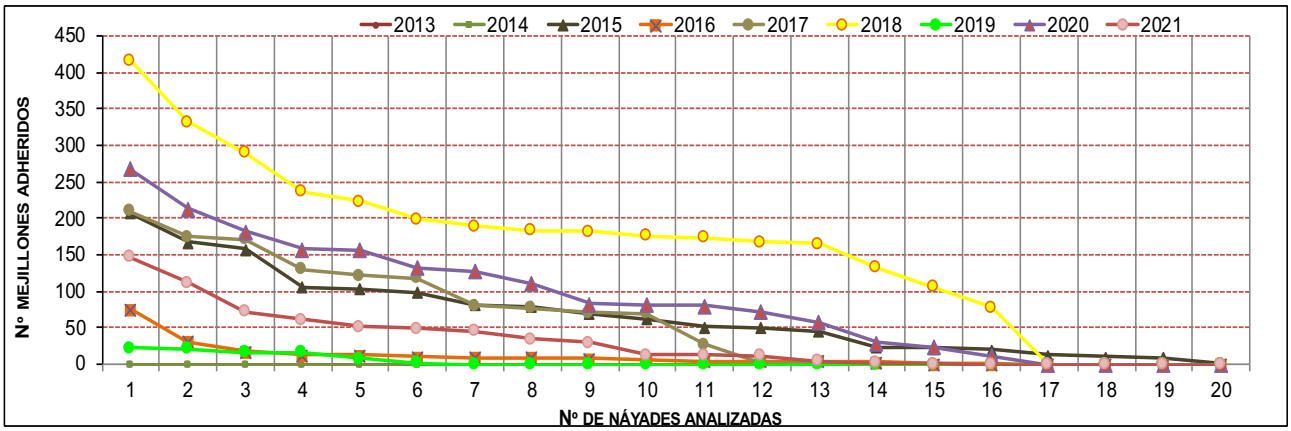


Figura 46 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona F, a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **649** (**43,2 individuos/uniónido,** sobre las 15 náyades con mejillones adheridos)

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 *D. 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 2021 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados durante los años 2014-2020 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 **1.062 mejillones cebra** adheridos sobre 13 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **81,7 mejillones/uniónido**, un valor muy similar al obtenido en la anterior campaña del 2020. Se trata del valor de fijación más alto detectado en esta colonia desde que se inició su seguimiento en el año 2014 (Tabla 4). En las campañas del 2015 y 2016 se obtuvieron unos valores medios de fijación muy similares y entre los más bajos de los detectados en este embalse (20,4 y 22,2 mejillones/uniónido, respectivamente). En 2017 y en 2018 se produjo un aumento progresivo de la capacidad de colonización de *D. polymorpha* en esta zona (42,6 mejillones/uniónido y 74,4% mejillones/uniónido, respectivamente), aunque en comparación con otras áreas de este embalse, su velocidad 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), confirmó la dificultad que presenta *D. polymorpha* para establecerse en este punto del embalse. En 2018 se apuntó la posibilidad de que el incremento experimentado durante ese año 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. Sin embargo, la bajada observada en el nivel medio de agua embalsada durante esta última campaña del 2021, inferior a la media de los últimos años, no se ha visto reflejado en un menor índice de fijación, por lo que la causa de las oscilaciones que se observan en el índice medio de fijación en esta población de náyades no queda clara, aunque seguramente tenga que ver con las corrientes y el aporte de larvas que llegan a esta zona cada año. Cabe destacar que, durante los diferentes 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.

A diferencia de los últimos años y al igual que lo observado en las campañas iniciales del 2015 y 2016, el mayor porcentaje de los mejillones recolectados durante el 2021 presentan un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm (40,1%; 416 individuos), seguido del rango 1-1,5 cm (28,3%; 301). Estos tamaños podrían corresponder a los dreissenidos fijados en dos periodos diferentes, el final del verano y primavera, respectivamente. Destacar el descenso significativo en el porcentaje de mejillones fijados con tamaño ≤ 5 mm (18,7%;199 individuos), mayoritario en esta población en los últimos 4 años y correspondiente al pico de reproducción producido a finales del verano. 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.

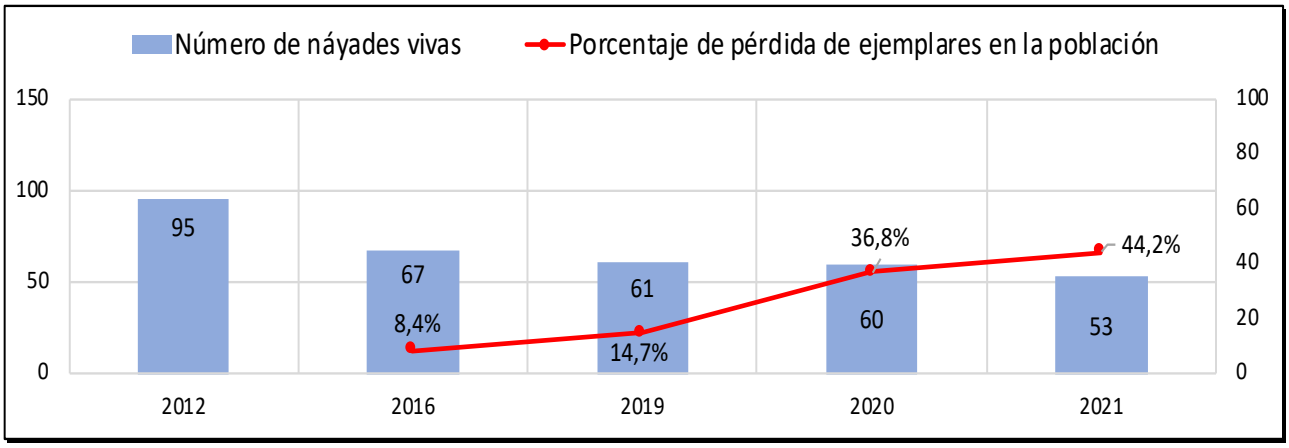


Imágenes que muestran el aspecto de la Zona G donde, tras la bajada del nivel medio de agua embalsada observada durante este año, se han quedado expuestas amplias superficies que otros años se mantienen cubiertas de agua (izquierda); aunque la mayoría de las náyades de esta zona presentaban una fijación baja de dreissenidos, algunas aparecían muy afectadas (derecha)

5.2.2 Seguimiento de la población de náyades.

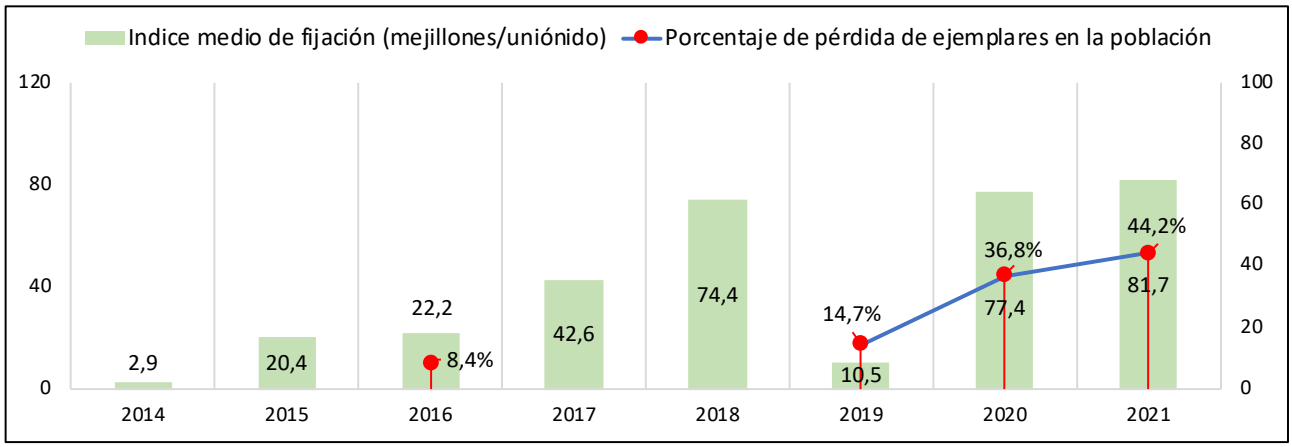
Al igual que en los años 2016 y 2019 y 2020 durante esta campaña del 2021 se ha realizado una réplica de los muestreos efectuados el primer año de cartografiado de las poblaciones de náyades en este embalse [año 2012; (Anexo I, Mapa 12)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 47 y 48).

Figura 47 Número de náyades detectadas en la Zona G en los muestreos realizados durante los años 2012, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo



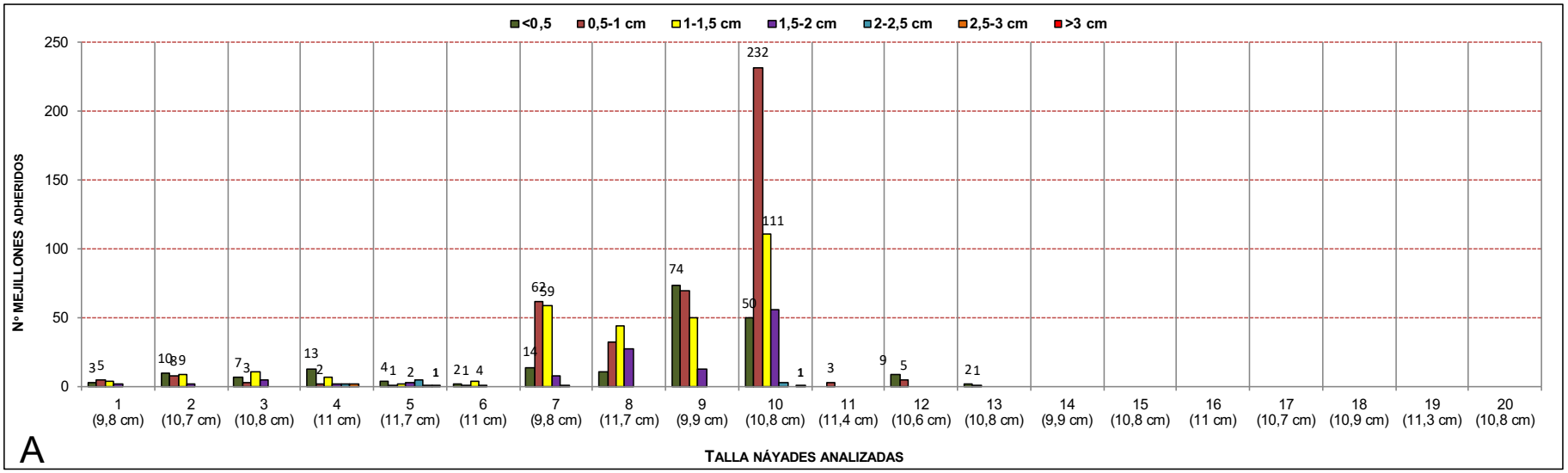
En el muestreo realizado en el año 2012 se detectaron 95 ejemplares de *Anodonta anatina*, mientras que en 2016 se contabilizaron 87 individuos, por lo que se estimó una pérdida del 8,4% de la población de náyades localizada a lo largo de los tramos muestreados en esta zona. Durante los muestreos del 2019 se contabilizaron 81 individuos vivos arrojando una perdida del 14,7% de los efectivos de esta colonia, porcentaje que se vio incrementado hasta un 36,8% en 2020 (60 náyades). En el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, se han localizado 53 ejemplares vivos adultos, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 44,2%, un valor ligeramente más alto que el detectado en el año 2020.

Figura 48 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona G, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



Se trata de un porcentaje de pérdida de efectivos muy bajo en comparación con otras zonas analizadas en este embalse, lo que concuerda con los datos obtenidos durante los últimos seis años de seguimiento, donde el valor medio de fijación en esta zona nunca ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido. Sin embargo, a lo largo de estos años muchas de las náyades recogidas se acercan e incluso superan ese ratio, lo que supone un riesgo para esta población que se refleja en el porcentaje de pérdida de efectivos experimentado hasta el momento. De acuerdo a estos resultados, aunque esta población ha visto diezmado su número de efectivos en los últimos años, quizás sea capaz de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha.* Se trata de una de las zonas del embalse más importantes en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en el Sistema de embalses del Zadorra.

Figura 49 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 2021.



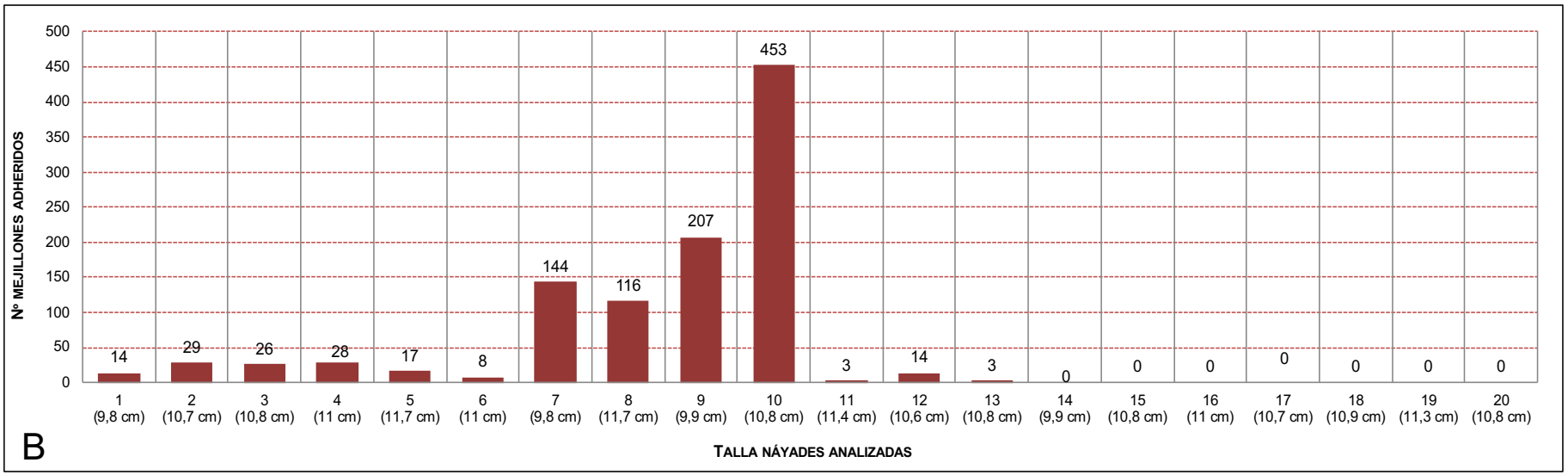


Figura 50 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G. Año 2021.

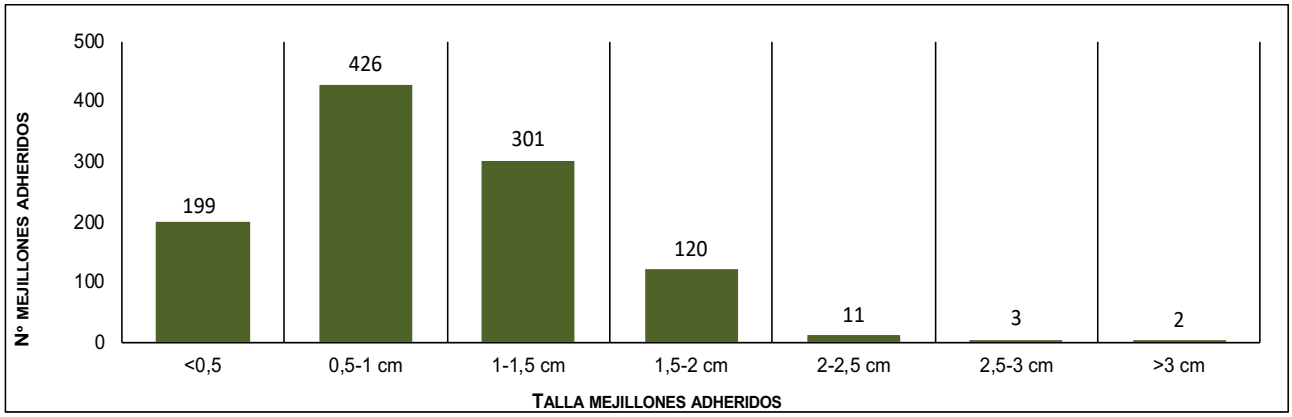


Figura 51 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona G a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

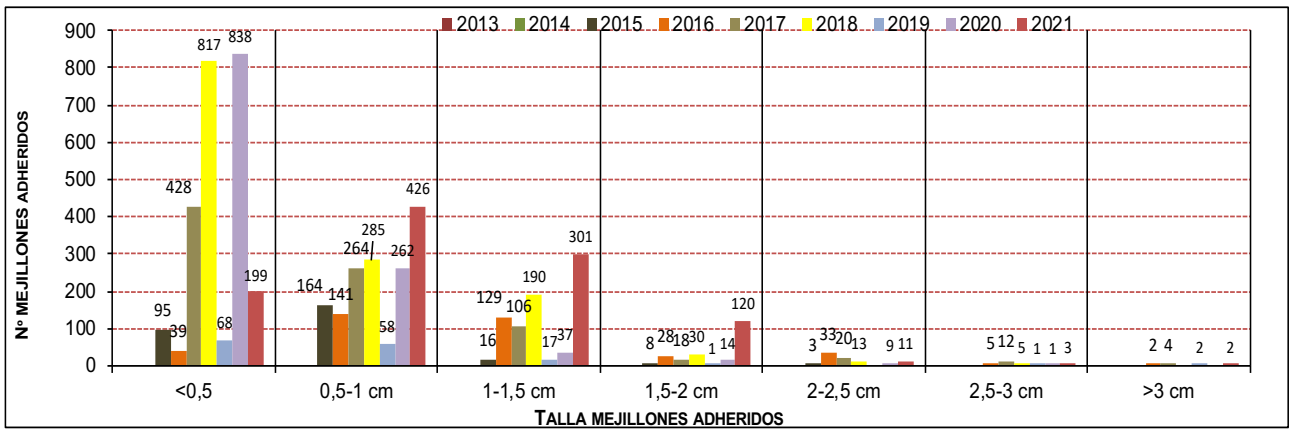
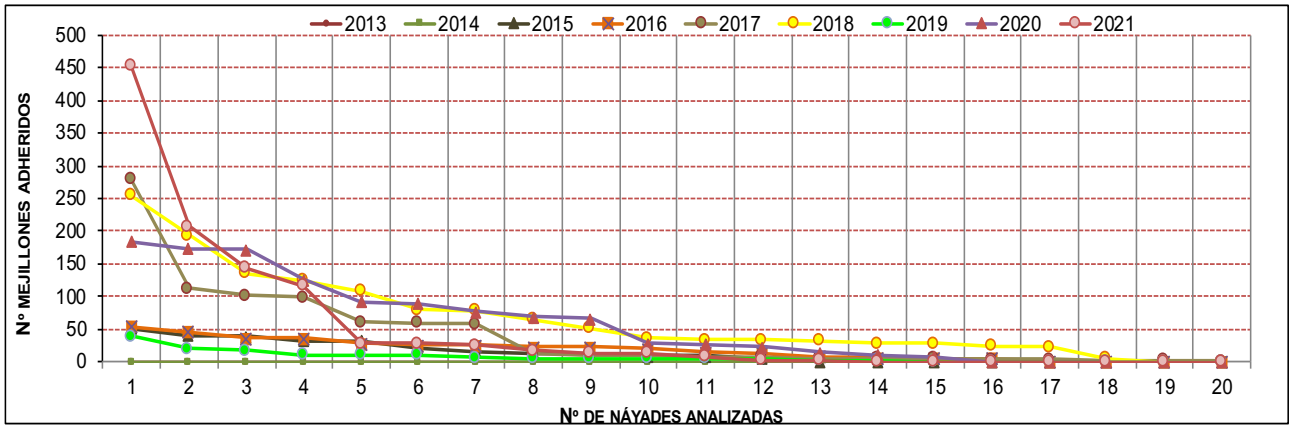


Figura 52 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona G a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **1.062 individuos** (**81,7 individuos/uniónido,** sobre las 13 náyades con mejillones adheridos).

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 2021 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 55-58. Se han contabilizado un total de **971 mejillones cebra** adheridos sobre 14 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **69,35 mejillones/uniónido**. Aunque este índice no supera el ratio de 100 mejillones/uniónido, se trata de un índice de fijación similar al detectado en el año 2020 (68,3 mejillones/uniónido) y significativamente más elevado que el registrado en el 2019 (5,6 mejillones/uniónido).

Hasta el 2016 los valores de fijación en esta población 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 este dreissenido presentaba una capacidad de expansión más lenta que en otras zonas de este mismo embalse. 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 constató un aumento en la capacidad de expansión y asentamiento de la especie en esta zona. Sin embargo, los datos obtenidos en 2019 (5,6 mejillones/uniónido) contrastan con esta afirmación ya que reflejaron un descenso muy significativo de la capacidad de infestación sobre esta población de náyades, que, en los dos últimos años (2020 y 2021) parece que vuelve a verse incrementado de forma paulatina. Parece que estas oscilaciones tan marcadas en la dinámica de fijación de *D. polymorpha* en esta zona, 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, al igual que ha ocurrido durante la campaña del año 2020, con un porcentaje de agua embalsada durante la época de primavera y otoño superior a la registrada en el 2019. Este aumento del nivel de agua embalsada puede favorecer una mayor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras, donde se sitúan las náyades. Sin embargo, los resultados obtenidos esta última campaña del 2021, en el que el nivel de agua en el embalse se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años, evidencia un aumento en la capacidad de establecimiento del mejillón cebra en esta zona.

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 el periodo 2018-2020, las clases de tamaño dominantes correspondieron a los picos de reproducción producidos en la época de verano (≤ 5 mm), destacando el aumento experimentado en la

campaña del 2020 en el porcentaje de dreissenidos recolectados con esta talla (2018: 46,3%; 2019: 31,5%; 2020: 83,6%). Sin embargo, en 2021, y por primera vez en esta población, el tamaño de la mayoría de los dreissenidos fijados presentan un tamaño comprendido entre 0,5-1 cm (48,3%; 469 individuos), seguido del rango 1-1,5 cm (30,5%; 296 individuos). Estos tamaños podrían corresponder a los dreissenidos fijados en dos periodos diferentes, el final del verano y primavera, respectivamente. Estas oscilaciones, podrían estar relacionadas con los cambios en el volumen de agua almacenada cada año y/o con cambios en las corrientes que alcanzan esta zona, generando un mayor o menor aporte de larvas en cada época y que podrían estar influyendo en los picos de fijación.

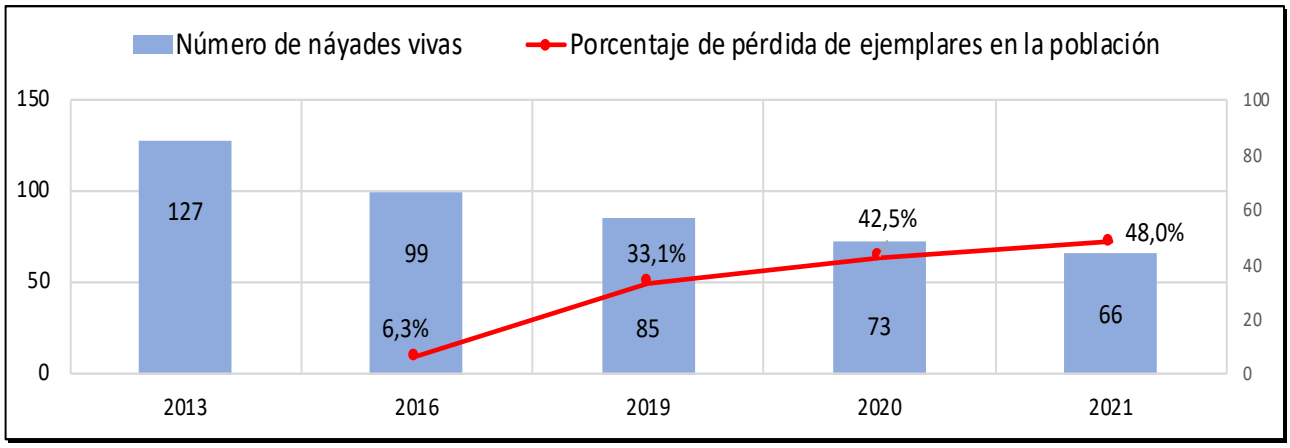


Imágenes que muestran el aspecto de la ensenada tras la bajada del nivel de agua embalsada en la época estival (izquierda), y la presencia de juveniles de *Anodonta anatina* que confirman la capacidad de reclutamiento de esta población a pesar de la afección que sufre por la presencia del mejillón cebra

5.3.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020 durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 53 y 54).

Figura 53 Número de náyades detectadas en la Zona I en los muestreos realizados durante los años 2013, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo



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, un porcentaje muy bajo en comparación con los resultados detectados en otras zonas. Durante los muestreos del 2019 se contabilizaron 85 individuos vivos a lo largo del recorrido, arrojando una perdida del 33,1% de los efectivos de esta colonia, porcentaje que en 2020 aumentó hasta un 42,5% (73 ejemplares). En

el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, se han localizado 66 ejemplares vivos adultos, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 48%, un valor ligeramente más alto que el detectado en el año 2020.

Aunque el porcentaje de pérdida de efectivos en esta población se sitúa por debajo del 50%, se trata de un porcentaje significativo de pérdida, 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*. Al igual que en las Zonas F y G de este mismo embalse, los resultados obtenidos para esta población, podrían reflejar la capacidad de esta colonia de náyades para mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha.* De acuerdo a estos datos, esta área se debería considerar como una de las zonas del embalse más importantes en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en el Sistema de embalses del Zadorra.

Figura 54 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona I, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

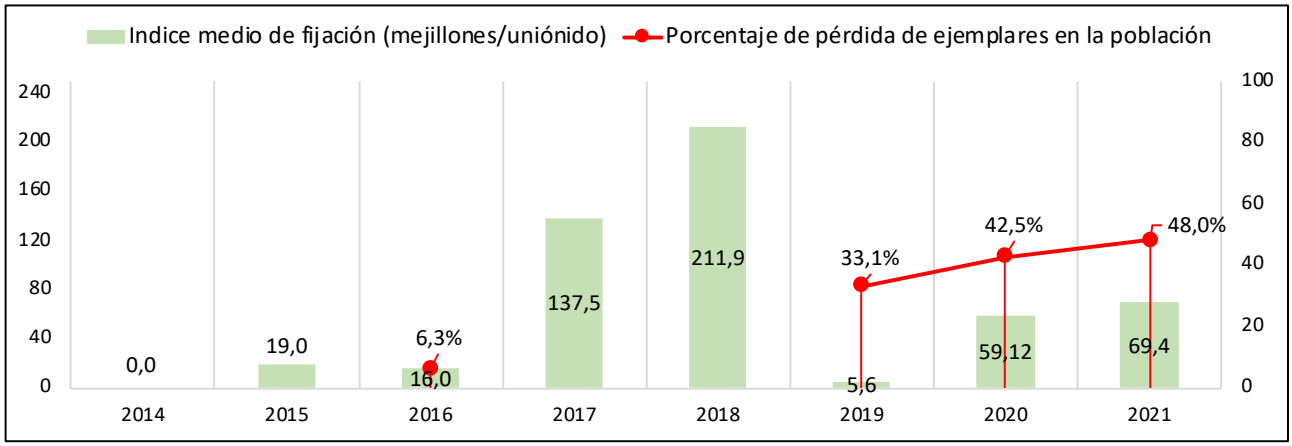
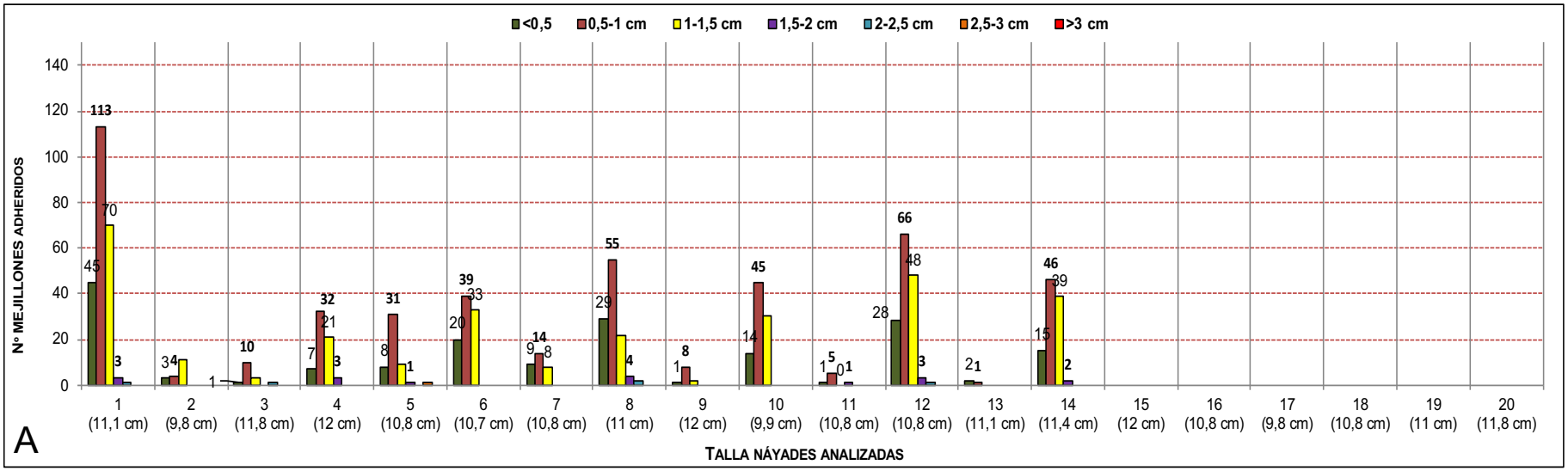


Figura 55 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.



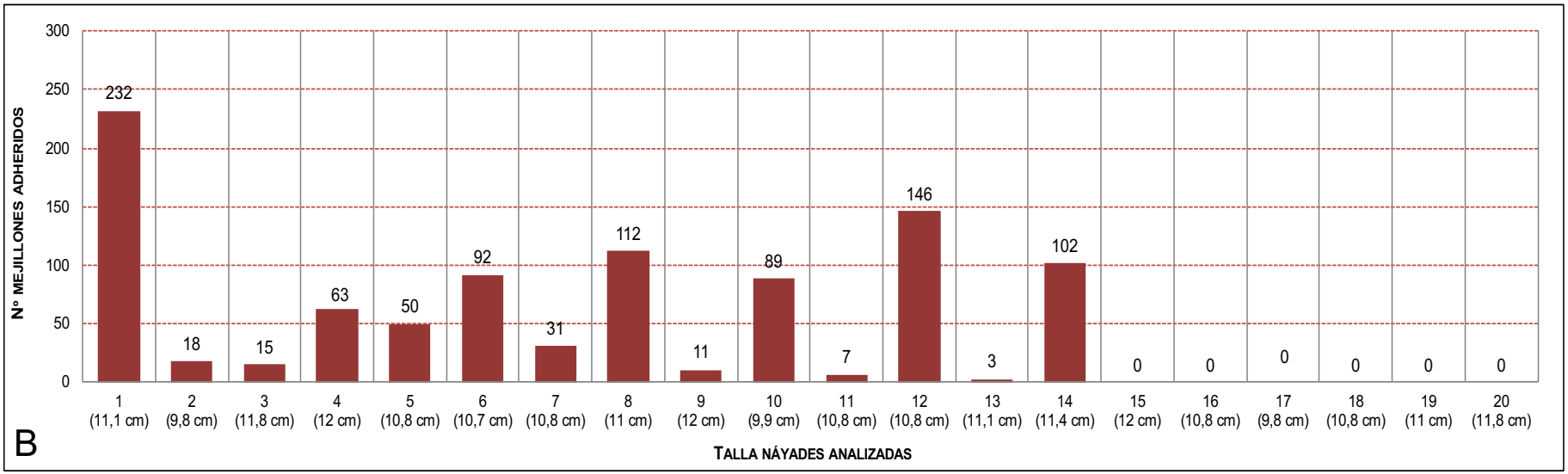


Figura 56 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I. Año 2021.

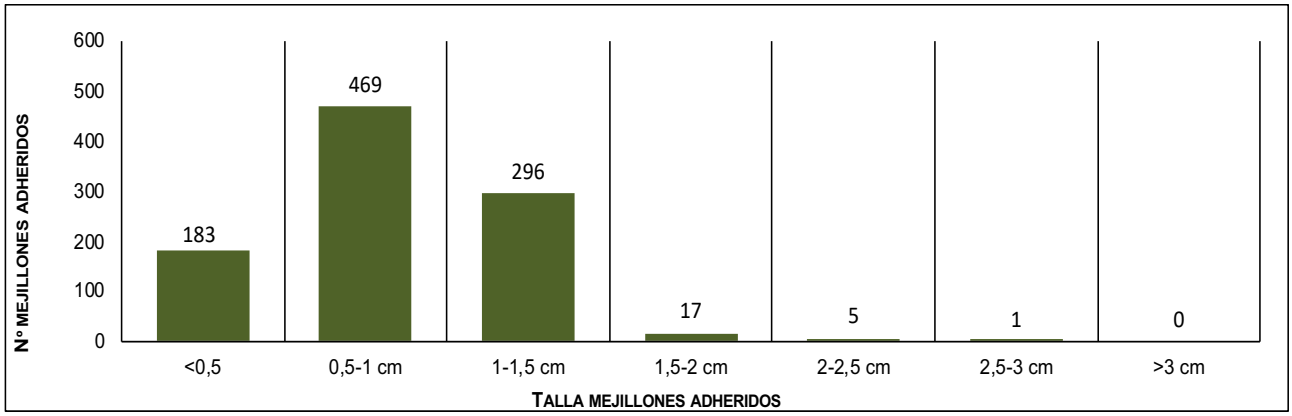


Figura 57 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona I a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

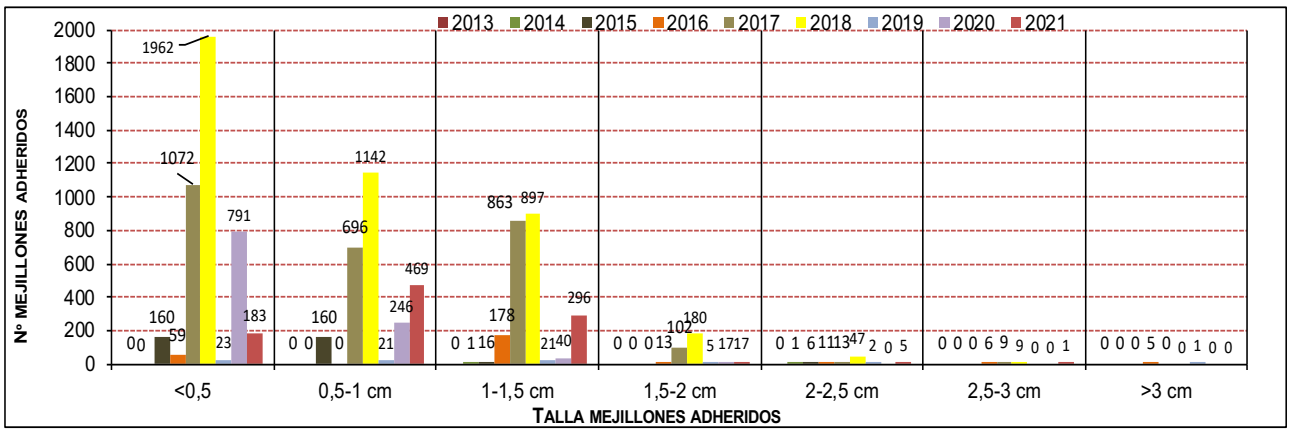
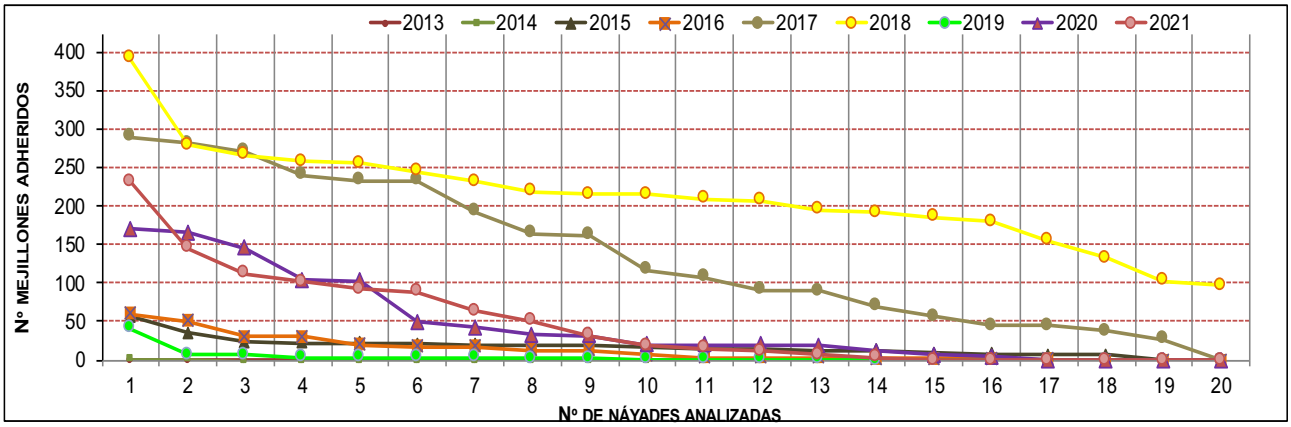


Figura 58 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona I a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 20 ejemplares de *Anodonta anatina*: **971 individuos** (**69,3 individuos/uniónido,** sobre las 14 náyades con mejillones adheridos).

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 cartografío 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-arcilloso 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, con un valor medio de 314,4 mejillones/uniónido, el cual disminuyó ligeramente en los muestreos efectuados en el 2019 (298, 1 mejillones/uniónido) y 2020 (219,4 mejillones/uniónido). Estos valores suponen un riesgo evidente para la supervivencia de las náyades en esta zona.

Durante esta campaña del 2021 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. Durante la campaña del 2020 solo se logró localizar y recapturar 14 de los ejemplares marcados en esta zona en 2019, lo que señalaba una situación alarmante para esta población. Esta afirmación se ha corroborad con los resultados obtenidos durante esta última campaña del 2021, en la cual tan solo se han podido recapturar 11 de los ejemplares marcados en 2020, a pesar de que el nivel de agua del embalse se ha mantenido por debajo de la media de los últimos años y que las condiciones de muestreo no resultaron desfavorables.

5.4.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 61-64. Durante esta campaña se han contabilizado un total de **3.401 mejillones cebra** adheridos las 11 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **309,2 mejillones/uniónido**. Estos resultados son superiores a los detectados en las campañas previas del 2019 y 2020, y triplican el ratio de 100 mejillones/uniónido, lo cual supone un riesgo evidente para esta colonia que se ve reflejado en una perdida paulatina de sus efectivos año tras año. A diferencia de otras zonas analizadas en este reservorio, donde la disminución del nivel medio de agua embalsada durante este año se ha traducido en un menor índice medio de fijación, en esta población este índice se ha visto incrementado, lo cual refleja la capacidad de establecimiento y proliferación que muestra el mejillón cebra en esta zona del embalse.

Al igual que en los últimos tres años, en esta última campaña del 20201, 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: 2006 individuos, 59%), que desde el año 2017 ha ido aumentando su porcentaje paulatinamente. 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: 892 individuos, 26,2%), talla que gana relevancia respecto a años anteriores. También se recolectaron mejillones con talla comprendida entre 1-1,5 cm (388 individuos; 11,4%), en un porcentaje superior al detectado en 2020 y que corresponden a aquellos 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.

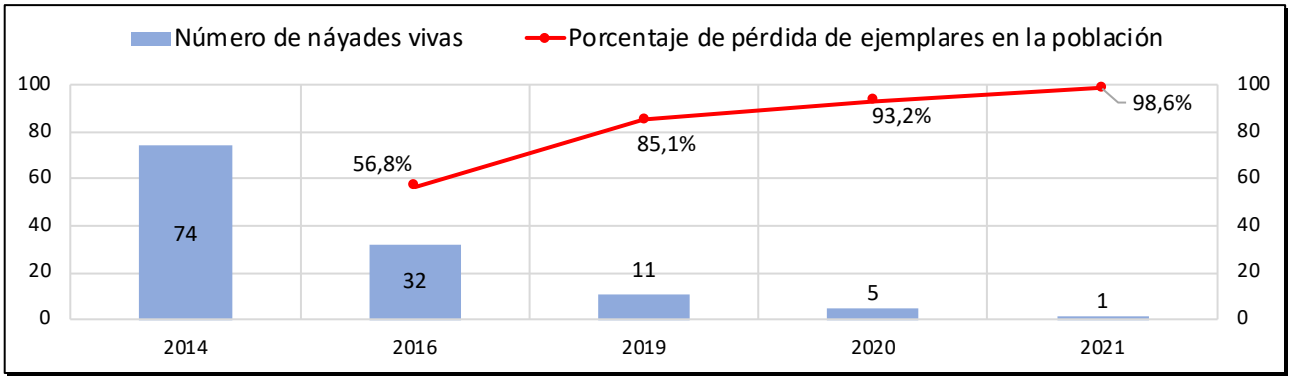


Imágenes que muestran el aspecto de la Zona Q, con multitud de agregados de mejillón cebra muertos por la exposición a la desecación tras la disminución del nivel del embalse (izquierda), y una náyade en la que, tras retirarle los mejillones adheridos, se observa las deformaciones que ocasionan sobre su concha

5.4.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020 durante esta campaña del 2021 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 14)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 59-60).

Figura 59 Número de náyades detectadas en la Zona Q en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo



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 contabilizaron 11 individuos vivos arrojando una perdida del 85,1% de los efectivos de esta colonia, cifra que aumentó hasta un 93,2% en el año 2020 (5 ejemplares). En el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, únicamente se ha localizado 1 ejemplares vivo, lo que sitúa el porcentaje de pérdida de individuos de esta población en un 98,6%, un valor que confirma la desaparición de esta población. Hay que tener en cuenta que esta población lleva siete años seguidos superando el ratio de 100 mejillones/uniónido, considerado letal para una náyade. La afección sufrida en los últimos años por esta población debido a la colonización del mejillón cebra explica la pérdida de esta colonia situada en la cola del Zadorra.

Figura 60 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2013-2021 en la Zona Q, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

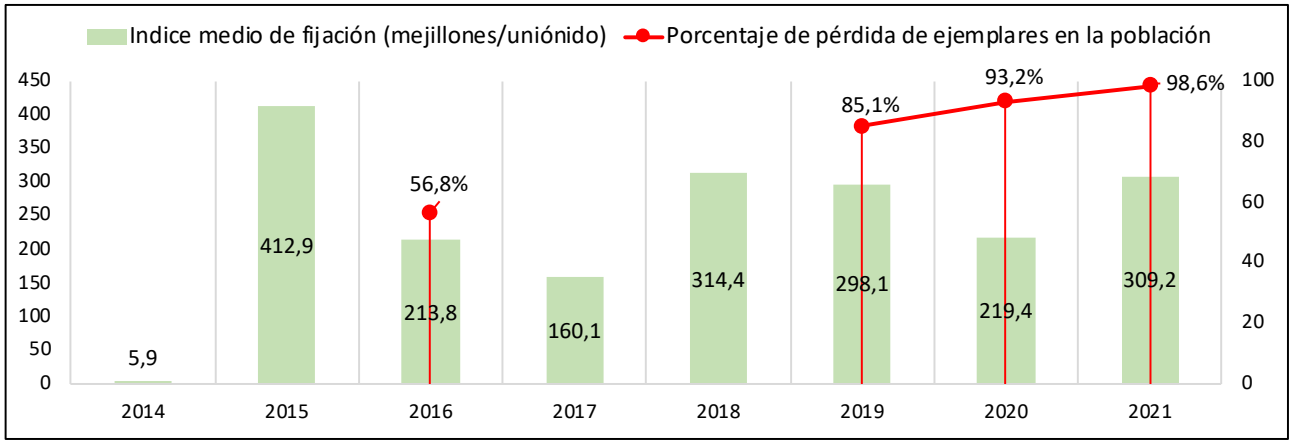


Figura 61 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 11 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 20 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

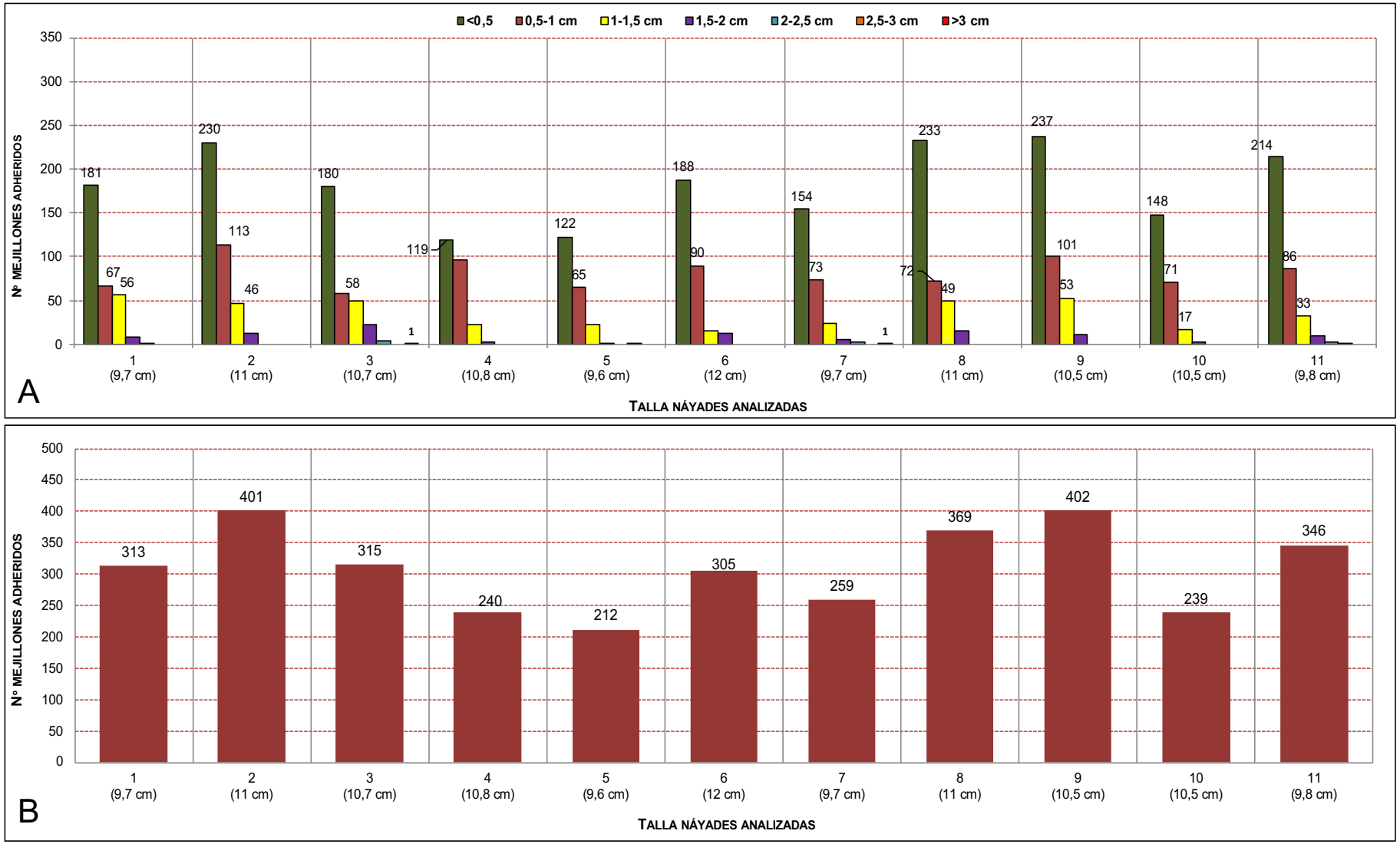


Figura 62 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 11 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q. Año 2021.

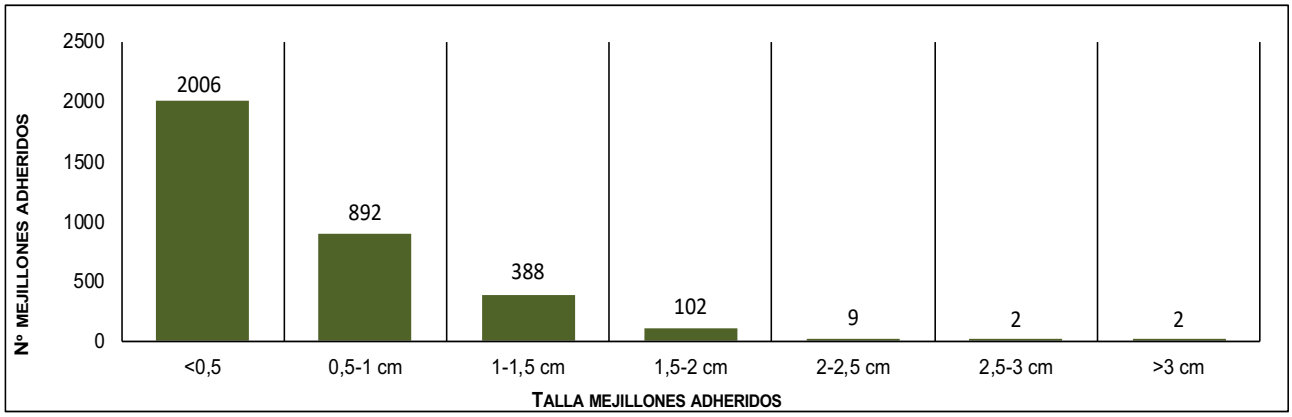


Figura 63 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

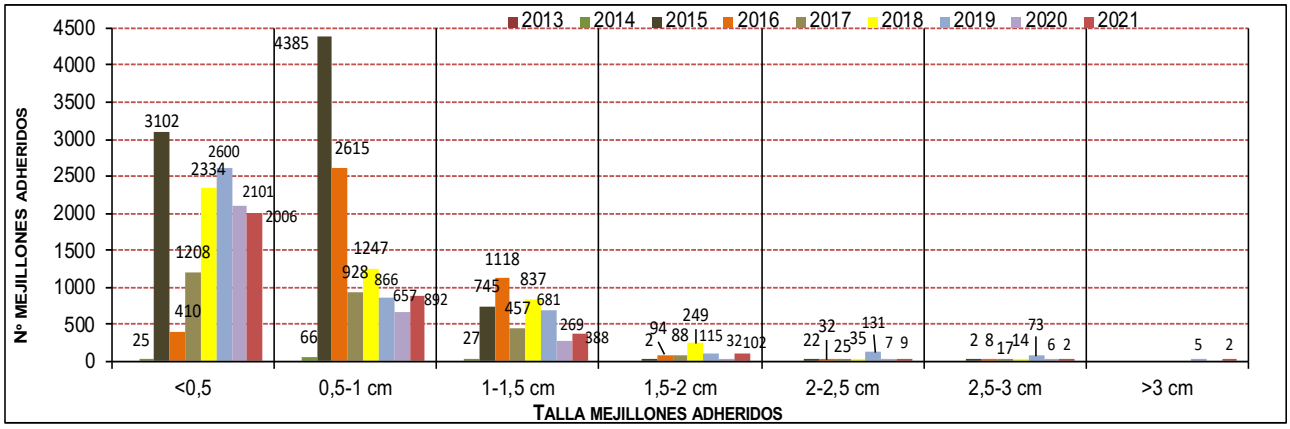
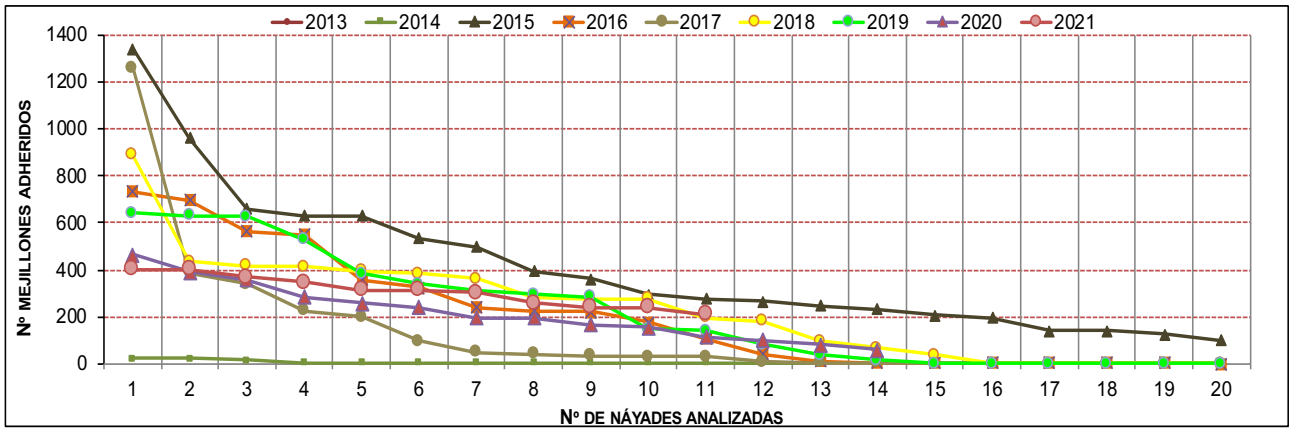


Figura 64 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona Q a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 11 ejemplares de *Anodonta anatina*: **3.401 individuos** (**309,2 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 cebra 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 cebra 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 cebra 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 muestrear los 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, 2019 y 2020 se continuó con esta diferenciación de las áreas de muestreo en la Zona R. Los resultados obtenidos en 2018, tanto en la zona R1 como R2, resultaron significativamente superiores a los resultados obtenidos en estas mismas zonas en la campaña anterior del 2017 (R1: 298,4 mejillones/uniónido; R2: 180,9 mejillones/uniónido), mientras que en 2019 y 2020 fueron significativamente inferiores a los resultados obtenidos en la campaña anterior del 2018, sobre todo en lo que respecta a la zona R2 (2019: R1: 179,6 mejillones/uniónido; R2: 55,3 mejillones/uniónido) (2020: R1: 163 mejillones/uniónido; R2: 64,6 mejillones/uniónido).

Durante esta campaña del 2021 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. Destacar que en la zona R1,en el año 2020, solo se consiguieron recapturar 17 de los ejemplares marcados en el 2019, y en esta última campaña el número de náyades marcadas en 2020 y recapturadas en 2021 ha disminuido a 14, lo que refuerza los resultados observados en años anteriores, donde ya se apuntó la situación crítica que sufre esta población.

5.5.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 69-73. En la Zona R1 se han contabilizado un total de **3.174 mejillones cebra** adheridos sobre las 14 náyades marcadas que se han recapturado durante esta campaña, lo que se traduce en una media de **226,7 mejillones/uniónido**. En la Zona R2 se han contabilizado un total de **1.164 mejillones cebra** adheridos sobre 18 de las 20 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en una media de **64,6 mejillones/uniónido**. En otras zonas de este embalse, la disminución en el nivel medio de agua embalsada observada durante la época estival y el otoño del 2021 se ha visto reflejado en un menor índice de fijación sobre las náyades. Sin embargo, para esta población los resultados obtenidos son

superiores a los datos obtenidos para ambas zonas en las campañas anteriores del 2019 y 2020 (Tabla 4), lo que refleja un aumento en la capacidad de establecimiento de *D. polymorpha* en esta zona, sobre todo en la Zona R2,con un sustrato más propicio para la formación de agregados de mejillón cebra. Aunque en la zona más interna de la ensenada (Zona R2) el mejillón cebra no encuentra un sustrato favorable para su asentamiento y proliferación, seguramente, el aumento de la densidad del mejillón cebra en la Zona R2 repercute directamente en la Zona R1, al favorecer un mayor aporte de larvas que consiguen fijarse sobre las náyades en ese punto.

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 ≤ 5mm: 58,5%, 1.867 individuos; Talla 0,5-1 cm: 30,1%, 955 individuos)], [(Zona R2. Talla ≤ 5mm: 38,6%, 382 individuos; Talla 0,5-1 cm: 40,4%, 400 individuos)]. Destacar una mayor proporción de ejemplares de tamaño ≤ 5mm, en la Zona R1, procedentes de un pico de reproducción ocurrido a finales de la época estival, mientras que en la Zona R2 son mayoritarios los dreissenidos fijados procedentes de un pico de reproducción al inicio del verano. También se ha observado en ambas zonas la presencia de un porcentaje destacado de individuos reclutados a partir de los eventos reproductores de la época de primavera (Talla 1-1,5 cm), un 8,5% (271 ejemplares) en R1 y un 14,9% (147 ejemplares) en R2. Al igual que se viene observando en anteriores campañas de seguimiento, estos resultados evidencian la capacidad de reproducción y fijación que presenta *D. polymorpha* en esta zona en ambas épocas.



Imágenes que muestran el aspecto de la zona de muestreo R donde se aprecia el descenso significativo del nivel medio de agua embalsada (izquierda), y como se localizan más ejemplares de náyades muertos que vivos en los muestreos (derecha)

5.5.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 65-68). En los muestreos realizados en 2014 y 2016 no se tenía todavía en cuenta la diferenciación entre zonas R1 y R2, pero a partir del 2017 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 (R1, 3 ejemplares; R2, 20 ejemplares) evidenciaron que la colonia situada en la Zona R1 se puede dar prácticamente por desaparecida, mientras que, en la Zona R2, el tipo de sustrato parece limitar la colonización de mejillón cebra. Teniendo en cuenta el número total de náyades detectadas entre ambas zonas (R1 y R2), los resultados obtenidos en 2019 arrojaron una perdida del 62,3% de los efectivos de esta colonia. En el año 2020, en la Zona R1 solo se pudieron localizar e identificar 17 de las náyades marcadas en 2019 y no se detectó ningún ejemplar marcado en campañas anteriores, ni ejemplares sin marcar previamente. Estos resultados confirmaban la situación dramática en la que se encuentran los ejemplares que ocupaban esta zona, apuntando la práctica desaparición de la población. En la zona R2, se localizaron otros 18 ejemplares adultos, arrojaron una perdida del 70,5% de

los efectivos de esta colonia en 2020. En el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Durante el 2021, y a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, en la Zona R1 solo se pudieron localizar e identificar 14 de las náyades marcadas en 2019 y no se detectó ningún ejemplar marcado en campañas anteriores, ni ejemplares sin marcar previamente; mientras que en la Zona R2 la disminución en el nivel medio de agua embalsada respecto a otros años, ha permitido ampliar la superficie de muestreo hacia el interior de la ensenada y detectar 20 ejemplares adultos, arrojando una pérdida de efectivos para esta población del 67,2%, similar al detectado en los dos últimos años.

En la Zona R1 las náyades marcadas que se recapturan anualmente para el seguimiento y control de la fijación de dreissenidos son las únicas representantes de la población de náyades que antaño ocupaba esta zona y que hoy en día ha desaparecido como consecuencia de la afección causada por esta especie invasora y que se ve reflejado en los índices de fijación medidos en los últimos años. En la Zona aledaña R2, los resultados obtenidos durante esta campaña del 2021 reflejan una situación muy preocupante para esta población. Una pérdida de efectivos superior al 50% supone un dato alarmante, pero comparándolo con la situación que presentan las zonas analizadas en esta cola del embalse, hay que apuntar que, aunque esta población ha visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos años, quizás sea capaz de mantenerse en el tiempo pese a la presencia de *D. polymorpha.* Actualmente es la única de las ensenadas de la cola del Zadorra analizadas que mantiene la población de náyades, por lo que debe considerarse un punto importante en cuanto a la conservación y gestión de esta especie en el Sistema de embalses del Zadorra.

Figura 65 Número de náyades detectadas en la Zona R1 en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

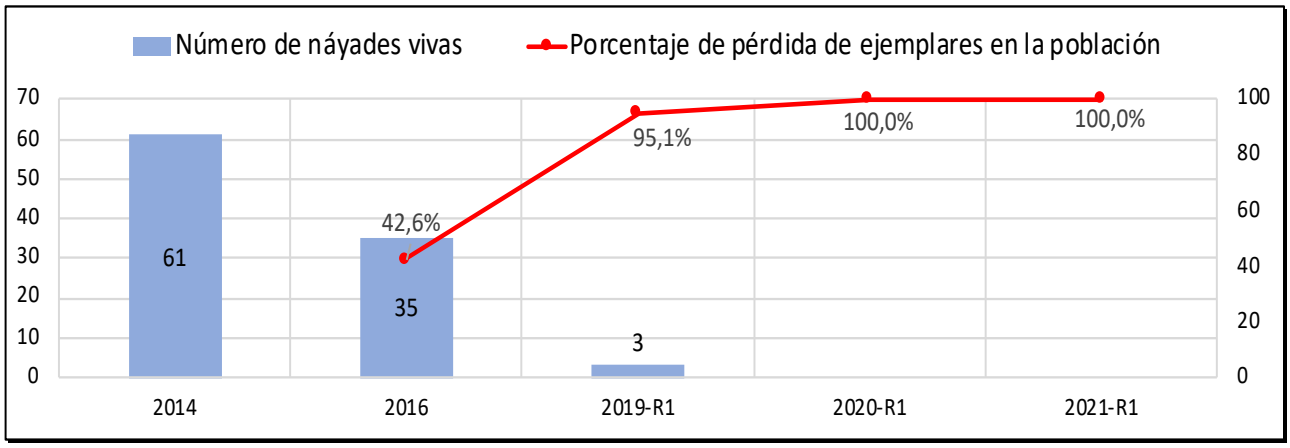


Figura 66 Número de náyades detectadas en la Zona R2 en los muestreos realizados durante los años 2014, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

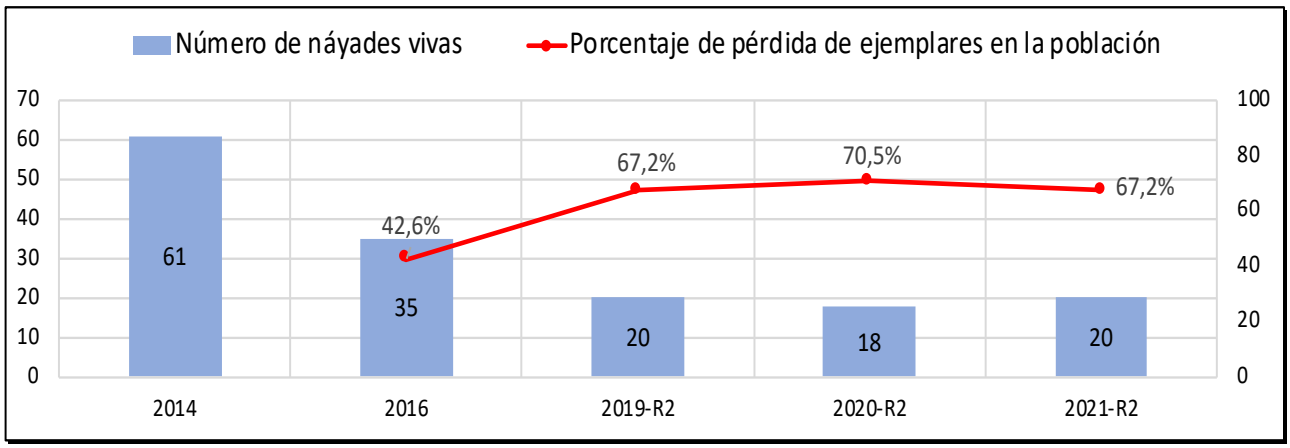


Figura 67 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona R1, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

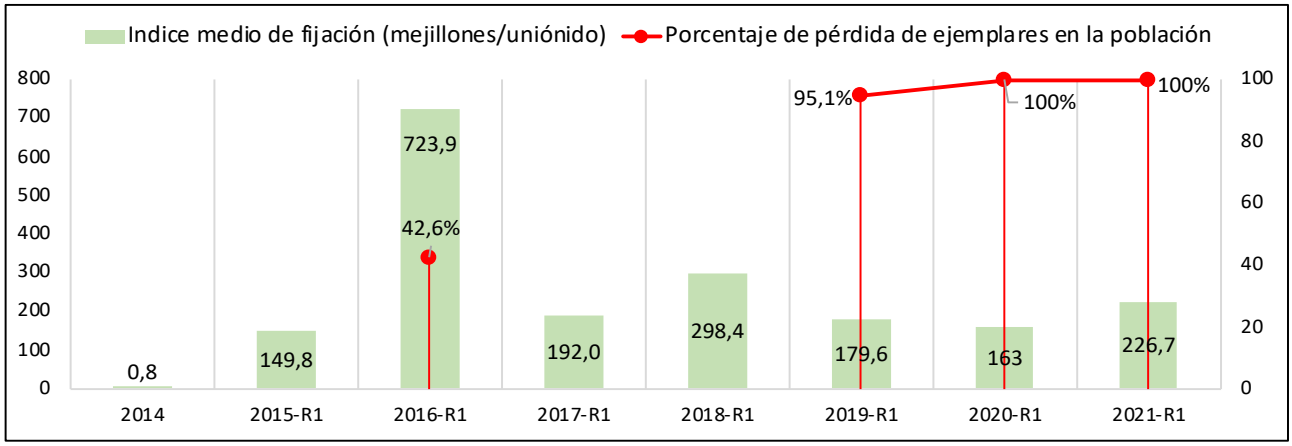


Figura 68 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2014-2021 en la Zona R2, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021

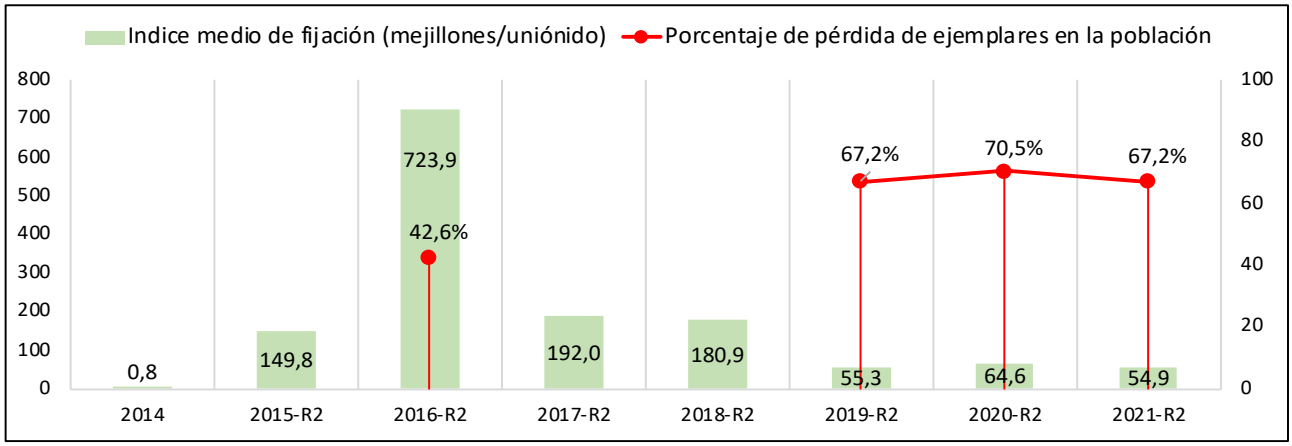
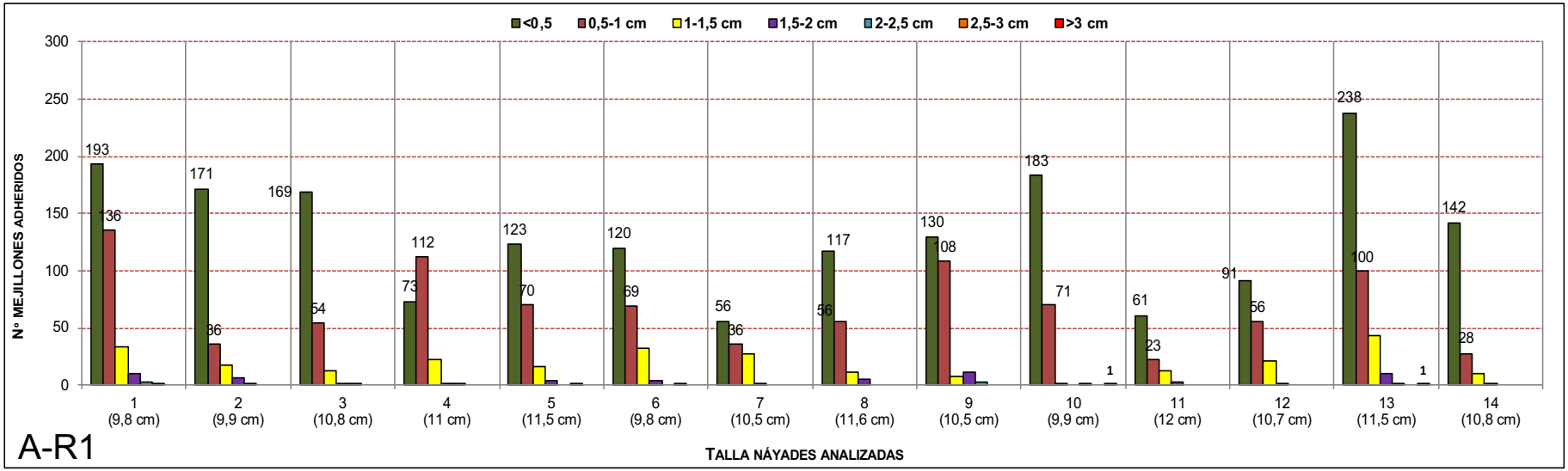


Figura 69 Número de ejemplares de *D. polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2021.



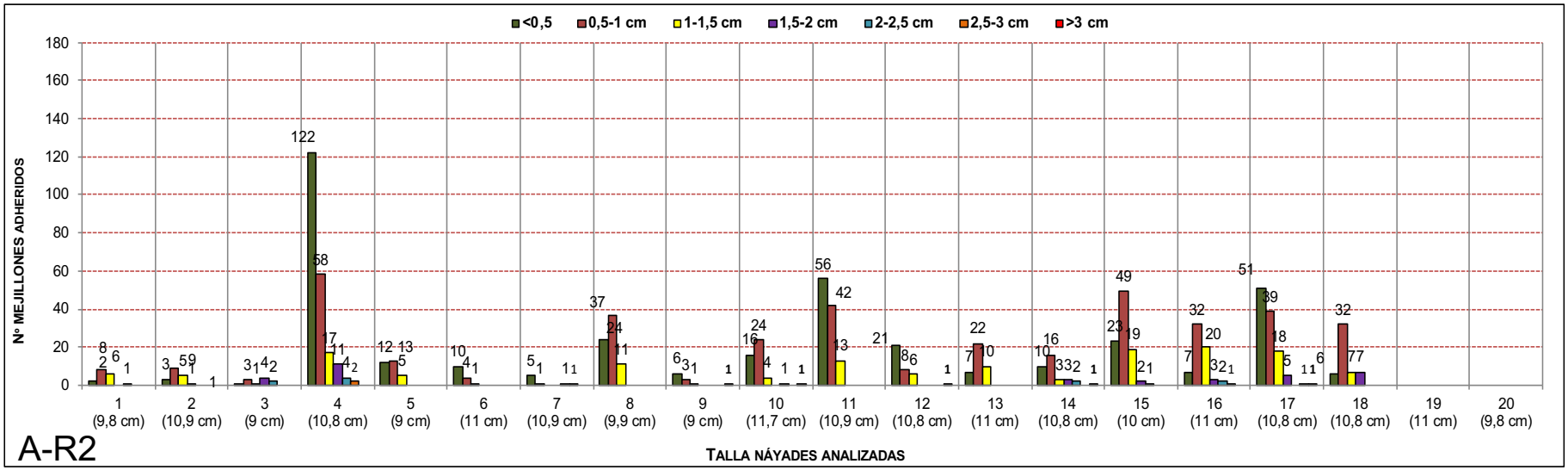
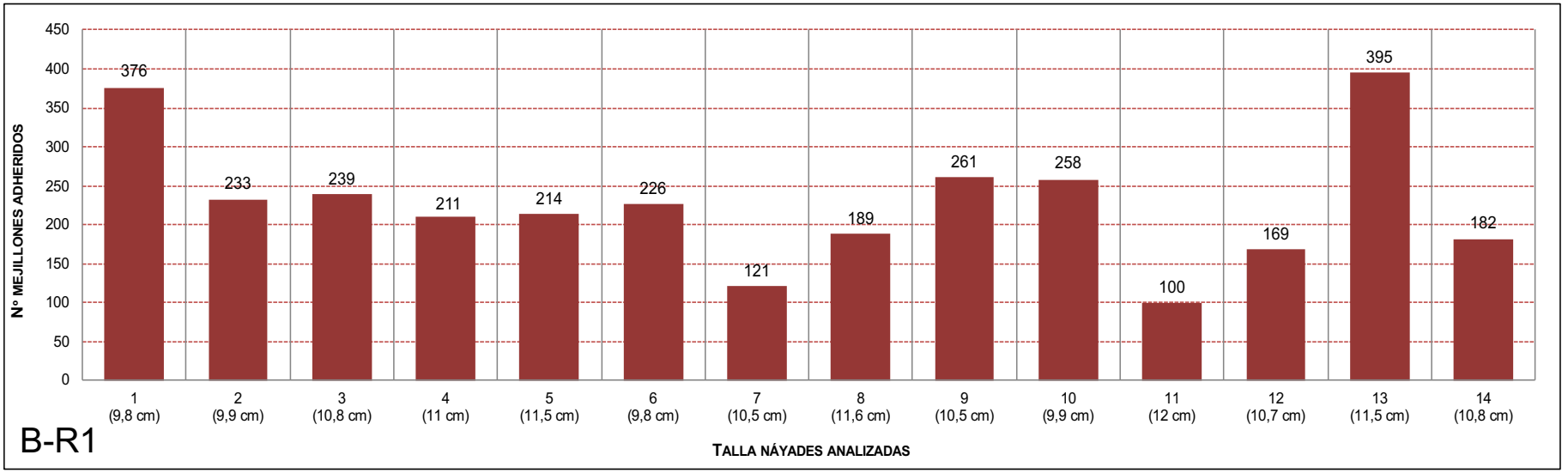


Figura 70 Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2021.



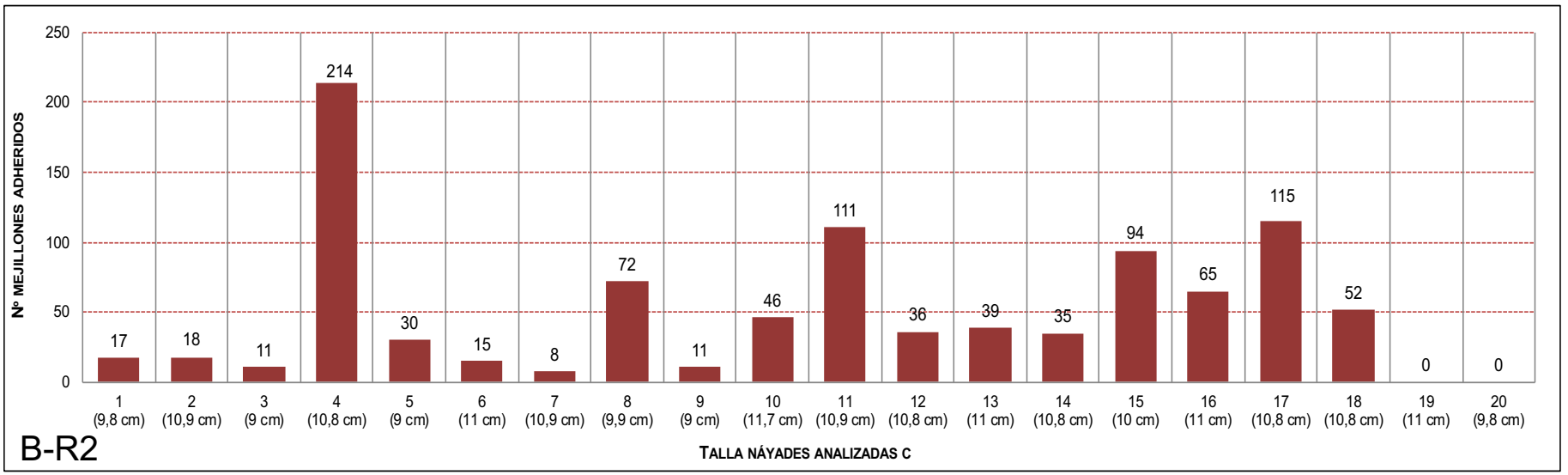


Figura 71 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2. Año 2021.

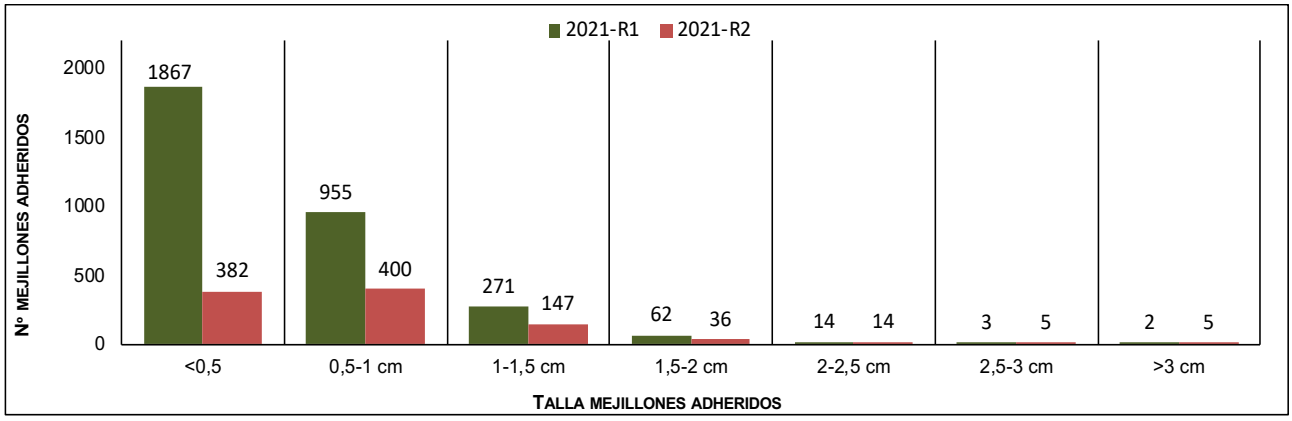


Figura 72 Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en las Zonas R1 y R2 a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

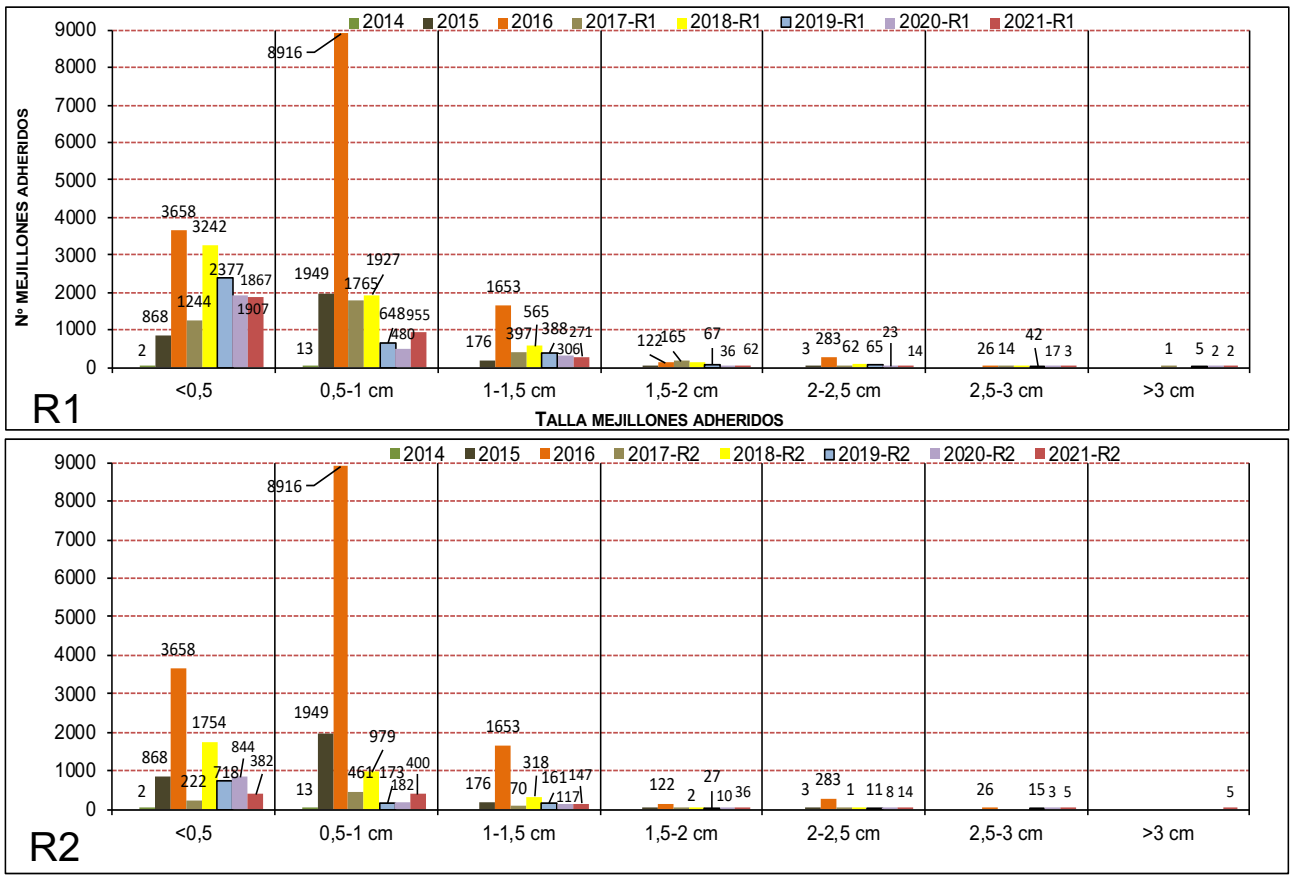
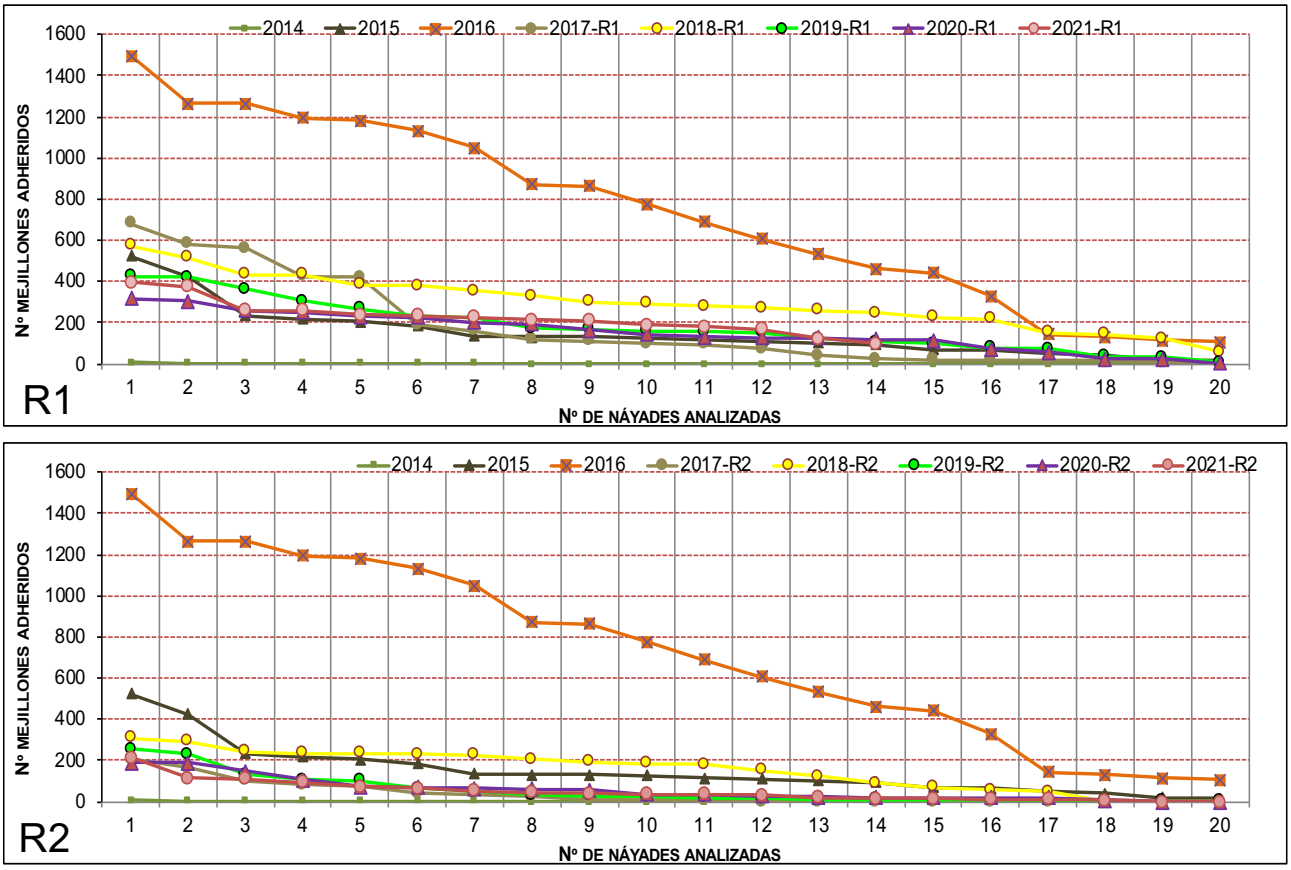


Figura 73 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en las Zonas R1 y R2 a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados y que presentaban mejillones adheridos. **R1: 3.174 (226,7 individuos/uniónido**); **R2: 989** (**54,9 individuos/uniónido**).

5.6 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). Posteriormente, en el 2019, volvió a descender, pero alcanzó un valor de 360,4 mejillones/uniónido, un índice que se vio incrementado hasta 428,2 mejillones/uniónido en el año 2020, cuatro veces superior a el ratio de 100 mejillones/uniónido. Destacar que, en 2021, y a pesar de que el embalse presentaba un nivel medio de agua inferior al de los últimos años, tan solo han podido recuperar 5 de los ejemplares marcados en 2020, menos del 50% de los individuos que consideramos necesarios para poder continuar con el seguimiento de esta zona. Estos datos señalan la grave situación que presenta esta colonia de náyades, una de las más numerosas de este embalse antes de la aparición del mejillón cebra. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los 5 ejemplares que se consiguieron recapturar durante el año 2021.

5.6.1 Grado de colonización de *Dreissena polymorpha*.

Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 76-79. Se han contabilizado un total de **1.861 mejillones cebra** adheridos sobre las 5 náyades marcadas y recapturadas, lo que se traduce en un índice de fijación medio de **372,2 mejillones/uniónido**. Este valor es ligeramente inferior al registrado en 2020 (Tabla 4), y similar a los valores detectados en 2019, siendo una de las poblaciones 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. Pero a pesar de las oscilaciones registradas en los índices de fijación a lo largo de los seis años de seguimiento, en todas las campañas de muestreo se ha superado significativamente el ratio de 100 mejillones/uniónido.

Al igual que en los tres últimos años, la mayoría de los ejemplares recolectados proceden de los eventos de reproducción ocurridos en la época de verano (Talla ≤ 5mm: 56%, 1.042 individuos y Talla 0,5-1 cm: 27,8%, 518 individuos). Aumenta, el reclutamiento de los ejemplares procedentes de los eventos de reproducción que se dan en la época de primavera (Talla 1-1,5 cm: 11,7%, 217individuos). Destacar, al igual que en otras zonas, la presencia de ejemplares con tamaño igual o superior a 2 cm. Este tamaño representa un pequeño porcentaje 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 2020 en esta zona y, que tras recapturar, limpiar y devolver al agua las almejas durante el inicio del otoño en 2020, se fijasen sobre las náyades, dando lugar a los ejemplares de mejillón cebra con ese tamaño y que se han recogido durante este año.

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. Como consecuencia de este potencial invasor se ha dado la desaparición de la población de náyades que ocupaba este biotopo y que era considerada muy importante desde el punto de conservación de las náyades en este embalse.



Imágenes que muestran la afección que sufre la colonia de náyades situadas en la zona V. A la izquierda restos de náyades recogidos a lo largo del muestreo. A la derecha una náyade parcialmente enterrada y completamente cubierta por mejillones cebra

5.6.2 Seguimiento de la población de náyades.

Al igual que en los años 2016, 2019 y 2020, durante esta campaña del 2021 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)]. Estos muestreos nos permiten detectar diferencias en la densidad de náyades medida desde el inicio de la colonización del mejillón cebra hasta ahora y correlacionarlo con los índices medios de fijación estimados a lo largo de este tiempo (Figuras 74 y 75).

Figura 74 Número de náyades detectadas en la Zona V en los muestreos realizados durante los años 2015, 2016, 2019, 2020 y 2021 y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población a lo largo de este tiempo

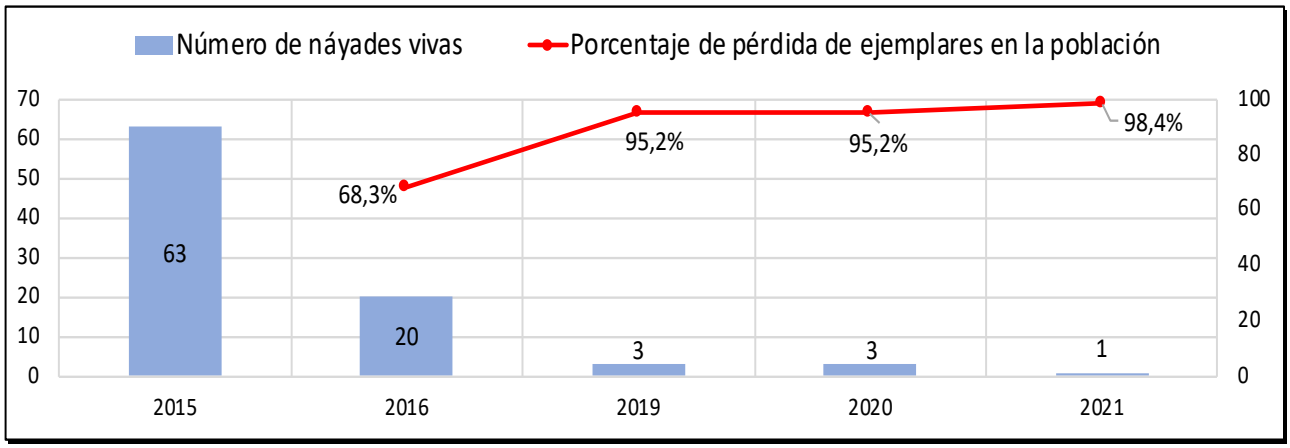
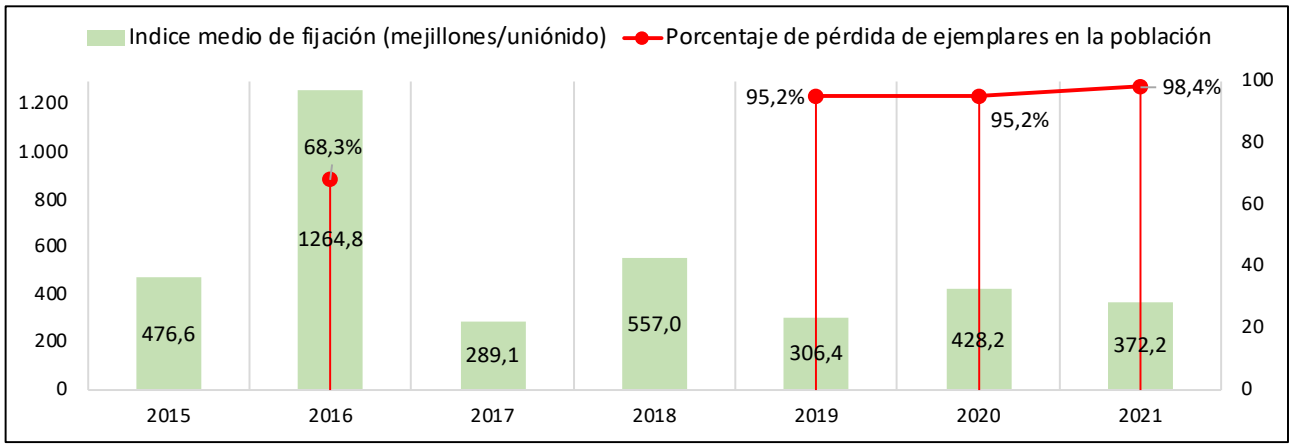


Figura 75 Índice medio de fijación (mejillones/uniónido) estimado en los muestreos realizados durante los años 2015-2021 en la Zona V, y porcentaje estimado de pérdida de individuos en esta población durante los muestreos realizados en 2016, 2019, 2020 y 2021



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, tan solo se pudieron detectar 3 náyades vivas, indicando una pérdida del 95,2% de los efectivos de esta población, el mismo porcentaje que se volvió a estimar en el año 2020. En el seguimiento de la densidad de náyades en cada población no se deben tener en cuenta los ejemplares marcados en la campaña previa para el control y estima anual de los índices de fijación. Al igual que en 2020, en 2021 se ha dedicado un tiempo de esfuerzo mayor que en las campañas anteriores a la búsqueda y recolección de las náyades en esta zona, pero, a pesar de que el agua embalsada durante los muestreos se ha mantenido en niveles inferiores a la media de años anteriores, solo se ha podido localizar 1 ejemplar vivo (un pérdida del 98,4%). Este resultado, sumado a que durante esta campaña tan solo se han podido recapturar 5 de las náyades marcadas en 2020 para el control y estima anual de los índices de fijación, confirma la desaparición de las náyades de esta zona.

Figura 76 Gráfico A: Número de ejemplares de *Dreissena polymorpha* adheridos por clase de tamaño a cada uno de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Gráfico B: Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada uno de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados. Año 2021.

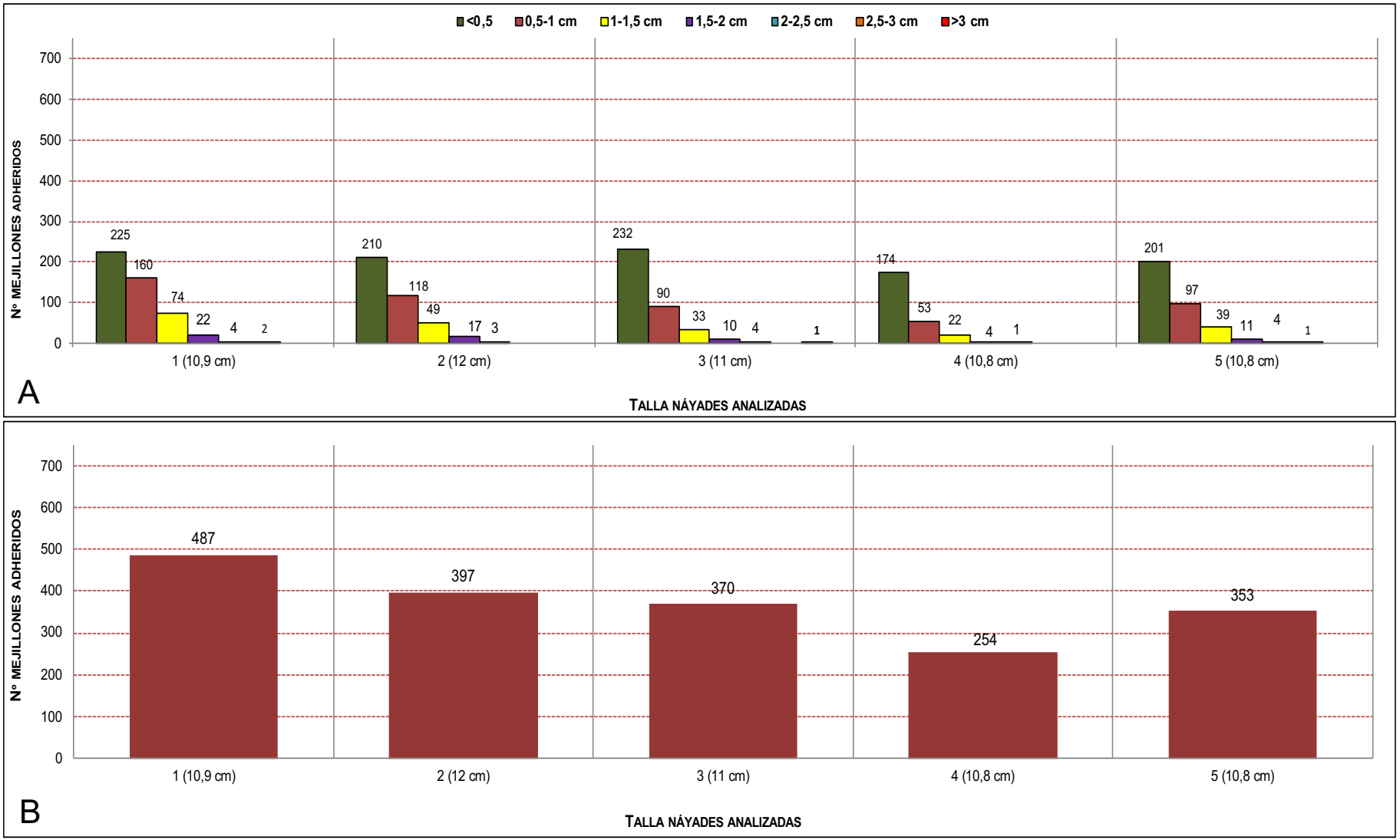


Figura 77 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre el total de los 5 ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V. Año 2021.

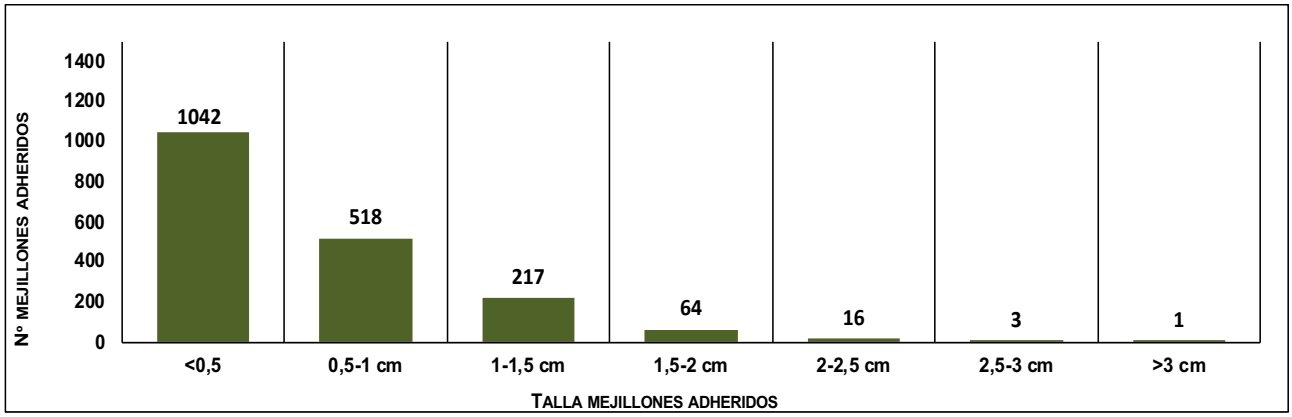


Figura 78 Gráfico. Número de mejillones cebra contabilizados para cada rango de tamaño sobre los ejemplares de *Anodonta anatina* recapturados en la Zona V a lo largo de los diferentes años de seguimiento.

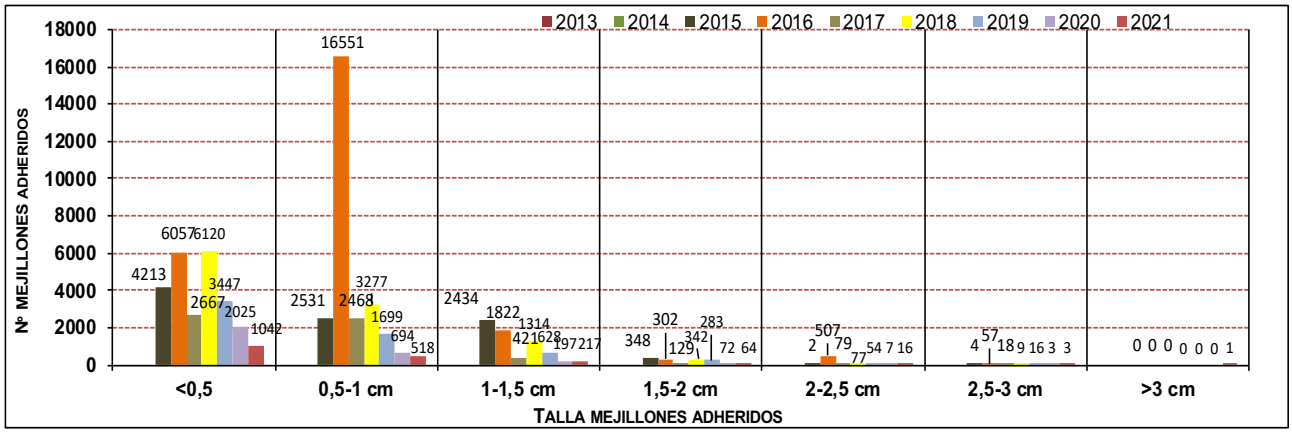
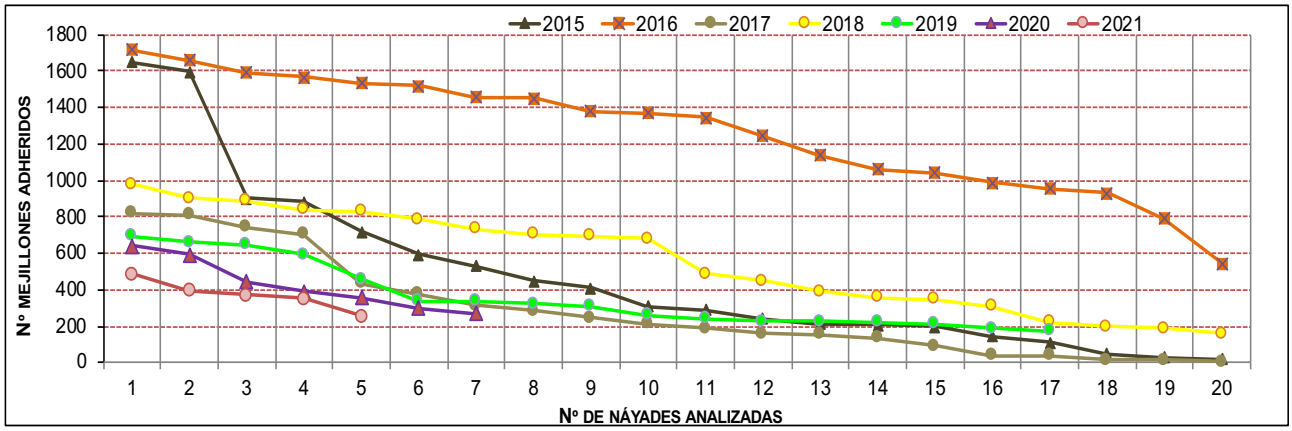


Figura 79 Gráfico. Número total de mejillones cebra contabilizados sobre cada una de las náyades analizadas en la Zona V a lo largo de los diferentes años de seguimiento.



-N.º total de ejemplares de *Dreissena polymorpha* contabilizados sobre los 5 ejemplares de *Anodonta anatina*: **1.861 individuos** (**372,2 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 Ullíbarri-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 Ullíbarri 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 Ullíbarri 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 Ullíbarri, 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 Ullíbarri 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 Ullíbarri, 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 Ullíbarri. 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 Ullíbarri. 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 Ullíbarri. 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 Ullíbarri 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 Ullíbarri 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 Ullíbarri 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 perdida 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 notalmente 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 Ullíbarri-Gamboa en el año 2009 observamos una cierta correlación con los resultados obtenidos.

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

ausencia de náyades, es la ausencia también de peces hospedadores en esas zonas, tal y como se ha comprobado comparando los mapas de distribución de la fauna íctica en estos embalses.

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

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

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

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

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

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

En el embalse de Urrúnaga la evolución de la colonización de *Dreissena polymorpha* a lo largo de los últimos años es algo diferente. 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 las colonias de náyades de este humedal y la desaparición de algunas de sus poblaciones. Los datos reflejan que la dispersión y colonización de *Dreissena polymorpha* en muchos puntos de este embalse no se ha estabilizado, sino que por el contrario la población de dreissenidos sigue aumentando a lo largo del tiempo. En otros puntos se ha observado una oscilación importante de los índices de fijación sobre las náyades a lo largo de los cuatro últimos años, lo que refleja 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 Ullíbarri 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 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 el 2016 resultaron similares o inferiores a los detectados previamente en el 2015, lo que parecía indicar una estabilización de la capacidad de colonización de este dreissenido en esos puntos: Zona F, I y Q. Sin embargo, en las seis zonas restantes, se registró un aumento paulatino, e incluso muy significativo en algunos puntos, del índice de fijación de *Dreissena polymorpha*, 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 las 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 cebra situados en las zonas del embalse que quedan expuestas a la desecación. Sin embargo, en el 2018 la disminución del agua embalsada durante la época estival y otoñal resultó mucho menor, favoreciendo la supervivencia de los mejillones situados en zona más someras que no quedaron expuestos a la desecación. Este hecho podría ser la causa del incremento de la densidad de mejillones cebra 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 pusieron en alerta la situación de las 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.

En la campaña del 2019 se volvió 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 volvieron a resultar alarmantes. El índice de fijación más alto detectado en 2019 en este embalse, correspondió de nuevo a la Zona V con un índice de 360,4 mejillones/uniónido. Este hecho 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. Las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, son las que experimentaron un descenso más significativo en sus índices medios de fijación durante 2019, siendo 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 ocurrió en la Zona G, una de las poblaciones localizada fuera de la cola de Garaio-Mendixur. En esta población también se observó 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. Su seguimiento en el tiempo resulta esencial para conocer si *Dreissena polymorpha* llegará a alcanzar en los próximos años las densidades registradas en otras zonas de este 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. El descenso generalizado de los índices de fijación detectados durante el 2019, podría atribuirse a que el número de larvas de *Dreissena polymorpha* que lograron alcanzar estas zonas durante el año pasado fue 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 *D. 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.

En el año 2020, los resultados obtenidos en la mayoría de las zonas mostraron un aumento en el grado de colonización respecto a la campaña anterior del 2019, aunque con valores del índice de fijación medio más modestos que los obtenidos en 2018. 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, R1 y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. Dentro de esta área, la zona V resultó ser la más afectada. En esta zona tan solo se pudieron recuperar 7 de las 20 náyades marcadas necesarias para establecer su seguimiento anual, sobre las que se alcanzó un índice medio de fijación de 428,2 mejillones/uniónido. Estos resultados corroboraron, de nuevo, la alta capacidad de asentamiento y expansión que ha experimentado *Dreissena polymorpha* en esta zona y el efecto que está causando sobre la población de náyades que la ocupan. El resto de zonas analizadas en esta cola del embalse también mostraron un patrón similar. En la Zona Q tan solo se pudieron recuperar 14 de las 20 náyades marcadas necesarias para establecer el control y seguimiento anual de la población, mostrando un índice de fijación ligeramente menor pero muy similar al observado en 2019 (227,5 mejillones/uniónidos). Este hecho podría indicar una estabilización de la colonización del mejillón cebra sobre esta colonia, en unos valores que están provocando la desaparición de esta colonia de náyades. En la Zona R, tanto en la zona R1 como en la R2 se mantuvieron unos índices de fijación muy similares a los obtenidos en 2019 en ambas zonas. Sin embargo, al igual que años anteriores se constató una diferencia significativa en el grado de fijación entre ambas zonas (R1: 154,5; R2: 64,6 mejillones/uniónido), lo que avala la hipótesis de que el tipo de sustrato afecta al grado de colonización que sufren 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, en la que en 2020 tan solo se pudieron localizar 2 náyades vivas, por lo que se pudo afirmar 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.

En las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, tras los bajos índices de fijación detectados en 2019, los resultados obtenidos en 2020 volvieron a reflejar un aumento de la afección del mejillón cebra sobre ambas poblaciones, superando de nuevo, en el caso de la zona F, el ratio de 100 mejillones/uniónido. Lo mismo ocurrió en la Zona G, una de las poblaciones localizada fuera de la cola de Garaio-Mendixur y menos afectadas por la presencia del mejillón cebra, donde nunca se ha llegado a superar el ratio de 100 mejillones/uniónido, y donde en 2020 el índice medio de fijación se incrementó hasta los 77,4 mejillones/uniónido. Su seguimiento en el tiempo resulta esencial.

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. En 2021 cabe destacar el descenso provocado en el nivel medio de agua embalsada durante la época de verano y otoño, significativamente menor que en años previos. Esta disminución del nivel de agua embalsada puede favorecer una menor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras, donde se sitúan las náyades, por lo que cabría esperar un descenso en los índices de fijación medidos durante este año. De acuerdo con los datos obtenidos en la campaña del 2021 este descenso en la cota de agua parece haber afectado de forma diferente a las colonias de náyades situadas en las distintas zonas de este embalse. Las poblaciones situadas en las zonas cercanas a la cola de Garaio-Mendixur han experimentado de forma general un descenso en el índice medio de fijación, mientras que las colonias situadas en la cola del Zadorra han visto incrementado este índice o se sitúa en valores muy similares al de años previos.

Las colonias más afectadas durante esta campaña, aquellas que presentaron valores más altos para los índices de fijación, vuelven a ser aquellas situadas en la cola del río Zadorra (Zonas Q, R1 y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. Dentro de esta área, la zona V vuelve a ser la más afectada. En esta zona tan solo se han podido recuperar 5 de las 20 náyades marcadas inicialmente y necesarias para establecer su seguimiento anual, y sobre las que se ha alcanzado un índice medio de fijación de 372,2 mejillones/uniónido. Estos resultados demuestran el asentamiento y expansión de *Dreissena polymorpha* en esta zona en un corto plazo de tiempo y el efecto que está causando sobre la población de náyades que la ocupan. 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 hasta los 314,4 mejillones/uniónido, valor muy similar al observado en 2019 y 2020. En 2021 tan solo se han podido recuperar 11 de las 20 náyades marcadas necesarias para establecer el control y seguimiento anual de la población, mostrando un índice de fijación superior al observado en 2019 y 2020. Este hecho corrobora la estabilización de la colonización del mejillón cebra sobre esta colonia, en unos valores que están provocando la desaparición de esta colonia de náyades. 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 los años 2018-2021, 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). Al igual que años anteriores se constata una diferencia significativa en el grado de fijación entre ambas zonas (R1: 226,7; R2: 54,9 mejillones/uniónido), lo que avala la hipótesis de que el tipo de sustrato afecta al grado de colonización que sufren las náyades. En 2021, en la zona R2, se mantiene un índice de fijación muy similar a los obtenidos en 2019 y 2020, mientras que en la zona R1 este índice se ha visto incrementado, constando un empeoramiento de esta población, que seguramente también afectará a la zona aledaña R2 mediante un mayor aporte de larvas hacia esta zona.

En las Zonas F e I, localizadas en la cola de Garaio-Mendixur, se podría considerar que 2017 fue el año en el que se constató la explosión demográfica y el asentamiento de *D. 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, son las dos poblaciones que experimentaron un descenso más significativo en sus índices medios de fijación durante la campaña del 2019, situándose en unos valores similares a los del inicio de la colonización del mejillón cebra en estas zonas (14,3 y 5,6 mejillones/uniónido, respectivamente) y que hizo pensar en una posible mejora de la situación de estas poblaciones. Sin embargo, en 2020 los resultados

obtenidos volvieron a reflejar un aumento de la afección del mejillón cebra sobre ambas poblaciones, superando de nuevo, en el caso de la zona F, el ratio de 100 mejillones/uniónido. En la campaña del 2021 y seguramente debido al descenso tan acusado en el nivel medio de agua embalsada, este índice de fijación ha vuelto a descender a niveles por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido en la zona F (43,2 mejillones/uniónido), mientras que en la zona I no ha experimentado un incremento y se mantiene en valores similares al de 2020, también por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido (69,53 mejillones/uniónido).

Lo mismo ha ocurrido en la Zona G, una de las poblaciones localizada fuera, pero cerca, de la cola de Garaio-Mendixur y menos afectadas por la presencia del mejillón cebra, donde nunca se ha superado el ratio de 100 mejillones/uniónido. En esta población en 2019 también se observó un descenso muy significativo en la dispersión y fijación de *D. polymorpha* arrojando un valor de fijación de 10,5 mejillones/uniónido que, sin embargo, en 2020 se volvió a ver incrementado hasta los 77,4 mejillones/uniónido. En 2021 se ha observado un ligero incremento de este índice hasta los 81,7 mejillones/uniónido que, aunque sigue estando por debajo del ratio de 100 mejillones/uniónido, es necesario vigilar. 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 mantendrán en estos valores, indicando una estabilización de la colonización.

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 2014-2020 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 2021 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. Durante la campaña del 2021 se ha continuado con el seguimiento de los ejemplares marcados y recapturados previamente a lo largo de los años 2013-2020 en diferentes zonas del embalse (A, B1, B2, C, E, 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*, constatando la desaparición de algunas de ellas.

Durante esta campaña de muestreos cabe destacar el descenso provocado en el nivel medio de agua embalsada durante la época de verano y otoño, significativamente menor que en años previos. Esta disminución del nivel de agua embalsada puede provocar una menor supervivencia y capacidad de reproducción de los mejillones situados en las zonas más someras, donde se sitúan las náyades, por lo que cabría esperar un descenso en los índices de fijación medidos durante este año. Este hecho ocurrió y se apuntó en la campaña del 2019, cuando se observó un descenso importante en el índice medio de fijación de mejillones cebra sobre las náyades en las poblaciones analizadas como consecuencia del descenso del volumen medio de agua embalsada durante el periodo de primavera, verano e inicio de otoño. 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 vio reflejado en una menor tasa de reclutamiento anual y, como consecuencia, en un menor índice de fijación sobre las náyades durante el 2019. En 2021 también se ha producido un descenso generalizado en los índices de fijación de estas colonias de náyades, pero no tan

significativos como los detectados en el 2019, siendo en la mayoría de las poblaciones de náyades bajo control significativamente altos y comprometiendo su supervivencia y/o provocando su desaparición. En la mayoría de las poblaciones analizadas en este embalse la capacidad de establecimiento y expansión que ha experimentado el mejillón cebra a lo largo de estos años, hace irreversible la situación de declive que sufren las náyades. Las 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 2016-2020, se volvió a registrar un aumento del índice de colonización, alcanzando en 2020 un índice 430,5 mejillones/uniónido, un aumento muy significativo, 4 veces superior el ratio de 100 mejillones/uniónido considerado como letal para las náyades. En 2021 este índice ha disminuido hasta un valor de 241,9 mejillones/uniónido, valor que continúa siendo letal para las náyades que ocupan esta zona.

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 constató la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se pudieron detectar dos náyades vivas 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. En 2020 este índice aumentó hasta los 597,8 mejillones/uniónido y, aunque en 2021 este valor ha disminuido hasta los 385,7 mejillones/uniónido, supera significativamente el ratio de 100 mejillones/cebra, por lo que la afección que viene sufriendo esta población la avoca a su inminente desaparición. Esta afirmación lo corrobora el hecho de que tan solo ha sido posible recuperar 3 de las 20 náyades marcadas inicialmente y necesarias para establecer el control anual de las poblaciones.

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 2018. En 2019 y 2021 se ha producido un ligero descenso en este valor (309,3 mejillones/uniónido y 362,2 mejillones/uniónido, respectivamente), disminución que no resultó 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. Aunque en 2019 descendió (172,3 mejillones/uniónido), en 2020 y 2021 ha cuadriplicado el ratio de 100 mejillones/uniónido y no ha sido posible recuperar la totalidad de las náyades marcadas para su seguimiento y control, indicando la desaparición inminente de esta población.

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 superó por primera vez el ratio de 100 mejillones/uniónido, alcanzando un valor de 231,5 mejillones/uniónido, que volvió a disminuir en 2019 por debajo del umbral de los 100 mejillones/uniónido. Aunque, tanto en 2020 como en 2021, ha vuelto ha superar este ratio (146,4 y 134,3 mejillones/uniónido, respectivamente), actualmente se trata de una de las poblaciones menos afectadas en este embalse. Sin embargo, se desconoce como responderá esta población si estos valores de fijación se mantienen a lo largo del tiempo, por lo que consideramos importante mantener su seguimiento y control.

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 disminuyó significativamente hasta los 291,2 mejillones/uniónido, pero en 2020 se volvió a incrementar hasta los 451,4 mejillones/uniónido, para descender de nuevo en 2021 hasta los 140,05 mejillones/uniónido. En esta zona, estas oscilaciones se pueden atribuir, en gran medida, a la localización de los ejemplares recapturados. Los ejemplares situados en las zonas externas de la ensenada, prácticamente desaparecidos, presentaban una mayor densidad de agregados de mejillón cebra que los situados en la zona interior, con predominio de sustrato de limo y fango. Sin embargo, en todos los casos, se trata de unos valores de fijación que reflejan la situación alarmante que presenta esta población, donde paulatinamente el mejillón cebra va aumentando su capacidad de colonización sobre la población localizada en esta ensenada.

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 2014-2021 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, confirman la elevada afección que presentan gran parte de las poblaciones situadas en el brazo principal del embalse de Urrúnaga y aquellas poblaciones localizadas en la zona de la cola del Zadorra en el área meridional de Ullíbarri-Gamboa, donde el mejillón cebra 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 A, B, C, E y Q del embalse de Urrúnaga y las Zonas Q, R1, y V del embalse de Ullíbarri-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. (Lyakhnovich 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 Q, R y V del embalse de Ullíbarri).

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 Mequinenza basándose en los registros de densidad de población y en datos histológicos tomados durante los años 2002 y 2003 (Araujo y col., 2010). Dado que el embalse de Mequinenza, Ullíbarri 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 2021 para el tamaño de los mejillones cebra recolectados en los embalses de Urrúnaga y Ullíbarri, respectivamente.

En el embalse de Urrúnaga, se han observado ciertas diferencias entre los resultados obtenidos a lo largo de los diferentes años de seguimiento. En el año 2014, los individuos con tamaño ≤5mm. 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 continúo 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 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 ≤5mm, 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 ≤5mm en las zonas H y Q. En 2018 se volvió a producir un predominio de los mejillones fijados con tamaño ≤5mm 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 2019 y 2020 se produjo un patrón muy similar al observado en 2018. La talla predominante en todas las poblaciones, excepto en la Zona P, correspondió a los juveniles con tamaño ≤5mm, representando a más del 50% de los mejillones fijados en estas poblaciones. En esta última campaña del 2021 la talla ≤5mm ha continuado siendo la talla predominante en todas las poblaciones, excepto las situadas en la zonas A y P, donde fueron mayoritarios los dreissenidos con tamaños comprendidos en el rango de tamaños 0,5-1 cm.

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 ≤5mm 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. 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. En 2019, se observó una tendencia similar a la del 2018, donde a excepción de las poblaciones de las zonas E y Q, todas las colonias de náyades analizadas vieron incrementado el porcentaje de mejillones adheridos correspondientes a esta talla. Durante el 2020 y 2021 se ha observado un descenso generalizado del porcentaje de mejillones adheridos con tamaño ≤5mm, en favor de los ejemplares con tamaño comprendido entre 1-1,5 cm. 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 ≥ 5 mm era la menos representada en todas las poblaciones, con excepción de la Zona G donde alcanzaba un porcentaje del 93%. Atendiendo a este resultado, se apuntó una posible diferencia en el periodo de maduración y reproducción de los ejemplares de *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 ≤ 5mm, 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 ≤ 5mm, 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 ≤ 5mm, siendo la zona F la que presentó una mayor predominancia (63,2%). En 2019 se volvió a repetir la misma dinámica que en los dos años previos, con un predominio de mejillones fijados con talla ≤ 5mm, siendo la única excepción la Zona F donde la talla predominante fue la comprendida entre 0,5-1 cm (54,7%) que, al igual que en el embalse de Urrúnaga, esta talla resultó la segunda más representada en todas las poblaciones. En 2020 el porcentaje de mejillones adheridos con talla ≤ 5mm experimentó un aumento significativo, siendo el tamaño predominante en todas las poblaciones y llegando a representar el 83,6% de los ejemplares recolectados en la población I. Sin embargo, en esta última campaña del 2021 se ha vuelto a producir un predominio de los tamaños comprendidos entre 0,5-1 cm en todas las zonas analizadas en el área de la cola de Mendixur (zonas F, G e I), mientras que en las zonas de la cola del Zadorra (Q, R1 y V), la talla ≤ 5mm ha continuado siendo la mayoritaria entre los dreissenidos fijados.

Atendiendo a los resultados obtenidos en los últimos cuatro años, podemos concluir que al igual que en el embalse de Urrúnaga, en el de Ullíbarri se da un pico de reproducción muy significativo en la época de verano y continuo a lo largo de toda esta estación. Los porcentajes obtenidos en Ullíbarri para el rango de tamaño 1-

1,5 cm, 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 Ullíbarri-Gamboa que en el de Urrúnaga y/o quizás su tasa de supervivencia es mayor.

El rango de tamaños 1,5-2 cm. aparece poco representado en ambos embalses, tanto en el 2021 como en años anteriores. 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 y con capacidad para desprenderse del sustrato y fijarse sobre las náyades.

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 Ullíbarri, 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 Ullíbarri, 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 desinfestadas 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 por URA que confirman la reproducción continúa 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 2016-2021 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 media 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 se han interpretado 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,

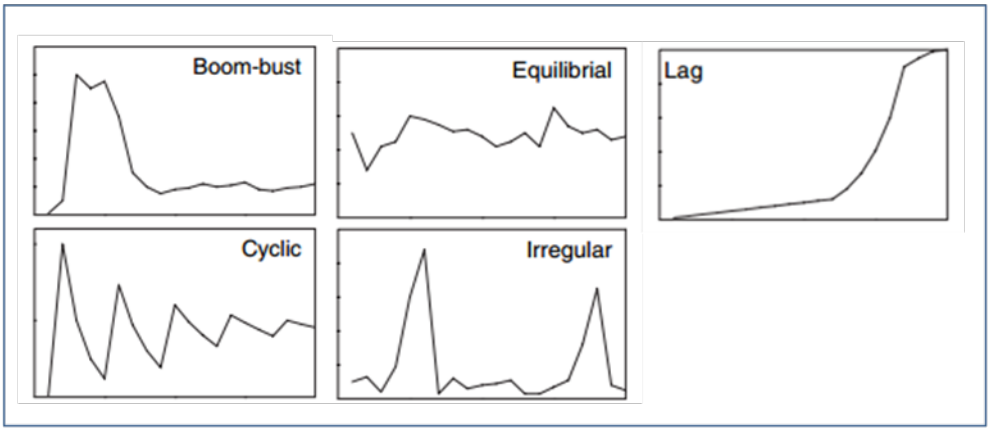
1993; Sprung, 1992, 1995a; Burlakova, 1998), y la corriente de agua (Bij de VAATE, 1991; Burlakova, 1998). Respecto a las diferencias detectadas según el tipo de embalse, se ha encontrado una correlación positiva entre la tasa de crecimiento y el estatus trófico del embalse. Se han detectado tasas más 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 80 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 Ullíbarri parecía ajustarse más al último de los ciclos descritos (Lag), donde parece que las poblaciones han experimento 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. 81 y 82). A pesar de ser dos embalses pertenecientes a una misma cuenca, la tendencia parece ser diferente entre ambos. En el embalse de Ullíbarri (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 2020 predominarían los ejemplares con tamaños ≤5mm 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 siete-ocho años de seguimiento por lo que resulta pronto para poder establecer tendencias y conclusiones definitivas.

Figura 81 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Ullíbarri, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento

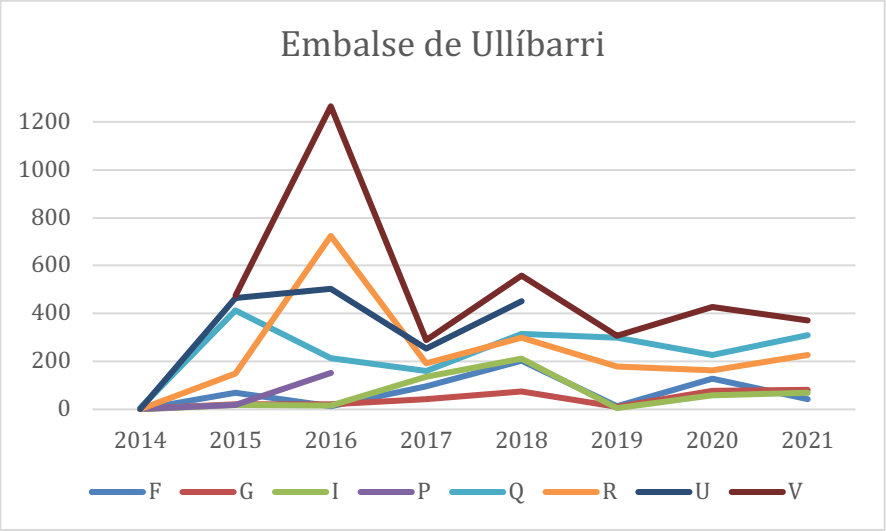
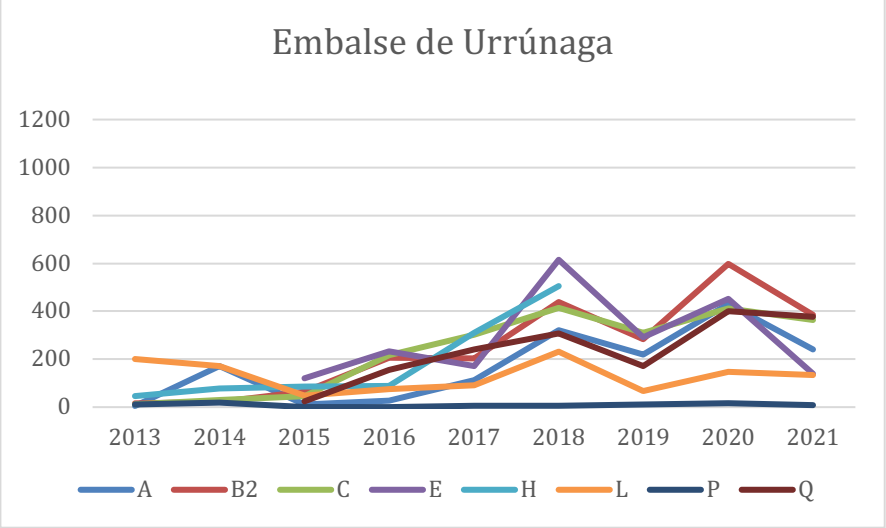


Figura 82 Tendencia que parece experimentar en el tiempo la población de mejillón cebra del embalse de Urrúnaga, en base a los índices medios de fijación en cada una de las zonas de seguimiento



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 Ullíbarri 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 los años 2016, 2019 y 2020, en esta campaña del 2021 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 resultan muy significativos e indicativos del grado de amenaza que supone la presencia de esta especie invasora para las colonias de náyades de estos embalses:

Atendiendo a los datos obtenidos durante 2016, en el embalse de Ullíbarri-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*. Los resultados obtenidos en 2019 mostraron una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina* en ambos embalses. En Ullíbarri-Gamboa, se estimó un descenso poblacional del 58,1% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga las perdidas se cifraron en un 87,6% de efectivos en las poblaciones bajo control. En 2020, lejos de estabilizarse, la tasa de disminución de los ejemplares de náyades en cada una de las poblaciones en seguimiento siguió aumentando, estimando un descenso poblacional del 67,6% en Ullíbarri-Gamboa y del 91,4% en el embalse de Urrúnaga. En 2021 se ha detectado un incremento de las poblaciones que se dan por desaparecidas, así como una correlación entre las poblaciones con mayor índice de fijación a lo largo de los años de seguimiento y la tasa de perdida estimada durante ese tiempo. A partir de los muestreos realizados en 2021, en Ullíbarri-Gamboa, se estima un descenso poblacional del 71,04% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga las perdidas de efectivos en las poblaciones bajo control se cifran en un 92,9%. Los porcentajes de pérdida de ejemplares varían entre las diferentes zonas analizadas en cada embalse.

En el embalse de Ullíbarri-Gamboa las colonias más afectadas son aquellas situadas en la cola del Zadorra (Zonas Q, R1 y V), una de las áreas de mayor interés ecológico de este embalse. En la Zona V se ha estimado un descenso poblacional del 98,4%. Exceptuando los ejemplares que se utilizan en el control y seguimiento de la fijación del mejillón cebra, tan solo se ha podido detectar 1 ejemplares vivo. 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 R1, muy cercanas a la anterior, donde se ha estimado un porcentaje de pérdida del 98,6% y 100%,

respectivamente. Sorprende el valor obtenido en la Zona Q, ya que en 2016 los resultados reflejaban un descenso poblacional de tan solo un 29,7%, mucho menor que el resto de poblaciones en esta cola del embalse. Sin embargo, cinco años después se puede dar por desaparecida. 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, 2019, 2020 y 2021, lo que seguramente ha causado la afección que ha llevado a la perdida de esta población. En la Zona R, dónde se llegó a alcanzar el máximo valor de fijación de dreissenidos 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 (zona R2) es la zona que mantiene los efectivos de esta población donde se estima un 67,2% de pérdida poblacional frente al 100% obtenido en la zona R1.

Las zonas menos afectadas en 2021 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 perdida 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 vio incrementado hasta un 49,6%, y que ha seguido aumentando en 2020 y 2021 hasta un 62,5%. En la Zona I se ha pasado de un porcentaje de pérdida de efectivos del 6,2% en 2016 a una estima del 48% en 2021. 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 2020 (127,8 mejillones/uniónido); 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, pero los resultados obtenidos muestran que, aunque de forma más gradual en el tiempo, estas poblaciones también se están viendo afectadas por la presencia de *D. polymorpha*. 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 2021 continúa siendo la población menos afectada de este embalse, con una estima de perdida poblacional del 44,2%. 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, de momento, 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 Urrúnaga, 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 2021 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 constató la pérdida de efectivos de esta colonia, ya que tan solo se pudieron detectar dos náyades a lo largo de todo el recorrido. Desde que comenzó la colonización de *D. polymorpha* en esta zona y en siete años se produjo 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 2021 esta cifra se ha incrementado hasta un 97,8%, considerándola actualmente una población irrecuperable. 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 que ocupan esta área del embalse. Sin embargo, los datos obtenidos en 2021 contradicen esta hipótesis y apuntan a una pérdida total de las náyades de esta zona. Además, tanto en 2020 como en 2021 tan solo se ha podido recuperar una pequeña muestra de los 20 ejemplares marcados necesarios para hacer el control y seguimiento anual de los índices de fijación de dreissenidos. No hay que olvidar que, de acuerdo con los datos extraídos de los muestreos efectuados en estos trabajos, la desaparición de esta población supone 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 y 2020 no se pudo localizar 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 la población. En 2019 este porcentaje se vio incrementado significativamente, alcanzando un 92% de pérdida de efectivos, el cual ha aumentado hasta un 97,9% en 2021, por lo que se puede dar por desaparecida. 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), similar al obtenido en 2020 (411,5 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 aumentó significativamente, alcanzando una pérdida del 75,6% de los efectivos de esta población. Lejos de estabilizarse, en 2021 este porcentaje se ha visto incrementado de nuevo hasta un 87,8%. Hay que señalar que, en esta zona, durante los últimos 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, que en 2020 arrojó un índice de fijación de 451,4 mejillones/uniónido. La zona más afectada en esta ensenada corresponde a la parte más externa, donde han desaparecido las náyades. En esta parte de la ensenada, con mayor presencia de gravas, *D. polymorpha* ha conseguido asentarse, tapizando gran parte del sustrato y afectando a las náyades que se localizaban en ella.

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 apuntaron un aumento de la pérdida de efectivos de la población hasta un 53,4%, el cual se ha visto incrementado en 2021 hasta un 85,2%. Aunque hasta el 2017 esta zona era una de las que presentaba un menor índice de fijación, a partir de ese año se empezó a superar el ratio de fijación de 100 mejillones/uniónido, llegando a alcanzar los 430,5 mejillones/uniónido en el 2020. La afección sufrida por esta población en los últimos cinco años podría explicar la disminución significativa en el número de ejemplares de esta colonia.

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%, porcentaje similar al obtenido en los muestreos del 2021 (56,1%). 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 la Zona 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 en este embalse, se trata de un porcentaje de pérdida que no compromete, de momento la viabilidad de esta población. Se puede considerar que, aunque esta población ha visto diezmada significativamente su tamaño poblacional 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 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 2021 de 8 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 las poblaciones de náyades en ambos embalses 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 2020 en cada uno de estos humedales muestran una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina*. En Ullíbarri-Gamboa, se ha producido un descenso poblacional del 71,04% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga se cifra en un 92,9% 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% e incluso se han certificado extinciones locales en zonas con densidades de náyades muy altas (Zona B, Zona C, Zona H y Zona Q en Urrúnaga; Zona P, Zona Q, Zona R1 Zona U y Zona V en Ullíbarri-Gamboa).

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: Zona L y Zona P, en el embalse de Urrúnaga; Zona F, Zona I, Zona G y Zona R2, en el embalse de Ullíbarri-Gamboa. 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, Riccardi 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 Ullíbarri, 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.



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

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).

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 Ullíbarri (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 100 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 simpatría 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 Ambleminae, 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 uniónidos (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 uniónidos en un tiempo estimado entre 3 y 10 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 Sistemas de Embalses del Río Zadorra, cuyas especies han sido incluidas recientemente en el Catalogo 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 2021, 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 algunas 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 ha dado 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 2021 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 un descenso en el grado de colonización respecto al año 2020, seguramente debido a la disminución en el nivel medio de agua embalsada durante la época de verano y otoño, en comparación con años anteriores.

- 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 esta segunda fase de expansión predominan los ejemplares con tamaños ≤5mm y los de talla comprendida entre 0,5-1 cm, correspondientes a los eventos de reproducción que se producen durante la época estival e inicio de otoño.

- 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 2021 muestran una situación alarmante para la especie *Anodonta anatina* en ambos embalses. En Ullíbarri-Gamboa, se ha producido un descenso poblacional global del 71,04% en las poblaciones analizadas, mientras que en el humedal de Urrúnaga se cifra en un 92,9% 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 Ullíbarri-Gamboa se encuentran localizadas en las áreas analizadas 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 dos de las estaciones de seguimiento de esta zona es de un 98,6%, lo que apunta a la desaparición de ambas colonias de náyades.

- Las zonas menos afectadas en Ullíbarri-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, 2019 y 2020 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 62,2%.

- 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. Esta población se localizaba en la zona del campo de regatas, 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. Además, se dan por desaparecidas otras 3 poblaciones desde que se iniciaron las labores de seguimiento en este embalse.

- A excepción de dos poblaciones, en el resto de poblaciones bajo control en el embalse de Urrúnaga se ha estimado una pérdida de efectivos de náyades superior al 85%, siendo poblaciones que han visto diezmado significativamente su número de efectivos en los últimos años y que parecen avocadas a una extinción inminente.

- 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 Ullíbarri se trata de las poblaciones situadas en Mendixur-Garaio.

- Los resultados obtenidos del análisis de la estructura de tamaños de los mejillones cebra en ambos embalses parecen indicar dos eventos reproductivos principales, aunque hay ejemplares que son capaces de reproducirse de forma continua desde mayo hasta septiembre. Estos datos discrepan con los resultados obtenidos en el embalse de Mequinenza, 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 2013-2021 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
A	2020 Marcadas	19	0	8.181	430,5	837	33	53,5	4374	28,9	2365	10,3	839	4,1	334	2,1	175	1,1	92	0,02	92
A	**2021 Marcadas**	**14**	**0**	**3.386**	**241,9**	**429**	**97**	**20,3**	**688**	**52,5**	**1779**	**20,8**	**704**	**4,8**	**164**	**1,2**	**40**	**0,2**	**8**	**0,1**	**3**
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	0	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

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
B2	2015 Marcadas	50	6	2.884	65,5	385	1	67,1	1496	37,9	846	8,1	181	14,4	321	1,5	34	0,2	4	0,1	2
B2	2016 Marcadas	20	3	2191	206	371	3	74,9	1642	0	0	2,5	54	8	175	10,2	224	4,2	91	0,2	5
B2	2017 Marcadas	20	4	3250	203,1	716	3	62,1	2017	28,6	928	7	228	1,6	51	0,6	21	0,2	5	0	0
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
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
B2	2020 Marcadas	8	0	4.783	597,8	913	272	55,5	2.653	27,7	1.324	10,9	523	3,6	170	1,7	81	0,7	32	0	0
B2	**2021 Marcadas**	**3**	**0**	**1.157**	**385,7**	**505**	**151**	**43,0**	**498**	**38,9**	**450**	**15,7**	**182**	**1,4**	**16**	**0,7**	**8**	**0,1**	**1**	**0,2**	**2**
C	2013 Sin marcar	20	0	1.712	85,6	265	3	64	1096	7,1	121	3,8	65	18,3	314	4,6	79	1,6	27	0,6	10
C	2013 Marcadas	20	4	239	11,95	67	1	66,1	158	10	24	0,4	1	13,8	33	7,5	18	1,3	3	0,8	2
C	2014 Marcadas	20	5	452	30,1	89	6	80,5	364	17,3	78	0,9	4	0,2	1	0,4	2	0,4	2	0,2	1
C	2015 Sin marcar	20	1	3.046	160,3	332	5	55,5	1690	31,5	959	5,7	173	6,1	187	0,9	29	0,2	7	0,1	1
C	2015 Marcadas	20	5	671	44,7	213	1	58,6	393	29,2	196	4,2	28	5,9	40	1,3	9	0,7	5	0	0
C	2016 Marcadas	20	14	1302	217	524	2	51,4	669	28,3	369	1,2	16	10,5	137	8	104	0,5	7	0	0
C	2017 Marcadas	20	14	1808	301,3	566	25	67,4	1218	20,2	365	2,7	48	7,7	139	1,5	28	0,6	10	0	0
C	2018 Marcadas	20	2	7.458	414,3	847	135	62,5	4663	29,4	2196	3,7	274	3,4	257	0,9	68	0	0	0	0
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
C	2020 Marcadas	13	0	5.349	411,5	728	76	58,5	3194	28,4	1550	8,3	452	2,1	113	0,7	37	0,1	3	0	0
C	**2021 Marcadas**	**10**	**0**	**3.626**	**362,6**	**565**	**89**	**50,4**	**1829**	**31,7**	**1149**	**13,4**	**485**	**3,6**	**131**	**0,7**	**25**	**0,2**	**6**	**0,0**	**1**
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

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
E	2015 Marcadas	20	1	2.287	120,3	352	5	87,8	2007	6,4	146	2,2	50	1,8	41	1,1	25	0,5	12	0,3	6
E	2016 Marcadas	20	6	1400	233,3	272	5	77	1078	15,7	220	2,9	40	2,1	29	1,7	24	0,4	6	0,2	3
E	2017 Marcadas	15	3	2065	172,08	754	1	93,6	1932	1,3	27	0,7	14	2,2	45	0,8	16	1,2	25	0,3	6
E	2018 Marcadas	20	0	12.299	614,9	1.399	2	47,2	5808	30,3	3731	15,7	1930	4,8	585	1,1	134	0,8	99	0,1	12
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
E	2020 Marcadas	20	0	9.029	451,4	788	138	60,6	5476	26,8	2423	7,2	652	4	361	1	91	0,3	24	0,02	2
E	**2021 Marcadas**	**20**	**0**	**2.801**	**140,05**	**264**	**31**	**84,6**	**2369**	**10,5**	**295**	**3,5**	**98**	**0,9**	**25**	**0,4**	**11**	**0,0**	**1**	**0,1**	**2**
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

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
K	2013 Sin marcar	20	2	225	11,2	74	1	65,3	147	16,8	38	0,4	1	7,1	16	8,4	19	1,3	3	0,4	1
L	2013 Sin marcar	20	0	1.643	82,15	161	4	60,6	996	19,3	318	5,6	93	0,7	12	11,9	197	1,2	20	0,4	7
L	2014 Marcadas	20	4	919	57,43	202	6	95,3	876	4,1	38	0,1	1	0	0	0,1	1	0,2	2	0,1	1
L	2015 Sin marcar	20	3	2.931	172,4	677	14	22,9	671	59,4	1741	14,9	437	1	30	0,9	26	0,5	15	0,4	11
L	2015 Marcadas	20	1	914	48,1	166	3	34	311	35,8	327	28,8	264	1,1	10	0,2	2	0	0	0	0
L	2016 Marcadas	20	0	1.501	75,05	409	6	13,5	203	73,6	1105	1,3	19	6	90	5,1	77	0,3	4	0,2	3
L	2017 Marcadas	20	0	1.846	92,3	320	1	99,2	1831	0,1	1	0,2	3	0,2	4	0,3	6	0,1	1	0	0
L	2018 Marcadas	20	0	4.630	231,5	401	1	54,1	2503	39,8	1843	2	93	3,9	179	0,2	9	0,1	3	0	0
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
L	2020 Marcadas	20	0	2.933	146,6	346	27	65,4	1918	18,5	544	11,7	342	3,3	96	1,1	33	0	0	0	0
L	**2021 Marcadas**	**20**	**0**	**2.686**	**134,3**	**339**	**33**	**62,7**	**1683**	**27**	**732**	**7,1**	**191**	**3**	**69**	**0,3**	**8**	**0**	**1**	**0,1**	**2**
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

Tabla 3. Continuación

Zona	Año muestreo	Nº náyades examinadas	Náyades libres de mejillón cebra	Nº mejillones adheridos	Nº medio Mej./náyade	Nº máximo y mínimo de mejillones adheridos		Nº y porcentaje de mejillones adheridos en cada muestra por tallas													
								≤ 5 mm		0,5-1 cm		1-1,5 cm		1,5-2 cm		2-2,5 cm		2,5-3 cm		≥3 cm	
								%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
P	2016 Marcadas	20	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
P	2020 Marcadas	20	9	204	18,5	36	3	42,2	86	42,6	87	10,3	21	4,9	10	0	0	0	0	0	0
P	2021 Marcadas	**20**	**17**	**24**	**8**	**16**	**3**	**37,5**	**9**	**58,3**	**14**	**4,2**	**1**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**
Q	2014 SIN MARCAR	20	0	4199	209,9	610	29	83,2	3495	15,2	640	0,9	37	12,5	218	0,6	27	0	0	0	0
Q	2015 MARCADAS	20	0	483	24,15	139	1	87,2	421	5,8	28	3,5	17	0,8	4	2,7	13	0	0	0	0
Q	2016 Marcadas	20	8	1850	154,2	529	1	3,5	64	60,1	1111	29,1	539	0,5	10	4,2	77	2	37	0,6	12
Q	2017 Marcadas	20	0	4799	239,9	816	3	46,9	2252	41,6	1996	5,3	254	0,8	39	4	194	1,1	54	0,2	10
Q	2018 Marcadas	20	0	6.164	320,5	455	118	60,8	3746	28,7	1768	5,9	364	1,3	82	2,9	181	0,4	23	0	0
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
Q	2020 Marcadas	14	0	5.606	400,4	705	147	59,3	3325	27,5	1539	9,4	526	2,9	163	0,8	46	0,1	7	0	0
Q	**2021 Marcadas**	**11**	**0**	**4.154**	**377,6**	**526**	**199**	**48,3**	**2006**	**33,6**	**1395**	**13,3**	**553**	**4,1**	**171**	**0,5**	**20**	**0,1**	**6**	**0,0**	**1**
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 2014-2021 en el embalse de Ullíbarri-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	1.381	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	1.255	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
F	2020 Marcadas	20	4	1.790	111,8	268	11	66,9	1198	20,6	368	9,7	173	1,7	31	0,8	14	0,2	4	0,1	2
F	**2021 Marcadas**	**20**	**5**	**649**	**40,6**	**147**	**1**	**15,4**	**100**	**57,3**	**372**	**21,9**	**142**	**2,5**	**16**	**1,2**	**8**	**0,5**	**3**	**1,2**	**8**
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
G	2020 Marcadas	20	5	1.161	77,4	184	8	72,2	838	22,6	262	3,2	37	1,2	14	0,8	9	0,1	1	0	0
G	**2021 Marcadas**	**20**	**7**	**1.062**	**81,7**	**453**	**3**	**18,7**	**199**	**40,1**	**426**	**28,3**	**301**	**11,3**	**120**	**1,0**	**11**	**0,3**	**3**	**0,2**	**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

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
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
I	2020 Marcadas	20	4	1.094	68,3	171	4	83,6	791	26	246	4,2	40	1,8	17	0	0	0	0	0	0
I	**2021 Marcadas**	**20**	**6**	**971**	**69,35**	**232**	**3**	**18,8**	**183**	**48,3**	**469**	**30,5**	**296**	**1,8**	**17**	**0,5**	**5**	**0,1**	**1**	**0,0**	**0**
O	2014 SIN MARCAR	20	13	23	1,15	9	1	13,00	3	43,50	10	39,10	9	0	0	4,30	1	0	0	0	0
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
Q	2020 Marcadas	14	0	3.072	219,4	467	60	68,4	2101	21,4	657	8,8	269	1	32	0,2	7	0,2	6	0	0
Q	**2021 Marcadas**	**11**	**0**	**3.401**	**309,2**	**401**	**212**	**59,0**	**2006**	**26,2**	**892**	**11,4**	**388**	**3,0**	**102**	**0,3**	**9**	**0,1**	**2**	**0,1**	**2**

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

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
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
R2	2018 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
R1	2020 Marcadas	17	0	2.771	163	319	22	68,8	1097	17,3	480	11	306	1,3	36	0,8	23	0,6	17	0,1	2
R2	2020 Marcadas	20	2	1.164	64,6	189	9	72,5	844	15,6	182	10,1	117	0,9	10	0,7	8	0,3	3	0	0
R1	**2021 Marcadas**	**14**	**0**	**3.174**	**226,7**	**395**	**100**	**58,8**	**1867**	**30,1**	**955**	**8,5**	**271**	**2,0**	**62**	**0,4**	**14**	**0,1**	**3**	**0,1**	**2**
R2	**2021 Marcadas**	**20**	**2**	**989**	**54,9**	**214**	**8**	**38,6**	**382**	**40,4**	**400**	**14,9**	**147**	**3,6**	**36**	**1,4**	**14**	**0,5**	**5**	**0,5**	**5**
S	2014 SIN MARCAR	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	2014 SIN MARCAR	20	0	204	10,2	37	1	14,70	30	52,90	108	30,90	63	1	2	0,50	1	0	0	0	0
U	2014 SIN MARCAR	20	9	34	1,7	6	1	11,80	4	50	17	38,20	13	0	0	0	0	0	0	0	0
U	2015 MARCADAS	20	0	9.320	466	1002	36	81,84	7.628	16,80	1.566	0,61	57	0,34	32	0,34	32	0,05	5	0	0
U	2016 Marcadas	20	0	10.063	503,15	897	46	25,5	2564	61,2	6154	7,6	767	3,2	324	2,3	236	0,2	18	0	0
U	2017 Marcadas	20	0	5.051	252,5	956	6	17,2	1881	48	2426	11,9	600	2,5	124	0,2	12	0,1	7	0	0
U	2018 Marcadas	20	0	9.037	451,9	772	94	56,4	5096	25,2	2275	15	1358	2,8	255	0,5	47	0,1	6	0	0

V	2015 SIN MARCAR	20	0	9.532	476,6	1650	21	44,19	4.213	26,55	2.531	25,35	2.434	3,65	348	0,02	2	0,04	4	0	0
V	2016 Marcadas	20	0	25.296	1264,8	1717	545	23,9	1057	65,4	16551	7,2	1822	1,2	302	2	507	0,2	57	0	0

Tabla 4 Continuación.

V	2017 Marcadas	20	0	5782	289,1	821	6	46,1	2667	42,7	2468	7,3	421	2,2	129	1,4	79	0,3	18	0	0
V	2018 Marcadas	20	0	11.139	557	979	160	54,9	6120	29,4	3277	11,8	1314	3,1	342	0,7	77	0,1	9	0	0
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
V	2020 Marcadas	7	0	2.998	428,2	643	269	67,5	2025	23,1	694	6,6	197	2,4	72	0,2	7	0,1	3	0	0
V	**2021 Marcadas**	**5**	**0**	**1.861**	**372,2**	**487**	**254**	**56,0**	**1042**	**27,8**	**518**	**11,7**	**217**	**3,4**	**64**	**0,9**	**16**	**0,2**	**3**	**0,1**	**1**
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

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

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

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

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

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

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

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

Burlakova L.E. 1998. Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pallas) and its role in the structure and function of aquatic ecosystems. PhD Thesis, Zoology Institute of the Academy of Science, Republic Belarus, Minsk, Belarus. 167 pp.

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

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

Comfort, A. 1957. The duration of life in molluscs. Proceedings of the Malacological Society of Lon - don, 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 Ullíbarri 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 Ullíbarri 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 Ratón, 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. Eco- logical and genetic studies on Dreissena pslymorpha (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 go- verned 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.

Lewandowskl, 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 polymorha in the Erne system: Invasion, Population Dynamics and Early Ecological Impacts. PhD thesis. Queens University Belfast.

Marsden, JE, Lansky DM. 2000. Substrate selection by setting zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, relative to material, texture, orientation, and sunlight. Can J Zool 78: 787-793

McMahon, R.F.1 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, Borcherding 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 Abstacts of the Fourth International Zebra Mussel Conference, Madison, Wis., March 7-10, 1994. University of Wisconsin Sea Grant Institute.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Schloesser,D.W.,Kovalak,W.P., Longton, G.D., Ohnesorg, K.L., Smithee, R.D.,1998. Impact of zebra and quagga mussels (Dreissena spp.) on freshwater unionids (Bivalvia: Unionidae) in the Detroit River of the Great Lakes. Am. Midl. Nat. 140, 299–313.

Schloesser, D. W. and E. C. Masteller. 1999. Mortality of unio¬nid 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., find- lay 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 per- spectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. BioScience 54: 429–439.

Strayer, D.L. and D. Dudgeon. 2010. Freshwater biodiversity con- servation: 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: 129-1 34.

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 Symposyum: 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 2. ZONA A

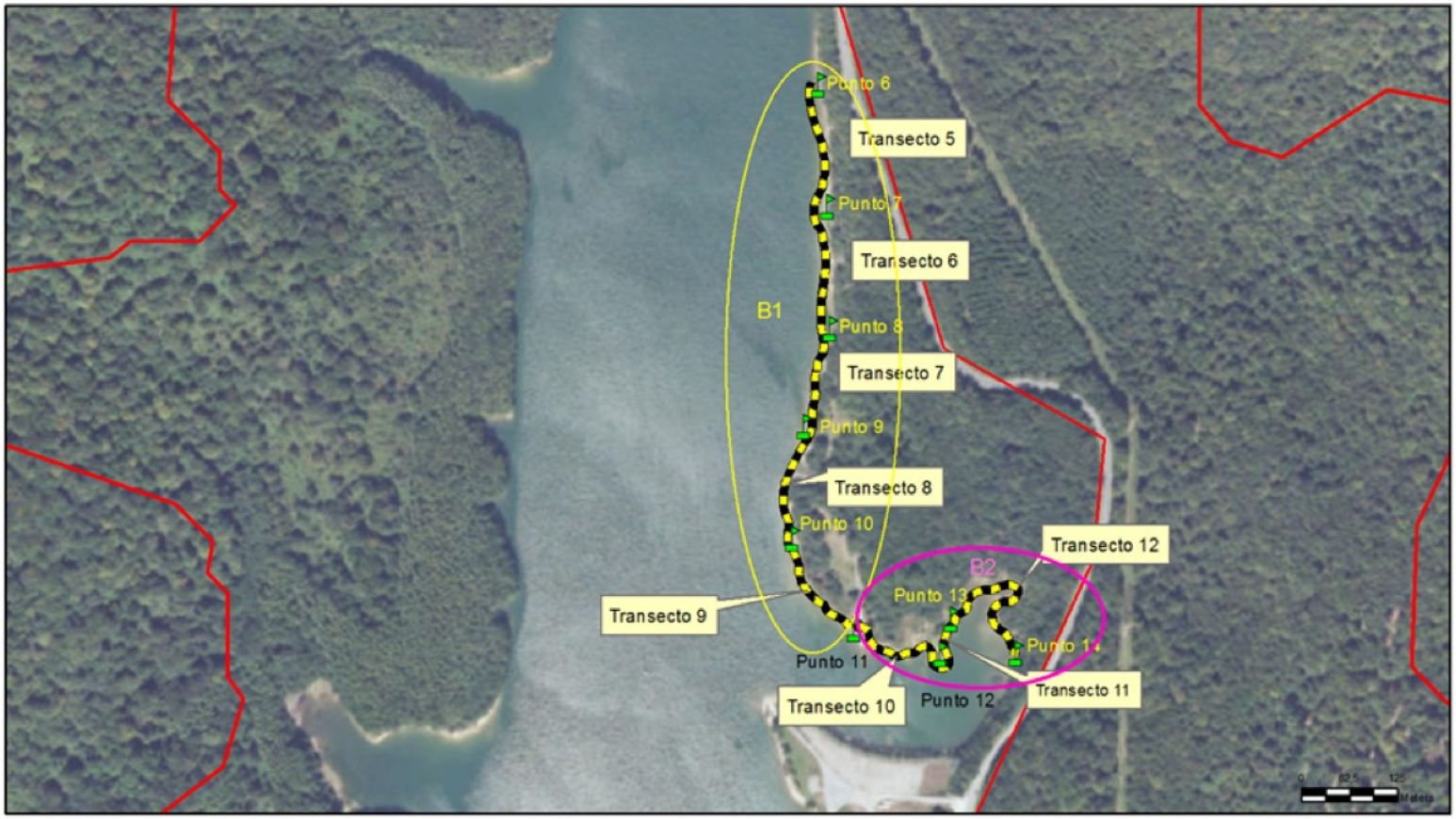
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 1: 30T528105 4763924
Punto 2: 30T528060 4763835
Punto 3: 30T528106 4763732
Punto 4: 30T528172 4763629
Punto 5: 30T528263 4763543



MAPA 3. ZONA B (B1 y B2)

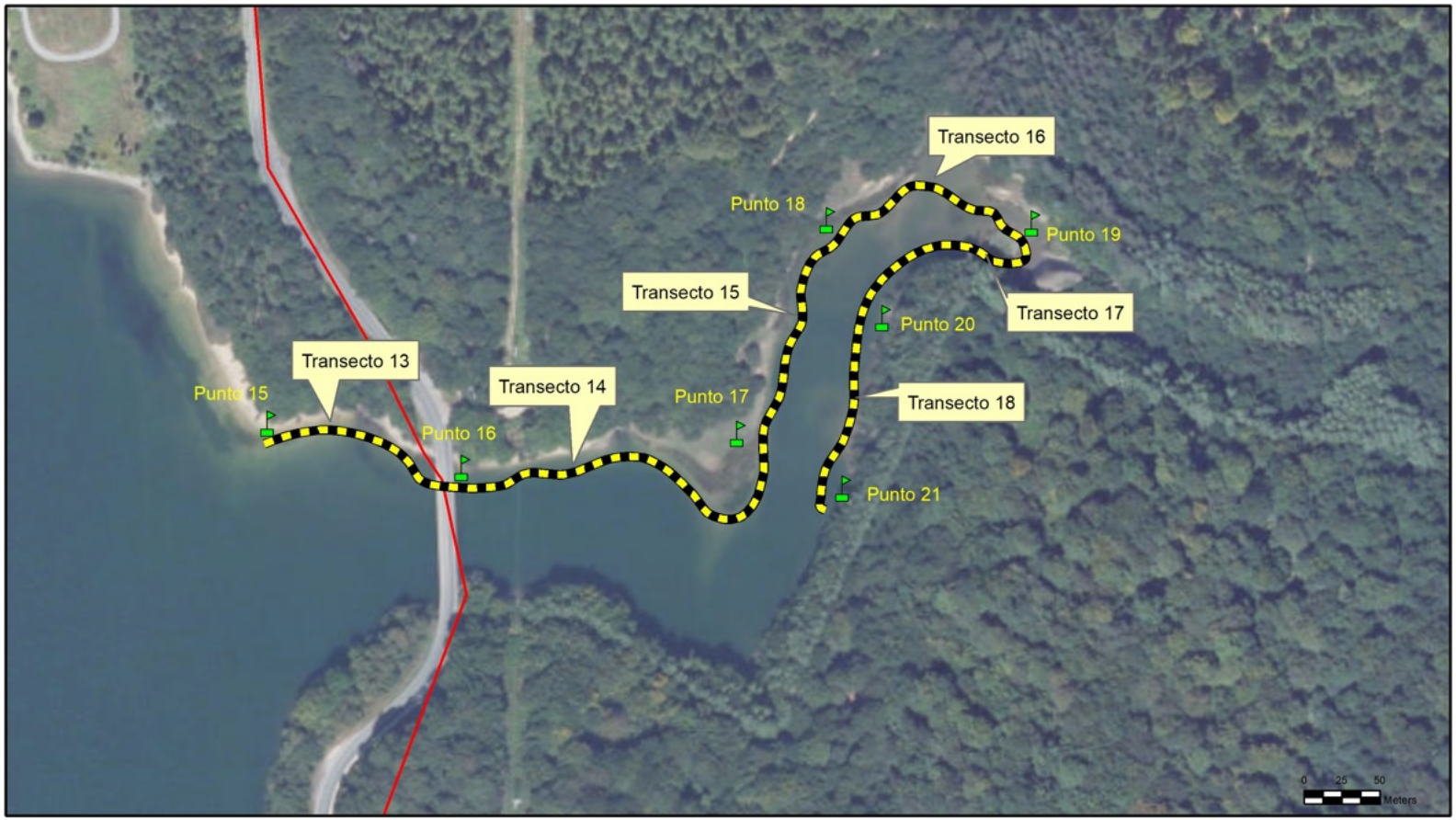
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

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 4. ZONA C

EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 15:	30T528958 4761661	Punto 20:	30T529255 4761713
Punto 16:	30T529052 4761640	Punto 21:	30T529236 4761631
Punto 17:	30T529185 4761657		
Punto 18:	30T529228 4761760		
Punto 19:	30T529327 4761759		



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 6. ZONA H

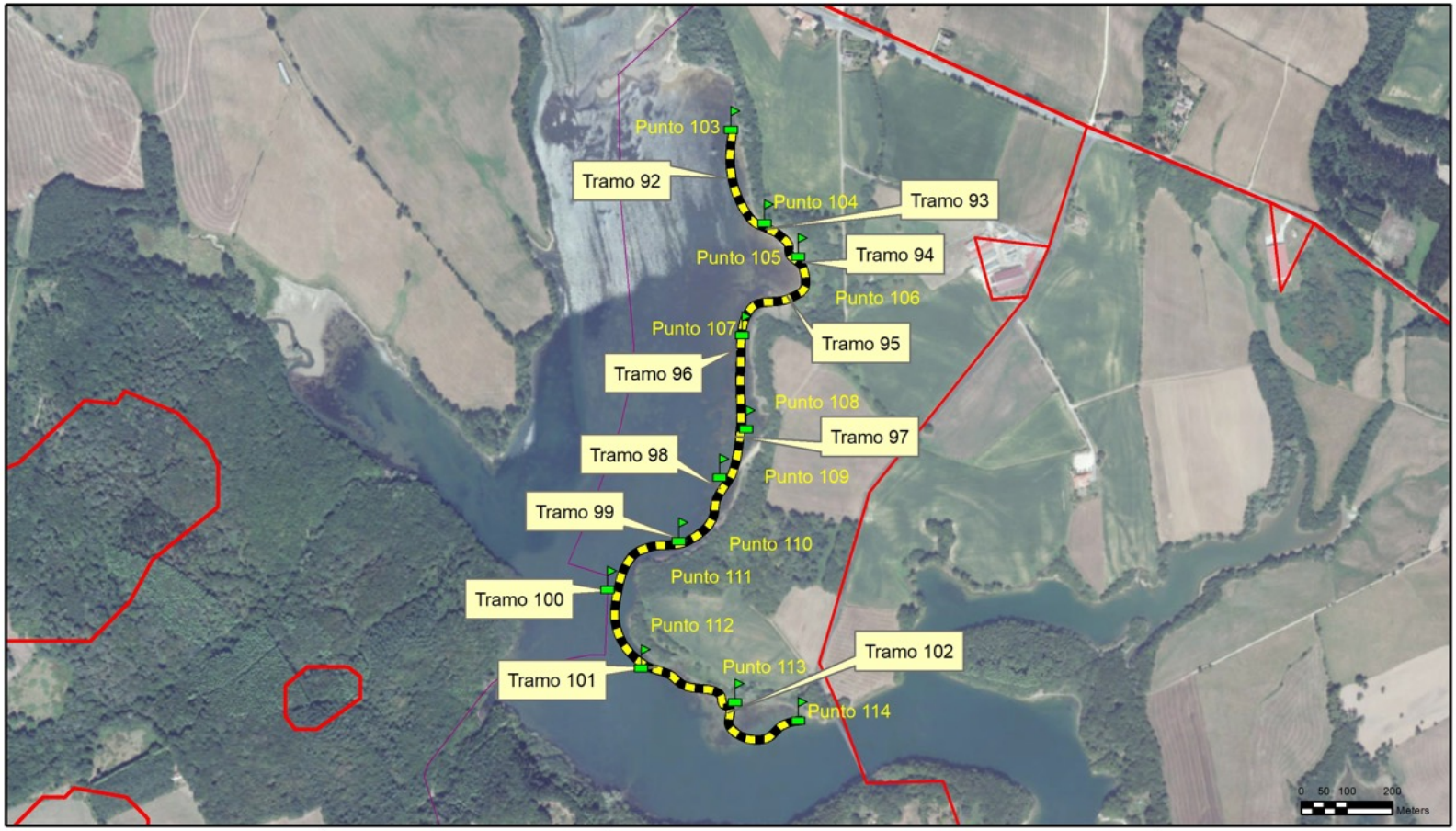
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 53:30T5278634758223	Punto 64:30T5277694758908
Punto 54:30T5278434758325	Punto 65:30T5278344758940
Punto 55:30T5279084758264	Punto 66:30T5279464758901
Punto 56:30T5279934758239	Punto 67:30T5280184758920
Punto 57:30T5279424758341	Punto 68:30T5280784758984
Punto 58:30T5279114758455	Punto 69:30T5281084759008
Punto 59:30T5279394758530	Punto 70:30T5282334758981
Punto 60:30T5278384758591	Punto 71:30T5283114758915
Punto 61:30T5277604758666	Punto 72:30T5283894758851
Punto 62:30T5277074758765	Punto 73:30T5284494758763
Punto 63:30T5277104758866	



MAPA 7. ZONA L

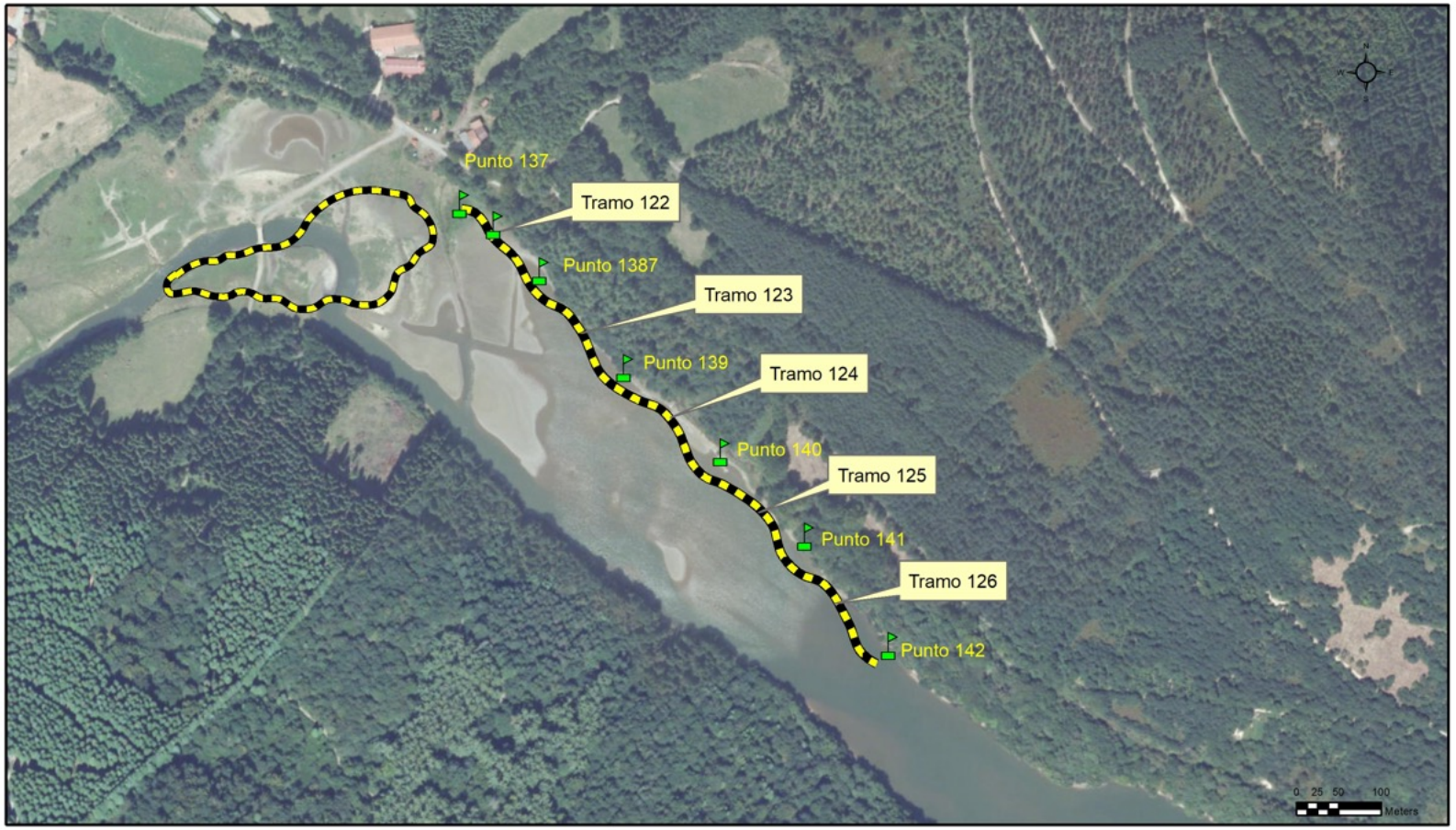
EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

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 11. ZONA F

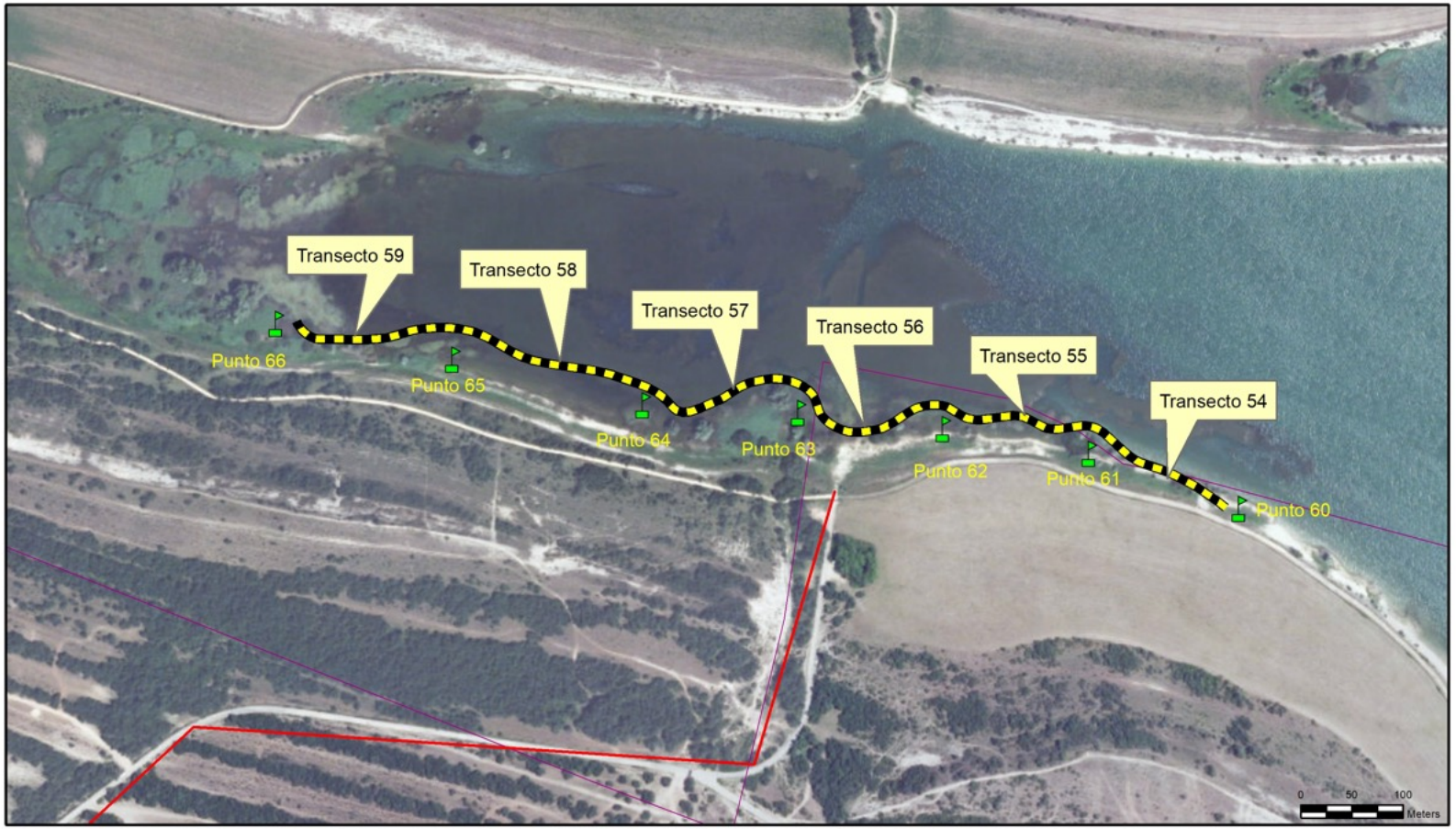
EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 53:	30T537284 4749793
punto 54:	30T537384 4749793
Punto 55:	30T537508 4749809
Punto 56:	30T537601 4749779
Punto 57:	30T537688 4749738
Punto 58:	30T537753 4749676
Punto 59:	30T537805 4749630



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 13. ZONA I

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 79:	30T537398 4749452
Punto 80:	30T537299 4749368
Punto 81:	30T537218 4749284



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 15. ZONA R

EMBALSE DE ULLIBARRI
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

Punto 147	30T537255 4751752	Punto 150	30T537265 4751997
Punto 148	30T537245 4751836	Punto 151	30T537353 4751961
Punto 149	30T537195 4751933	Punto 152	30T536807 4748726



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



MAPA 17. ZONA V

EMBALSE DE URRUNAGA
CÓDIGO ES2110011

LEYENDA

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

UTMs:

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

ANEXO II

Además del análisis de afección del mejillón cebra sobre las poblaciones de náyades en las estaciones control establecidas entre los años 2012-2015, durante esta campaña se ha realizado el cartografiado de 5 nuevos tramos, con el objetivo de ampliar la detección de posibles núcleos de población de la especie *Anodonta anatina* en la zona de estudio, y poder establecer nuevas estaciones de control. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

Embalse de Urrúnaga (Mapa 18)

- Tramo 1

Se han realizado 6 transectos en esta zona, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 850 metros. Se trata de una ensenada muy amplia de orillas sinuosas donde el tipo de sustrato, se puede resultar un buen lugar para albergar náyades. El sustrato predominante en toda la zona es de tipo limo-arcilloso, alternado con áreas donde la colmatación por finos es muy significativa. Acumula un gran volumen de fango en algunos puntos que dificulta el muestreo ya que donde es muy fácil hundirse hasta por encima de la rodilla. En algunos puntos el viento y la corriente provocaban turbidez en las zonas más someras de la orilla, pero, en general, la visibilidad del fondo era buena y el muestreo se pudo realizar mediante vadeo y visualización directa con mirafondos. En total se han localizado 11 ejemplares vivos de la especie *Anodonta anatina*, todos portando números dreissenidos adheridos. Atendiendo a estos resultados, esta zona no resulta propicia para establecer una estación de control.





Imagen que muestra el aspecto que presenta el tramo 1 muestreado en Urrúnaga (izquierda); ejemplar de náyade que se ha quedado en la zona expuesta tras la bajada de la cota del nivel medio de agua embalsada y que presenta dificultades para llegar hasta el agua debido a la gran cantidad de dreissenidos que porta

- Tramo 2

Se han realizado 8 transectos en esta zona, recorriendo un perímetro de aproximadamente unos 1.100 metros. Se trata de una ensenada muy amplia de orillas sinuosas, donde el sustrato predominante en toda la zona es de tipo limo-arcilloso, alternado con áreas donde la colmatación por finos es muy significativa y donde el fango dificulta mucho el muestreo. El muestreo se realizó vadeando las orillas y con mirafondos hasta donde la visibilidad del agua lo permitía, excepto en algunos puntos que presentaban abundante vegetación sumergida que dificultaba el muestreo, y la búsqueda de náyades se tuvo que realizar palpando el fondo, ya que no era posible localizar los ejemplares que quedaban por debajo de la vegetación por observación directa. La disminución del nivel medio de agua embalsada permitió muestrear una amplia superficie hacia el interior del embalse, pero a pesar de ello, solo se localizaron 3 ejemplares de náyades vivas a lo largo de todo el recorrido, todas ellas con dreissenidos adheridos. Atendiendo a estos resultados, se considera que actualmente esta zona no alberga un número suficiente de náyades para poder establecer una estación de control.



Imagen que muestra el aspecto que presenta el tramo 2 muestreado en Urrúnaga (izquierda); y aspecto que muestran las náyades con numerosos agregados de mejillón cebra tapizando el sustrato

- Tramo 3

Se han realizado 8 transectos en esta área, recorriendo una distancia de 1.100 metros aproximadamente Se trata de una ensenada extensa con un sustrato predominante de tipo limo-arcilloso. Cabe destacar que prácticamente todo el recorrido presenta una pendiente muy acusada del talud lo que dificulta las labores de muestreo, aunque el descenso experimentado durante este año en el nivel medio de agua embalsada ha facilitado la labor de búsqueda de náyades a pesar de la pendiente. El muestreo en esta zona se realizó principalmente mediante vadeo, debido a que la visibilidad del fondo, en la mayor parte del recorrido, resultaba óptima para ello. La distancia muestreada desde la orilla hacia el interior del embalse fue variando en los diferentes tramos en función de la pendiente, siendo menor en los puntos de pendiente más acusada. Gran parte del recorrido presenta zonas óptimas para la presencia de uniónidos, aunque también se alternan zonas con un sustrato blando con claros signos de colmatación por finos, sobre todo en las zonas más afectadas por las oscilaciones del nivel de agua. Tan solo se han podido localizar 5 ejemplares vivos de la especie *Anodonta anatina* a lo largo de todo el recorrido, todos ellos con numerosos dreissenidos adheridos sobre sus valvas. A lo largo del muestreo se han detectado también numerosos ejemplares muertos y restos de conchas de esta misma especie. Atendiendo a estos resultados, se considera que actualmente esta zona no alberga un número suficiente de náyades para poder establecer una estación de control.



Imagen que muestra el aspecto que presenta el tramo 3 muestreado en Urrúnaga (izquierda); y una náyade que no puede seguir la bajada de la cota del agua del embalse debido a que los dreissenidos que porta le han hecho perder el equilibrio

Embalse de Ullíbarri (Mapa 19)

- Tramo 4

Se han muestreado 7 tramos en esta zona, recorriendo una distancia de aproximadamente unos 1.000 metros. Se trata de una ensenada muy amplia donde el muestreo se ha centrado en la parte más interna de la ensenada, donde generalmente la densidad de náyades que ocupan este tipo de biotopos es superior. Presenta un fondo blando, de tipo fangoso y difícil de vadear debido a la falta de visibilidad y a la dificultad de vadear en este tipo de sustrato, ya que en muchos de los puntos era fácil quedarse estancado y hundirse por encima de la rodilla. La prospección se llevó a cabo con mirafondos donde la visibilidad lo permitía y palpando el fondo cuando la turbidez o la vegetación sumergida no permitían observar bien el fondo. Sin embargo, el vadeo en fango y con escasa visibilidad del fondo supone un riesgo, por ello en ningún caso se muestrearon zonas donde la profundidad superaba los 70-80 cm aproximadamente. Sin embargo, como este año la media del nivel de agua del embalse se ha mantenido por debajo de la media de otros años, se ha podido muestrear una amplia superficie hacia el interior del embalse. Tan solo se han detectado 6 ejemplares vivos de *Anodonta anatina*, todos ellos con mejillón cebra adheridos. Atendiendo a estos resultados, se considera que actualmente esta zona no alberga un número suficiente de náyades para poder establecer una estación de control.




Imagen que muestra el aspecto que presenta el tramo 4 muestreado en Urrúnaga (izquierda); y una náyade con dificultades para desplazarse y seguir la bajada de la cota del agua del embalse debido a que los dreissenidos que porta

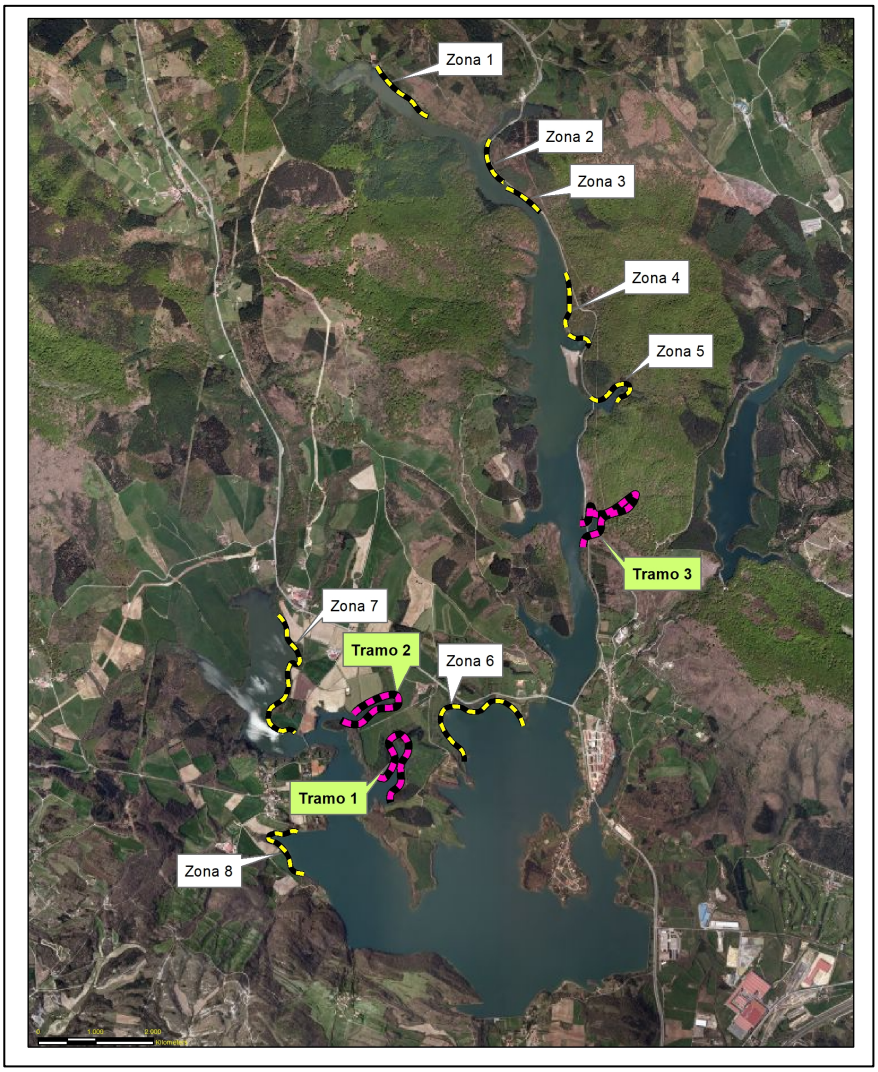
- Tramo 5

Se han realizado 7 transectos cubriendo un perímetro de aproximadamente unos 950 metros. Al darse una disminución de la cota del embalse respecto a otros años previos, la profundidad de los tramos muestreado también disminuye y ello ha permitido prospectar una área bastante amplia desde la orilla hacia el interior del embalse. El sustrato varía significativamente a lo largo del recorrido, pero en muchos puntos afloran gravas finas formando pequeñas graveras parcialmente cubiertas de limo, óptimas para los uniónidos. En estos puntos el muestreo se realizó mediante vadeo y el uso de mirafondos, mientras que, en las zonas de sustrato blando, algunas de ellas con mantas de fango, el muestreo se tuvo que realizar palpando el fondo, debido a la turbidez que presentaba. En las zonas de fango y más colmatadas la máxima profundidad a la que se muestreó no superó los 70-90 cm aproximadamente. Tan solo se han detectado 4 ejemplares vivos de *Anodonta anatina*, todos ellos con mejillón cebra adheridos. Atendiendo a estos resultados, se considera que actualmente esta zona no alberga un número suficiente de náyades para poder establecer una estación de control.




Ninguna de las zonas seleccionadas y muestreadas resulta apropiada para establecer nuevas estaciones control, debido a que ninguna de ellas cuenta con el número suficiente de ejemplares de náyades para poder realizar un seguimiento en el tiempo sobre la afección del mejillón cebra sobre estas poblaciones. Señalar que durante los años 2012-2015 se realizó un cartografiado muy extenso de las poblaciones de náyades de ambos embalses, lo que permitió definir cuales eran las zonas más propicias para albergar colonias de la especie *Anodonta anatina.* Además, estos trabajos permitieron establecer las diferentes estaciones control que han sido evaluadas en los últimos años. Algunos de los nuevos tramos muestreados en este último trabajo del 2020, se sitúan en zonas donde se estimaba una densidad de náyades media-baja. Sin embargo, otros se localizan en zonas aledañas a puntos de control donde las densidades que se estimaron previo o al inicio de la colonización del mejillón cebra eran densidades altas. Los resultados obtenidos para estos nuevos tramos concuerdan con los resultados obtenidos en las últimas campañas de seguimiento en ambos embalses, donde se demuestra una perdida significativa en el número de efectivos de las colonias de *Anodonta anatina* en estos biotopos.

Mapa 18 Estaciones de control establecidas en el embalse de Urrúnaga (en amarillo) y nuevos tramos muestreados durante el año 2021 (3 tramos en rosa)



Mapa 19 Estaciones de control establecidas en el embalse de Ullíbarri-Gamboa (en amarillo) y nuevos tramos muestreados durante el año 2021 (2 tramos en rosa)

