



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS
AGRARIAS**

Máster Universitario en Ingeniería de Montes

Comportamiento de dos cangrejos exóticos
invasores (*Pacifastacus leniusculus*, Dana,
1852) y (*Procambarus clarkii*, Girard, 1852)
frente a barreras hidráulicas

Alumno/a: Carlos Escudero Ortega

Tutor/a: Francisco Javier Sanz Ronda

Cotutor/a: Juan Francisco Fuentes Pérez

Director/a: Francisco Javier Bravo Córdoba

Copia para el tutor/a

Septiembre de 2022

ÍNDICE DE MEMORIA

1	ANTECEDENTES	1
1.1	JUSTIFICACIÓN	1
1.2	INTERÉS SOCIOECONÓMICO DEL CANGREJO DE RÍO	1
1.3	ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS DE CANGREJO DE RÍO	2
1.4	DISPERSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CANGREJOS EXÓTICOS	7
1.5	IMPACTOS SOBRE OTRAS ESPECIES	8
1.6	CONTROL DE LA DISPERSIÓN ACTIVA	10
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GENERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	MATERIALES Y METODOLOGÍA	16
3.1	FENOLOGÍA DEL CANGREJO SEÑAL Y ROJO EN UNA ESCALA PARA PECES	16
3.1.1	<i>Introducción.....</i>	<i>16</i>
3.1.1.1	Zona de estudio	17
3.1.1.2	Especies objeto de estudio.....	18
3.1.2	<i>Procedimiento de muestreo.....</i>	<i>18</i>
3.1.3	<i>Tratamiento de los datos.....</i>	<i>19</i>
3.1.3.1	Distribución anual de cangrejos en la escala	20
3.1.3.2	Relaciones biométricas	20
3.1.4	<i>Análisis estadístico.....</i>	<i>22</i>
3.2	MOVIMIENTOS DEL CANGREJO SEÑAL Y ROJO EN UNA ESCALA PARA PECES	22
3.2.1	<i>Introducción.....</i>	<i>22</i>
3.2.1.1	Zona de estudio	22
3.2.1.2	Especies objeto de estudio.....	23
3.2.1.3	Procedimiento de muestreo.....	23
3.2.2	<i>Seguimiento por telemetría (escala de Guma)</i>	<i>24</i>
3.2.2.1	Descripción de la muestra	24
3.2.2.2	Marcaje de cangrejo rojo y señal con transpondedor integrado pasivo (PIT).....	24
3.2.2.3	Tratamiento de la muestra.....	28
3.2.2.4	Ejecución del experimento	28
3.2.3	<i>Seguimiento por monitoreo de vídeo (escala de Quintana del Puente)</i>	<i>29</i>
3.2.3.1	Descripción de la muestra	29
3.2.3.2	Preparación y ejecución del experimento	29
3.2.4	<i>Tratamiento de los datos.....</i>	<i>30</i>
3.2.4.1	Seguimiento por telemetría	30
3.2.4.2	Seguimiento por monitoreo de vídeo	31
3.3	CAPACIDAD DE ASCENSO VOLUNTARIO DEL CANGREJO SEÑAL ANTE BARRERAS HIDRÁULICAS	31
3.3.1	<i>Introducción.....</i>	<i>31</i>
3.3.2	<i>Descripción de la muestra.....</i>	<i>32</i>
3.3.3	<i>Procedimiento de muestreo.....</i>	<i>32</i>
3.3.3.1	Localización	33
3.3.3.2	Técnica de muestreo	33
3.3.4	<i>Preparación del experimento.....</i>	<i>33</i>
3.3.4.1	Preparación de la muestra	33
3.3.4.2	Preparación del canal hidráulico	34
3.3.5	<i>Ejecución del experimento</i>	<i>35</i>
3.3.6	<i>Tratamiento de los datos.....</i>	<i>36</i>
3.3.7	<i>Análisis estadístico.....</i>	<i>39</i>
4	RESULTADOS	40

4.1	FENOLOGÍA DEL CANGREJO SEÑAL Y ROJO EN UNA ESCALA PARA PECES	40
4.1.1	<i>Distribución de cangrejos en la escala</i>	40
4.1.2	<i>Relaciones biométricas</i>	42
4.1.2.1	Relación longitud-peso	42
4.1.2.2	Relación longitud total-cefalotórax	45
4.1.2.3	Ratio de sexos	45
4.2	MOVIMIENTOS DEL CANGREJO SEÑAL Y ROJO EN UNA ESCALA PARA PECES	46
4.3	CAPACIDAD DE ASCENSO VOLUNTARIO DEL CANGREJO SEÑAL ANTE BARRERAS HIDRÁULICAS	47
4.3.1	<i>Análisis del fracaso generado en cada lote</i>	47
4.3.2	<i>Análisis de la distancia total recorrida (sustrato fino y grueso)</i>	48
4.3.3	<i>Análisis de la velocidad relativa máxima (sustrato fino y grueso)</i>	49
4.3.4	<i>Análisis de la velocidad relativa y distancia máximas para los tres sustratos</i>	49
5	DISCUSIÓN	51
5.1	ESTUDIO FENOLÓGICO	51
5.1.1	<i>Distribución de cangrejos</i>	51
5.1.2	<i>Relaciones biométricas</i>	51
5.1.2.1	Peso-longitud	51
5.1.2.2	Longitud total-cefalotórax	52
5.1.2.3	Sexo	52
5.2	ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DENTRO DE LA ESCALA PARA PECES	53
5.2.1	<i>Seguimiento por telemetría</i>	53
5.2.2	<i>Seguimiento por monitoreo de vídeo</i>	53
5.3	ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE ASCENSO VOLUNTARIO DEL CANGREJO SEÑAL ANTE BARRERAS HIDRÁULICAS	54
6	CONCLUSIONES	56
7	BIBLIOGRAFÍA	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. INTERÉS GASTRONÓMICO DEL CANGREJO DE RÍO. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	2
FIGURA 2. CANGREJO ROJO (<i>PROCAMBARUS CLARKII</i>). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	3
FIGURA 3. CANGREJO SEÑAL (<i>PACIFASTACUS LENIUSCULUS</i>), PROCEDENTE DEL RÍO ARLANZA (QUINTANA DEL PUENTE, PALENCIA). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	5
FIGURA 4. ESPORANGIOS DE <i>A. ASTACI</i> (ARRIBA) Y CICLO VITAL (ABAJO) FUENTE: JAVIER DIÉGUEZ-URIBEONDO, 1998.	9
FIGURA 5. CANGREJO AUTÓCTONO (<i>AUSTROPOTAMOBIVUS PALLIPES</i>) PROCEDENTE DE UN CURSO FLUVIAL AISLADO DE LA PROVINCIA DE VALLADOLID. FUENTE: V.B.H., 2015.	10
FIGURA 6. EJEMPLO DE BARRERA FÍSICA (DIQUE DE DETENCIÓN) PARA FRENAR LA EXPANSIÓN DE CEI EN LAS ZONAS ALTAS DE CURSOS FLUVIALES (CABECERAS DE LOS RÍOS) DONDE AÚN EXISTEN POBLACIONES AUTÓCTONAS. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2020.	12
FIGURA 7. DETALLES DE LA PRESA DISEÑADOS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE DISPERSIÓN RÍO ARRIBA DE CANGREJOS DE RÍO INVASORES: TECHO EN FORMA DE V (A), BORDE SALIENTE (FLECHA BLANCA) (B) Y PISO PEDREGOSO PLANO AGUAS ABAJO DE LA PRESA (C). FUENTE: ELÍAS D. DANA Y JUAN GARCÍA DE LOMAS (2011).	13
FIGURA 8. BARRERAS FÍSICAS SELECTIVAS CONTRA LA INVASIÓN DE CEI QUE PERMITEN EL PASO DE PECES (TRUCHA). FUENTE: RAPHAEL KRIEG, ALEX KING, ARMIN ZENKER (2020).	13
FIGURA 9. ESCALA PARA PECES DE ARTESAS SITUADA EN EL RÍO DUERO (BURGOS). VADOCONDES (A) Y GUMA (B). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	16
FIGURA 10. ESCALA PARA PECES DE GUMA, RÍO DUERO (BURGOS). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	17
FIGURA 11. ESCALA PARA PECES DE GUMA (BURGOS) SITUADA EN EL RÍO DUERO. FUENTE: GOOGLE MAPS (2022).	18
FIGURA 12. VACIADO DE LA ESCALA PARA PECES. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	18
FIGURA 13. DIMORFISMO SEXUAL DEL CANGREJO DE RÍO (PRIMER PAR DE PLEÓPODOS MÁS LARGOS EN MACHOS “B” QUE EN HEMBRAS “A”). FUENTE: ETSIIAA (ZOOLOGÍA), 2020.	19
FIGURA 14. LONGITUD DEL CEFALOTÓRAX (LC) Y TOTAL (LT) DE UN EJEMPLAR DE CANGREJO SEÑAL.	21
FIGURA 15. ESCALA PARA PECES DE QUINTANA DEL PUENTE (PALENCIA). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	23
FIGURA 16. LOCALIZACIÓN DE LA ESCALA DE QUINTANA DEL PUENTE (PALENCIA). FUENTE: GOOGLE MAPS, 2022.	23
FIGURA 17. TRANSPONDEDOR INTEGRADO PASIVO (PIT). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	25
FIGURA 18. RADIOGRAFÍAS DE TRES CANGREJOS (<i>PACIFASTACUS LENIUSCULUS</i>), MARCADOS INTERNAMENTE CON PIT. FUENTE: DAMIAN H. BUBB Y MARTYN C. LUCAS, 2002.	25
FIGURA 19. MARCAJE EXTERNO DE CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	27
FIGURA 20. AGUJA HIPODÉRMICA ESTÉRIL. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	27
FIGURA 21. MARCAJE INTERNO DE CANGREJO ROJO. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	28
FIGURA 22. IZQUIERDA: ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ANTENAS EN LA ESCALA DE GUMA. DERECHA: DISTRIBUCIÓN ANTENAS 2 Y 3 EN ARTESA. FUENTE: FRANCISCO JAVIER BRAVO CÓRDOBA, 2022 (ESQUEMA) Y ALBERTO NAVAS PARIENTE, 2016 (ALZADO DE ARTESA).	29
FIGURA 23. PREPARACIÓN DEL EXPERIMENTO PARA EL SEGUIMIENTO POR MONITOREO DE VÍDEO. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	30
FIGURA 24. EJEMPLARES DE CANGREJO SEÑAL RECIÉN EXTRAÍDOS DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	32
FIGURA 25. LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO. FUENTE: GOOGLE MAPS Y SIGPAC (2022).	33
FIGURA 26. EJEMPLARES NUMERADOS (LOTE A). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	34
FIGURA 27. LÁMINAS DE CORCHO CON SUSTRATO LISO (IZQUIERDA) Y SUSTRATO GRUESO (DERECHA). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	34
FIGURA 28. CANAL HIDRÁULICO VACÍO (IZQUIERDA) Y LLENO (DERECHA). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	35
FIGURA 29. CANGREJO SEÑAL RECORRIENDO EL CANAL HIDRÁULICO CON FLUJO EN RÉGIMEN SUPERCRÍTICO SOBRE SUSTRATO GRUESO (B ₁) Y CON FLUJO EN RÉGIMEN SUPERCRÍTICO SOBRE SUSTRATO FINO (B ₂ Y B ₃). FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	36
FIGURA 30. FASE DE EXPERIMENTACIÓN Y RECOGIDA DE DATOS. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	36
FIGURA 31. DISPOSITIVO PCE-PHD 1, PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2022.	37
FIGURA 32. REVISIÓN DE LOS EXPERIMENTOS GRABADOS CON LAS CÁMARAS FIJAS. FUENTE: CARLOS ESCUDERO ORTEGA, 2021.	38

FIGURA 33. CAPTURAS DE CANGREJOS EXÓTICOS EN FUNCIÓN DEL CAUDAL CIRCULANTE (m^3/s) Y LA TEMPERATURA DEL AGUA ($^{\circ}C$) DURANTE EL AÑO 2019. (EL DATO DIARIO DE CAUDAL Y TEMPERATURA ES EL VALOR MEDIO DE LOS REGISTROS CONTABILIZADOS POR HORA).....	40
FIGURA 34. RATIO DE ABUNDANCIA DEL CANGREJO ROJO CON EL SEÑAL.....	42
FIGURA 35. RELACIÓN LONGITUD-PESO (L-P) PARA EJEMPLARES DE CANGREJO SEÑAL (IZQUIERDA) Y ROJO (DERECHA). EL EJE Y PRESENTA ESCALAS DIFERENTES.	42
FIGURA 36. RELACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN EN FUNCIÓN DEL MES.....	43
FIGURA 37. RELACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN EN FUNCIÓN DEL SEXO PARA AMBAS ESPECIES. HEMBRA (H) Y MACHO (M).	44
FIGURA 38. RELACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN EN FUNCIÓN DE LA ESPECIE.	44
FIGURA 39. RELACIÓN ENTRE LAS LONGITUDES TOTAL (MM) Y DE CEFALOTÓRAX (MM) PARA LAS DOS ESPECIES DE CANGREJO.	45
FIGURA 40. REPRESENTACIÓN DE LA PROPORCIÓN SEXUAL (RATIO DE SEXOS) EN AMBAS ESPECIES PARA LOS TRES AÑOS EN EL PERIODO DE MAYO A SEPTIEMBRE.....	46
FIGURA 41. RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA TOTAL RECORRIDA (M) Y LA VELOCIDAD DE DISEÑO (M/S).	48
FIGURA 42. ANÁLISIS DE LA DISTANCIA MÁXIMA (M) Y VELOCIDAD RELATIVA (M/S) PARA LOS TRES SUSTRATOS. GRUPO EXPERIMENTAL: SUSTRATO Y VELOCIDAD DE DISEÑO (0,43 Y 0,86 M/S).	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES DE ESCALA PARA PECES DE GUMA. FUENTE: FRANCISCO JAVIER BRAVO CÓRDOBA, 2018.	17
TABLA 2. EJEMPLO DE ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS RECOGIDOS EN LA ESCALA DE GUMA, RÍO DUERO (PARTE DEL MUESTREO REALIZADO EL 28 DE JULIO DE 2021). LONGITUDES EN MILÍMETROS Y PESOS EN GRAMOS.	19
TABLA 3. DATOS DIARIOS (MEDIOS) DEL CAUDAL Y TEMPERATURA DEL RÍO DUERO A SU PASO POR LA ESCALA DE GUMA (MES DE MAYO DE 2019). FUENTE: CHD, 2019.	20
TABLA 4. SEGUIMIENTO POR TELEMETRÍA. (LOS VALORES EN ROJO SON LOS INDIVIDUOS DE CONTROL).	31
TABLA 5. EJEMPLO DE MEDICIONES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS DE LOS CANGREJOS EXPERIMENTADOS. (EXPERIMENTO NÚMERO 5, EN SUSTRATO GRUESO A VELOCIDAD BAJA).	37
TABLA 6. PARÁMETROS REGISTRADOS DEL CANAL HIDRÁULICO. (EXPERIMENTO NÚMERO 5, EN SUSTRATO GRUESO A VELOCIDAD BAJA).	37
TABLA 7. PARÁMETROS DEL ACUARIO DONDE SE MANTUVIERON LOS EJEMPLARES ANTES DEL COMIENZO DEL EXPERIMENTO. (DATOS DEL EXPERIMENTO EN SUSTRATO GRUESO).	37
TABLA 8. DATOS RECOGIDOS EN CADA EXPERIMENTO. (EXPERIMENTO NÚMERO 3, SUSTRATO GRUESO A VELOCIDAD ALTA).	38
TABLA 9. EJEMPLO DE LOS DATOS DEFINITIVOS DEL EXPERIMENTO. (LOTE D, SUSTRATO FINO A VELOCIDAD ALTA).	39
TABLA 10. RESULTADO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL AÑO 2019. R (CANGREJO ROJO) Y S (CANGREJO SEÑAL). EN VERDE PERIODO DE MÁXIMA ACTIVIDAD.	41
TABLA 11. ABUNDANCIA DE CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES EN EL PERIODO DE MÁXIMA ACTIVIDAD. N (NÚMERO DE CANGREJOS).	41
TABLA 12. RELACIÓN EXPONENCIAL ENTRE LA LONGITUD Y EL PESO, JUNTO CON EL FACTOR DE CONDICIÓN CORRESPONDIENTE. FUENTE: DIMP I.	42
TABLA 13. RELACIÓN DE LOS FACTORES DE CONDICIÓN ENTRE EL CANGREJO ROJO Y EL CANGREJO SEÑAL.	43
TABLA 14. FACTOR DE CONDICIÓN EN FUNCIÓN DEL MES.	43
TABLA 15. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LOS FACTORES DE CONDICIÓN POR ESPECIE Y SEXO.	44
TABLA 16. RELACIÓN ENTRE LAS LONGITUDES TOTAL Y DE CEFALOTÓRAX EN AMBAS ESPECIES DE CANGREJO.	45
TABLA 17. PORCENTAJE DE HEMBRAS OBSERVADO EN LOS MUESTREOS PARA LOS MESES DE MAYO, JUNIO, JULIO Y SEPTIEMBRE.	46
TABLA 18. MOVIMIENTOS DE CANGREJO SEÑAL EN LA ESCALA PARA PECES ORDENADOS POR FECHA Y HORA DE REGISTRO.	46
TABLA 19. EJEMPLARES QUE NO CONSIGUIERON REALIZAR MOVIMIENTOS POR EL CANAL HIDRÁULICO.	47
TABLA 20. ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA DISTANCIA TOTAL RECORRIDA POR LOS EJEMPLARES. MODELO UNIVARIANTE.	48
TABLA 21. FACTORES ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS TRAS APLICAR EL MODELO MULTIVARIANTE.	48
TABLA 22. ANÁLISIS DE LOS FACTORES INFLUYENTES EN LA VELOCIDAD RELATIVA DE LOS EJEMPLARES. MODELO UNIVARIANTE.	49
TABLA 23. FACTORES ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS TRAS APLICAR EL MODELO MULTIVARIANTE.	49
TABLA 24. PRINCIPALES RESULTADOS DE LOS ENSAYOS, SEGÚN TIPO DE RUGOSIDAD Y VELOCIDAD DE FLUJO. LOS VALORES ENTRE PARÉNTESIS CORRESPONDEN A LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR. N: NÚMERO DE CANGREJOS QUE REALIZARON ALGÚN INTENTO.	50

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I: DATOS EN BRUTO

1 ANTECEDENTES

Los ecosistemas de agua dulce se encuentran entre los más amenazados del mundo (Saunders *et al.*, 2002), siendo la fauna acuática el grupo que presenta la mayor proporción de especies amenazadas a nivel mundial (Hermoso & Clavero, 2011). Las principales amenazas que afectan la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de agua dulce son la sobreexplotación, contaminación del agua, modificación del flujo, degradación del hábitat e invasión de especies (Dudgeon *et al.*, 2006).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define el concepto de especie exótica invasora (EEI) como “aquella que se establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural; convirtiéndose en un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa” (MITECO, 2019).

Los cangrejos de río introducidos se han atribuido como una de las especies exóticas invasoras de agua dulce más perjudiciales a nivel mundial (Gallardo *et al.*, 2016), impactando negativamente en una diversidad de taxones en redes alimentarias lóxicas y lénticas, incluyendo macrófitos, especies nativas de cangrejos de río, invertebrados y vertebrados acuáticos, especialmente peces y anfibios (Matsuzaki *et al.*, 2009; Logia *et al.*, 2012; Twardochleb *et al.*, 2013).

Las EEI representan una de las principales amenazas para la biodiversidad mundial de los ecosistemas dulceacuícolas; los impactos más severos se observan a menudo en regiones que históricamente carecían por completo de cangrejos nativos o crustáceos decápodos análogos (Gamradt & Kats, 1996; Geiger *et al.*, 2005; Moore *et al.*, 2012; Usió *et al.*, 2013).

Las dos especies de cangrejo de río más extendidas en la actualidad en la península Ibérica son, el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*, Girard, 1852) y señal (*Pacifastacus leniusculus*, Dana, 1852) (Kouba *et al.*, 2014), también son consideradas EEI (RD 216/2019), y más en concreto cangrejos exóticos invasores (CEI). Ambas especies son originarias de Norteamérica y presentan una distribución muy amplia en España, colonizando los tramos medios y bajos de los ríos, y se encuentran en expansión hacia pequeños arroyos y tramos altos (Oficialdegui *et al.*, 2019).

1.1 Justificación

Desde el punto de vista de la conservación, es urgente mejorar nuestro conocimiento sobre la expansión de las EEI para poder predecir, controlar y reducir los efectos de futuras invasiones (García-Berthou, 2007).

Actualmente no se conocen con certeza todos los factores influyentes en la dispersión de los CEI, no obstante, se han llevado a cabo estudios al respecto como los de Bubb *et al.* (2006), Bernardo *et al.* (2011), Banha & Anastácio (2013), Marques *et al.* (2015) o Galib *et al.* (2022). Es importante ampliar el conocimiento sobre el comportamiento y distribución de dichas especies, ya que dicha información, es imprescindible para la elaboración de medidas preventivas y correctoras a fin de frenar su expansión.

1.2 Interés socioeconómico del cangrejo de río

El relato, que casi todo el mundo conoce, cuenta que en España había una vez ríos poblados de sabrosos cangrejos, que se atrapaban por docenas y se degustaban en

casa o en comidas camperas de recuerdo imborrable. Todo acabó con la llegada de los cangrejos americanos, acompañados por una enfermedad “afanomicosis” que fulminó a nuestros cangrejos a finales del siglo pasado. *A. pallipes*, a pesar de denominarlo “cangrejo autóctono”, pudo ser introducido y expandido en España a finales del siglo XVI (Clavero, 2022).

Gracias al interés de Felipe II por los cangrejos de río, denominados “gámbaros” en aquella época, en febrero de 1588, se produjo un envío desde Livorno (Italia) hacia Alicante. De esta forma fue como se conformó la distribución de *Austropotamobius italicus* entre Italia y España (Clavero, 2022).

Dada la controversia que aún prevalece sobre el estatus taxonómico del complejo de especies *Austropotamobius pallipes*, se han realizado una serie de estudios con el objetivo de evaluar la variabilidad genética presente en varias poblaciones de la península Ibérica (Matallanas, 2015). Los hallazgos indican que existe una falta de variabilidad genética entre los individuos de *A. pallipes* y que hay una estrecha relación genética entre las poblaciones española e italiana (Grandjean *et al.*, 2001; Amouret *et al.*, 2015; Matallanas, 2015; Torrijos *et al.*, 2021), indicando que la variabilidad genética de las poblaciones españolas muestra un patrón geográfico, con dos grupos genéticos principales en su rango de distribución (Matallanas *et al.*, 2016).

Hasta que los estudios genéticos no garanticen el hecho de que *A. pallipes* sea una especie traslocada, se la seguirá denominando especie autóctona.

En Europa, el cangrejo de río ha atraído una considerable atención gastronómica durante siglos (Figura 1). Actualmente, se extraen de los cursos fluviales, pero también se cultivan (astacicultura). El valor de la captura total de todas las especies en Europa asciende a varias decenas de millones de euros, encarnando valores recreativos que son difícilmente evaluables en términos económicos (Westman, 2002).



Figura 1. Interés gastronómico del cangrejo de río. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

En España, son objeto de pesca ambas especies exóticas (cangrejo rojo y señal), permitiéndose su captura en la mayoría de las aguas aptas para la actividad piscícola. Como las especies son exóticas invasoras, no es preciso imponer cupos y tallas, por lo que se permite la extracción de todos los ejemplares capturados. De forma general, únicamente se permite el uso de cebos muertos, quedando prohibida la utilización de fauna ictícola exótica invasora como cebo (ORDEN MAV/573/2022).

1.3 Especies exóticas invasoras de cangrejo de río

El Reglamento (UE) núm. 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras, establece un marco de trabajo coordinado a escala de la Unión

Europea para las actuaciones dirigidas a prevenir, minimizar y mitigar los efectos perjudiciales sobre la biodiversidad, de la introducción y propagación en la Unión, tanto de forma intencionada como no intencionada, de las especies exóticas invasoras (BOE, 2014).

- **Normativa nacional:** Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras; Norma: Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto; Fecha: (BOE n.º 185), (MITECO, 2022).
- **Normativa autonómica (Castilla y León):** “El Estatuto de Autonomía de Castilla y León atribuye en su artículo 70.17º competencias exclusivas a la comunidad autónoma en materia de pesca fluvial y lacustre y en acuicultura, así como en materia de protección de los ecosistemas en que se desarrollen dichas actividades. Por otra parte, en el mismo artículo se otorgan también competencias exclusivas en materia de actividades recreativas y de promoción del deporte y del ocio” (Junta de Castilla y León, 2022).
 - o *ORDEN MAV/573/2022*, de 26 de mayo, por la que se aprueba el plan de control del cangrejo rojo o de las marismas (*Procambarus clarkii*) y del cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*), en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

El cangrejo señal (*P. leniusculus*) y el cangrejo rojo (*P. clarkii*) son dos especies exóticas invasoras de importancia mundial (Lodge *et al.*, 2000; Larson *et al.*, 2010; Capinha *et al.*, 2011).

***Procambarus clarkii* (Girard, 1852)**, (Figura 2).

- Filo: *Arthropoda*
- Clase: *Malacostraca*
- Orden: *Decapoda*
- Familia: *Cambaridae*
- Nombre común: Cangrejo rojo, Cangrejo americano o Cangrejo de las marismas.



Figura 2. Cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

La primera introducción del cangrejo rojo se produjo en el año 1974 en las marismas del Guadalquivir (Sevilla) con fines comerciales, habiéndose introducido posteriormente por toda la península para comercio, consumo y como especie de cebo, momento en el cual se fue extendiendo por todos los cursos fluviales. Tiene una gran capacidad invasora, quedando exentos únicamente unos pocos lugares, que suelen coincidir en los tramos altos de los ríos (MITECO, 2013).

Admite niveles bajos de oxígeno, temperaturas elevadas (10 a 30°C) y un cierto grado de contaminación del agua (Alonso & Martínez, 2006), siendo una especie de hábitos menos crepusculares y fotófobos que puede estar en lugares con un grado de insolación elevado.

La reproducción comienza en el mes de otoño, la hembra se cobija en refugios hasta que en primavera produzca la puesta, de un centenar de huevos aproximadamente, que permanecerán en los pleópodos de la hembra. Las suturas longitudinales del cefalotórax permanecen juntas, cosa que no ocurre en las especies *Austropotamobius pallipes* y *Pacifastacus leniusculus*.

Es una especie de crecimiento rápido ya que a los tres meses llegan a medir siete centímetros. Su nutrición es omnívora de amplio espectro trófico, alimentándose de caracoles, plantas acuáticas, anfibios, peces, restos de animales y vegetales (Diéguez-Uribeondo, 2006).

En cuanto a su hábitat, suele ser muy diverso, generalmente vive asociado a ambientes lóticos en sustratos blandos de ríos, charcas de agua y marismas, tolerando aguas con cierta salinidad y llegando a soportar periodos de desecación refugiándose bajo el lecho en sus refugios en forma de cuevas.

A parte del efecto devastador que tiene sobre la especie *Austropotamobius pallipes*, también perjudica a otras especies ya que es un consumidor voraz de peces, anfibios, macrófitos y varios invertebrados. También causa efectos de degradación de las orillas, alteración de redes tróficas, pérdida de biodiversidad y deterioro de la vegetación acuática provocando el aumento de la turbidez del agua debido al incremento del fitoplancton (MITECO, 2013).

***Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)**, (Figura 3).

- Filo: *Arthropoda*
- Clase: *Malacostraca*
- Orden: *Decapoda*
- Familia: *Astacidae*
- Nombre común: Cangrejo señal.



Figura 3. Cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*), procedente del río Arlanza (Quintana del Puente, Palencia). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Introducción intencionada debido al interés gastronómico. En España fue introducido en los años 1974 y 1975 en astacifactorías de las provincias de Guadalajara y Soria, y en 1978 en Cuenca y Burgos. En Castilla y León posteriormente se realizaron una serie de introducciones con el objetivo de frenar la expansión del cangrejo rojo y reemplazar al cangrejo autóctono (MITECO, 2013).

Las administraciones que apoyaron la introducción fueron principalmente las de Castilla y León, Navarra y País Vasco, y fue con el objetivo de frenar la expansión del cangrejo rojo. No parece existir una base científica que respalde la supuesta “barrera ecológica”, que consistiría en introducir cangrejo señal entre las poblaciones de rojo y las cabeceras para evitar la colonización de toda una cuenca por el cangrejo rojo, y que ha servido para justificar muchas introducciones de cangrejo señal (Cuéllar, 2000). Dichas introducciones tuvieron como resultado acercar poblaciones de un cangrejo exótico (portador de afanomicosis) a las zonas de cabecera donde subsistían las últimas poblaciones de la especie autóctona, ocupando lugares donde el cangrejo rojo no habría sido capaz de establecerse, facilitando la dispersión del señal a otras zonas no deseadas, desde lugares más próximos (Alonso *et al.*, 2011).

En cuanto a su morfología, los ejemplares adultos pueden llegar a alcanzar los 15 cm de longitud (Diéguez-Uribeondo, 2014). Presenta una marca llamativa de coloración blancuzca en la unión de las dos piezas de cada pinza, debido a esta mancha se le denomina cangrejo “señal”. Tiene similitudes con el cangrejo autóctono, ambos pertenecen a la familia *Astacidae*, presentando separadas las suturas longitudinales del cefalotórax (cosa que no ocurre en el cangrejo rojo que se mantienen unidas). Coloración rojiza en su cara ventral, caparazón ligeramente azulado y el abdomen es bastante ancho.

Genera competencia con el cangrejo autóctono, aumenta la erosión de las riberas de los ríos (galerías), produce cambios en redes tróficas, creando efectos negativos sobre la flora y fauna autóctona.

Realiza una puesta media de unos 350 huevos, la fecundación se produce a principios de otoño y las larvas nacen entre abril y junio (Lomas *et al.*, 2011). Son más activos de noche y su alimentación es omnívora, desde la ingesta de material vegetal vivo o en descomposición a la captura de todo tipo de organismos acuáticos como peces, anfibios o invertebrados. Al igual que los cangrejos autóctonos y rojos excavan galerías como refugio.

Las hembras ovígeras generalmente llevan huevos durante un período de aproximadamente siete meses (Mason, 1975), y la eclosión ocurre en la mayoría de las poblaciones alrededor de abril y mayo (Lewis & Horton, 1997). Sin embargo, en climas más fríos, la eclosión puede retrasarse hasta finales de junio o julio (McGriff, 1983).

Inmediatamente después de la eclosión, los juveniles de esta primera fase son lecitotróficos, es decir, totalmente dependientes de las reservas vitelinas para alimentarse y además son inmóviles (Lewis, 2002). Después de 1-2 mudas, los juveniles en una segunda fase, comienzan a alimentarse lejos de la madre a intervalos cada vez mayores, regresando si se sienten amenazados (Reynolds *et al.*, 1992).

Los cangrejos deben mudar su exoesqueleto para poder aumentar de talla, ya que no pueden crecer más allá del espacio impuesto por dicho exoesqueleto.

En la especie señal, durante su primer año de vida, los juveniles mudan 13-14 veces (Mason, 1974), lo que resulta en un crecimiento total de aproximadamente 20,3 mm (Kirjavainen & Westman, 1999). En los años siguientes, el número de mudas se reduce significativamente: 5-6 en el segundo año, 3 en el tercer año y 1-2 en el cuarto año. Se hipotetiza que el incremento de la muda está entre 2,5 y 4,5 mm (Mason, 1974), aunque McGriff (1983) sugiere un incremento de la muda de 6,6 mm para los cangrejos de río de más de 64 mm de longitud total. Otros autores calculan que los juveniles pueden sufrir hasta once mudas durante su primer año, dependiendo de su tasa de crecimiento, pero para el tercer año esto se reduce a dos mudas por año, y a la edad de 4 años en adelante a una muda por año (Lewis, 2002).

Existen diferencias relacionadas con el sexo en la frecuencia de muda, las hembras adultas y sexualmente maduras solo pueden mudar una vez al año (Kirjavainen & Westman, 1999); la razón no es otra que los ejemplares grávidos que llevan los huevos debajo del abdomen y una muda durante esta fase serían inviables para el desarrollo de la siguiente generación, por lo tanto, estas hembras se someten a una muda posterior a la eclosión de los juveniles, generalmente en julio o agosto. De las dos mudas que experimenta la mayoría de los machos adultos hasta los cuatro años, la primera suele tener lugar antes de julio y la segunda tiene lugar entre mediados de agosto y septiembre (Shimizu & Goldman, 1983; Soderback, 1995).

El apareamiento suele ocurrir entre finales de septiembre y principios de octubre en la gran mayoría de las poblaciones, y los huevos se depositan unas semanas más tarde. El periodo de incubación de los huevos varía de 166 a 280 días, durante este largo periodo de tiempo podemos asegurar que no experimentaran procesos de ecdisis (Holdich *et al.*, 2014).

Podemos destacar que, durante las etapas adultas, la muda del cangrejo de río suele ser sincrónica, se piensa que puede ser un mecanismo para reducir la incidencia del canibalismo entre ejemplares de la misma especie, pues la predación es favorecida por la pérdida de consistencia del exoesqueleto durante este periodo de muda (Pratten, 1980), por otro lado, hay menos evidencia de sincronía en los ejemplares juveniles (Lowery, 1988).

Algunos de los datos publicados sobre el tamaño de *Pacifastacus leniusculus* a distintas edades y en diferentes masas de agua, nos revelan que, a los tres años de edad, habían alcanzado los 29 mm (CL) en Francia (Demars, 1979) y los 28 mm (CL) (Pratten, 1980) en el sur de Inglaterra. En Inglaterra, los machos han alcanzado longitudes máximas de

60 mm (CL) y las hembras de 56 mm (CL) (Laurent, 1988). Se han registrado longitudes máximas similares en Francia (Laurent, 1962) y España (Aguado, 1986). Datos similares han sido constatados por otros autores, en los que indican que los ejemplares de *Pacifastacus leniusculus*, maduran a la edad de 2-3 años alcanzando una longitud de 60-90 mm total en condiciones naturales, aunque en algunas regiones han sido encontrados ejemplares maduros con un año de vida (Reynolds, 2002).

El tamaño máximo que pueden alcanzar es aproximadamente de 160 mm de longitud corporal total, para los machos, y de 120 mm para las hembras. Los individuos más grandes no son necesariamente los más viejos, pero pueden ser individuos jóvenes de rápido crecimiento, en una población recién introducida que encuentra poca competencia (Hogger, 1986).

1.4 Dispersión y distribución de cangrejos exóticos

La dispersión es un proceso ecológico fundamental necesario para la persistencia de casi todos los organismos y es influenciada por diversos factores morfológicos, fisiológicos y fenotípicos. Dentro de las poblaciones, los individuos a menudo difieren consistentemente en sus comportamientos a lo largo del tiempo. Determinar los mecanismos que sustentan la dispersión es clave para conocer detalladamente la ecología de la invasión, la ecología de metapoblaciones y las respuestas de distribución al cambio climático (Galib *et al.*, 2022).

La dispersión de las especies exóticas invasoras está considerada como uno de los principales factores de amenaza a nivel global para la conservación de la biodiversidad y en el caso de los ecosistemas acuáticos, su repercusión es especialmente importante (Alonso *et al.*, 2011). Los impactos causados no son solamente ecológicos, sino también sociales y económicos (Pimentel *et al.*, 2005; Gren *et al.*, 2009).

En España, ambas especies se encuentran en plena dispersión, siendo el cangrejo señal predominante en ciertas provincias del tercio norte, pero menos frecuente en el centro-sur peninsular (Alonso *et al.*, 2000).

Ambas especies fueron introducidas casi de forma simultánea a principios de los años setenta (Habsburgo-Lorena, 1979), pero cabe destacar, que tuvieron patrones de dispersión muy diversos y desfasados en el tiempo (Alonso *et al.*, 2011).

En cuanto a la dispersión del cangrejo rojo se vio influenciada por pescadores y propietarios agrícolas que deseaban una nueva renta económica para sus tierras (Habsburgo-Lorena, 1979) y tan solo cinco años después de su introducción ilegal en una finca privada de Badajoz (1973) y legal en las inmediaciones de Doñana (1974), comenzaron a aparecer poblaciones en lugares muy alejados como la Albufera, el Delta del Ebro o las Tablas de Daimiel debido principalmente a la actividad antrópica (Alonso *et al.*, 2011).

El astácido exótico *P. leniusculus* mostró una dispersión desigual a su congénere americano, presentando al menos tres etapas diferenciadas; apareció a principios de los años setenta en dos astacifactorías, una en Uceró (Soria) y otra en Cifuentes (Guadalajara), con ejemplares procedentes de una astacifactoría sueca de Simmontrop (Habsburgo-Lorena, 1979). La mayor parte de las poblaciones establecidas en los cursos fluviales de la península Ibérica hasta mediados de los años noventa, procedían del programa de introducción impulsado por las administraciones públicas de Castilla y León, Navarra y País Vasco (Carral *et al.*, 1993).

Con respecto a la expansión y distribución diferencial de las especies exóticas, pueden ser consecuencia de limitaciones ambientales. *Procambarus clarkii* a menudo se considera una especie de aguas cálidas y *Pacifastacus leniusculus* una especie de agua fría. Por lo tanto, *P. clarkii* predomina en las de flujo lento, en zonas bajas de los ríos con sustrato fino, mientras que, *P. leniusculus* en cursos de agua con velocidades más elevadas, de grava y con temperaturas inferiores (Bernardo *et al.*, 2011).

Procambarus clarkii exhibe reacciones tanto de preferencia de temperatura como de evitación cuando se expone a un amplio gradiente térmico y el preferencial final está dentro del rango de 23,4°C y 26,7°C (Espina *et al.*, 1993; Ramírez *et al.*, 1994). Pero es capaz de prosperar también en climas más fríos con latitudes y altitudes más altas (Frutiger *et al.*, 1999; Müller, 2007). Es una especie euritérmica que puede hacer frente a las bajas temperaturas estacionales, como sobrevivir bajo el hielo (Dehus *et al.*, 1999). Sin embargo, la temperatura puede limitar el crecimiento de la población y la expansión en el río.

P. leniusculus es una especie que presenta una mayor capacidad de adaptación a los tramos fluviales altos (con un crecimiento y maduración sexual más lentos que *P. clarkii*), caracterizados por poseer aguas con temperaturas más bajas y lechos formados por grava y rocas de gran tamaño (ambientes incómodos para el cangrejo rojo). Muestra actividad a partir de 5°C hasta 30°C, siendo letal el intervalo de 31 a 33°C (Becker *et al.*, 1975; Rutledge & Pritchard, 1981; Nakata *et al.*, 2002). La temperatura óptima para su máximo crecimiento es de 23°C (Firkins & Holdich, 1993).

La expansión de ambas especies aguas arriba es paulatina y gradual, sino fuera así, significaría que se han producido traslocaciones. Se sabe que el desplazamiento aguas abajo del cangrejo rojo (Momot, 1966) y el cangrejo señal (Reeve, 2004), es por arrastre debido a crecidas, promoviendo así una dispersión más rápida de la población. Varios estudios informan que los cangrejos de río tenían más probabilidades de moverse aguas abajo o de propagarse río abajo a tasas más altas (Reeve, 1990; Peay & Rogers, 1999; Light, 2003; Bubb *et al.*, 2005).

La dispersión de las especies exóticas puede ser tanto por medios activos, como pasivos. La dispersión activa, puede ser caminando sobre tierra firme (una gran capacidad para sobrevivir fuera del agua significa una gran capacidad para cubrir grandes distancias fuera de su entorno natural), o por el lecho del río (Banha & Anastácio, 2013). Según (Galib *et al.*, 2022), una mayor disponibilidad de refugio provoca una menor tasa de dispersión; la distribución del cangrejo de río está influenciada por la disponibilidad de refugio disminuyendo la dispersión a través de hábitats con gran disponibilidad. En cuanto a la dispersión pasiva, las traslocaciones humanas fomentan la dispersión de estas especies invasoras; se sabe que las introducciones de cangrejos de río permitieron invadir grandes áreas geográficas, debido al transporte ilegal de cubos por pescadores (Souty-Grosset *et al.*, 2006).

1.5 Impactos sobre otras especies

Los impactos sobre otras especies y ecosistemas incluyen el declive y la extinción local de peces, anfibios, macroinvertebrados y macrófitos nativos (Maceda-Veiga, 2013; Sousa *et al.*, 2013; Moreira *et al.*, 2014). Los CEI tienen un efecto negativo sobre las poblaciones de invertebrados y macrófitos (Usio *et al.*, 2009), peces bentónicos (Guan & Wiles, 1997; Bubb *et al.*, 2009) y peces pelágicos (Griffiths *et al.*, 2004; Peay *et al.*, 2009). Además, la invasión de los CEI lleva a una reducción de la calidad del agua

(Hänfling *et al.*, 2011), aumentando el riesgo de inundación relacionado con los sedimentos.

Las especies exóticas de cangrejo son la principal causa del declive poblacional de *Austropotamobius pallipes*, y ambas, son portadoras del pseudohongo (*Aphanomyces astaci*), que provoca la enfermedad conocida como afanomicosis o peste del cangrejo.

Todos los cangrejos de origen americano se encuentran infectados, por tanto, son portadores de la enfermedad, causando la totalidad de muertes en la especie autóctona (Figura 5). No obstante, en un curso fluvial del pirineo catalán (La Muga, Gerona), se ha detectado una población de *A. pallipes* resistente, siendo la primera población europea capaz de combatir la infección producida por el patógeno *A. astaci* con un 100% de supervivencia (Martín-Torrijos *et al.*, 2017).

Una vez muertos los cangrejos afectados por afanomicosis, la enfermedad desaparece con ellos, hecho que ha sido corroborado en experiencias de campo (Cerenius & Söderhäll, 1992). *Aphanomyces astaci* (Figura 4), es un pseudohongo estricto cuyo micelio únicamente puede sobrevivir en cangrejos de río y se sabe que la capacidad de supervivencia de las esporas es limitada, de dos a tres días, sin producir esporas de resistencia. Las introducciones de los cangrejos de origen exótico originaron además el establecimiento de áreas crónicamente infectadas en nuestras masas de agua (Cerenius & Söderhäll, 1992).

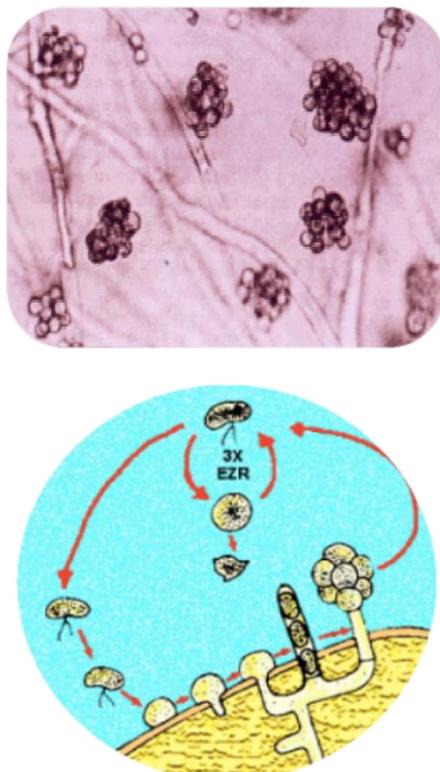


Figura 4. Esporangios de *A. astaci* (arriba) y ciclo vital (abajo) Fuente: Javier Diéguez-Urbeondo, 1998.

En especies americanas causa infección crónica que puede volverse letal en condiciones de estrés. La infección comienza sobre la cutícula no esclerotizada, las zoosporas germinan y producen un micelio aseptado que rápidamente crece dentro de la cutícula, hasta alcanzar la cavidad corporal interna (Diéguez-Urbeondo, 1998).

Cuellar & Coll (1983), diagnosticaron la afanomicosis como causante de las epizootías que tuvieron lugar a finales de los años 70, pero mencionan una serie de mortandades distribuidas durante los años 50 y 60. Por otra parte, está claro que fue la introducción casi simultánea de las especies americanas de cangrejo, el cangrejo rojo y el cangrejo señal (y no solamente el cangrejo rojo, como a veces se piensa) a principios de los setenta, la vía de entrada del pseudohongo patógeno en la península Ibérica (Diéguez-Urbeondo *et al.*, 1997).



Figura 5. Cangrejo autóctono (*Austropotamobius pallipes*) procedente de un curso fluvial aislado de la provincia de Valladolid. Fuente: V.B.H., 2015.

Actualmente, el tamaño del área de distribución de *A. pallipes* es muy pequeño y fraccionado. Las distintas poblaciones se componen de escasos efectivos, su tendencia poblacional es de regresión, y las pocas poblaciones estables se encuentran en lugares aislados, por lo que su expansión es nula.

1.6 Control de la dispersión activa

Los hábitats acuáticos están siendo invadidos continuamente por especies exóticas invasoras de cangrejo de río. En Europa, el número de CEI supera al de especies autóctonas de cangrejos de río (Kouba *et al.*, 2014). Se pronostica que, si no se aplican medidas para detener la propagación de CEI, pueden dominar los cursos fluviales europeos por completo en las próximas dos décadas (Holdich *et al.*, 2009).

La acción inmediata para detener la propagación de CEI es fundamental ya que pueden propagarse extremadamente rápido a través de un curso fluvial. Weinländer y Füreder (2010), demostraron que la propagación anual de las especies exóticas de cangrejo de río puede llegar a alcanzar varios kilómetros.

Prevenir la desaparición generalizada de especies autóctonas de cangrejos de río en Europa es un desafío en curso. Además de la destrucción del hábitat por obras hidráulicas poco respetuosas con el medio y la contaminación del agua, la presencia de especies exóticas invasoras de cangrejo de río es cada vez más frecuente en Europa y supone una gran amenaza para las especies nativas (Kouba *et al.*, 2014). Su dominio sobre estas especies se refleja en su rápida reproducción (Buric *et al.*, 2011),

superioridad física y agresividad (Gherardi, 2006), así como su tolerancia a la mala calidad del agua (Nyström, 2002).

Hasta la fecha, el uso de barreras selectivas en corredores ecológicos fluviales es una idea conceptual. Sin embargo, algunos resultados de experimentos de investigación han proporcionado información prometedora en el diseño de barreras para especies como la lamprea y la carpa (Rahel & McLaughlin, 2018; Wiegleb *et al.*, 2021). El desarrollo de las barreras selectivas parte de la hipótesis de que las especies deseadas (es decir, autóctonas: barbo, boga, trucha, etc.) y no deseadas (en este caso CEI: cangrejos señal y rojo) difieren en una o más características biológicas que influyen en su capacidad para superar un obstáculo. Estas características biológicas pueden incluir aspectos relacionados con la capacidad física, la morfología del cuerpo (rejillas y redes dimensionadas de acuerdo con el tamaño de los individuos), la capacidad sensorial (barreras eléctricas, acústicas, visuales, etc.) el comportamiento y la época y momento del movimiento, es decir, la fenología (Rahel & McLaughlin, 2018; Wiegleb *et al.*, 2021).

Hay que ser consciente de que la eficiencia de una barrera frente a los CEI, probablemente también afecte al cangrejo autóctono (*Austropotamobius pallipes*), teóricamente con menor fortaleza física debido a su menor tamaño (Alonso-Gutierrez, 2012). Hoy en día, exceptuando algunas poblaciones, no muestra resistencia a la afanomicosis (Martín-Torrijos *et al.*, 2017), por lo que a largo plazo es poco probable su coexistencia con los CEI. Por ello, *A. pallipes* se encuentra relegado a tramos iniciales de los ríos o pequeños manantiales, donde todavía no han accedido los CEI. Así, la instalación de estas barreras se considera la mejor estrategia para frenar la expansión de los CEI y evitar que alcancen poblaciones de cangrejo autóctono (Gil-Sánchez & Alba-Tercedor, 2006; Rosewarne *et al.*, 2013; Krieg & Zenker, 2020).

Algunas poblaciones residuales de cangrejo autóctono han podido sobrevivir en las cabeceras de los ríos. Estas poblaciones restantes pueden encontrarse en peligro debido a la implementación de la Ley Europea del Agua Directiva marco (UE, 2000), un acuerdo legalmente vinculante que requiere la restauración de la continuidad ecológica de los cursos fluviales. Esto implica que las barreras antropogénicas que impiden a los peces realizar movimientos migratorios deben ser eliminadas o provistas de una escala para peces, siendo beneficioso para especies piscícolas, como salmónidos y ciprínidos, favoreciendo el flujo genético en poblaciones de especies residuales, pero posiblemente amenazante para los cangrejos autóctonos, ya que puede facilitar su dispersión.

Las barreras para cangrejos de río (Figura 6) son la única manera de contener una población exótica establecida con el fin de garantizar su aislamiento e impedir la invasión aguas arriba. El calentamiento global puede plantear problemas adicionales ya que las especies invasoras se ven favorecidas por el aumento de la temperatura del agua, lo que significa que se propagarán aún más rápido y serán capaces de colonizar hábitats previamente inapropiados (Rahel & Olden, 2008).



Figura 6. Ejemplo de barrera física (dique de detención) para frenar la expansión de CEI en las zonas altas de cursos fluviales (cabeceras de los ríos) donde aún existen poblaciones autóctonas.

Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2020.

Es importante que las medidas elaboradas para el control de especies exóticas invasoras se lleven a cabo y se acuerden a nivel nacional e internacional, evitando así la propagación desde lugares donde no se tomen dichas medidas. El desarrollo de una estrategia común basada en la experiencia adquirida puede aumentar significativamente el éxito de la erradicación de especies invasoras (Krieg, 2020).

Barreras artificiales, naturales, presas y cascadas pueden obstaculizar o retrasar el movimiento ascendente de los CEI (Manenti *et al.*, 2014; Rahel, 2007; Rosewarne *et al.*, 2013). La promoción sistemática de barreras infranqueables es la mejor oportunidad para salvaguardar las especies amenazadas y crear hábitats protegidos.

El conocimiento sobre la capacidad de desplazamiento de los CEI va a permitir determinar qué barreras existentes, ya sean naturales o artificiales, suponen un obstáculo a su movimiento y contribuirá a la mejora del conocimiento sobre conectividad ecológica.

Hay pocos estudios publicados sobre la experiencia en la construcción, mantenimiento y funcionalidad de las barreras físicas para cangrejos de río (Krieg *et al.*, 2021). Los hallazgos de los artículos publicados a menudo son teóricos y no se prueban en condiciones de campo. Se han llevado a cabo pruebas de laboratorio con cangrejo señal para probar varios materiales de superficie, diferentes velocidades (Frings *et al.*, 2013), y una gama de modelos de barrera para evaluar si es posible superar la barrera (Ellis, 2005).

Las barreras físicas con superficies ligeramente rugosas permiten a los cangrejos realizar movimientos ascendentes. Para solucionar dicho problema, es preciso utilizar materiales resistentes a la corrosión y al ensuciamiento (Frings *et al.*, 2013). Ellis (1999) sugirió las lisas como las superficies apropiadas para la creación de barreras, siendo los materiales más idóneos el metal limpio, el plástico, el vidrio, el acero inoxidable y el poliuretano utilizados como capa en un muro de hormigón se consideraron las mejores soluciones, este último no muestra tanta resistencia a la corrosión como el acero (Ellis, 2005). No obstante, aunque los materiales sean anticorrosivos, es de gran importancia la realización de labores de mantenimiento y limpieza, de lo contrario, algas y biopelículas pueden variar la rugosidad de la barrera con el tiempo.

En el sureste de España se diseñaron y ejecutaron una serie de barreras para frenar la expansión de los CEI. En el diseño de estas barreras, no se tuvieron en cuenta factores

como la migración de los peces, obteniendo resultados prometedores frente a la dispersión del cangrejo rojo, pero que eran incompatibles con los movimientos migratorios de fauna ictícola (Dana *et al.*, 2011), Figura 7.



Figura 7. Detalles de la presa diseñados para minimizar el riesgo de dispersión río arriba de cangrejos de río invasores: techo en forma de V (a), borde saliente (flecha blanca) (b) y piso pedregoso plano aguas abajo de la presa (c). Fuente: Elías D. Dana y Juan García de Lomas (2011).

Para obtener una barrera física que impida el ascenso de la especie objetivo (CEI), permitiendo el paso de especies piscícolas (barrera selectiva), es necesario comprender cuáles son los factores limitantes de las especies deseadas y no deseadas.

Los únicos trabajos disponibles hasta la fecha en los que se ha evaluado la compatibilidad de barreras a la dispersión de cangrejo señal de forma conjunta con el movimiento de especies de peces son los de (Krieg & Zenker, 2020; Krieg *et al.*, 2021) con resultados favorables tanto para el control de la dispersión del cangrejo como a su vez permitiendo el movimiento de la trucha en tramos suizos de alta montaña (Figura 8).



Figura 8. Barreras físicas selectivas contra la invasión de CEI que permiten el paso de peces (trucha). Fuente: Raphael Krieg, Alex King, Armin Zenker (2020).

En cualquier caso, todavía existe un vacío importante de conocimiento en cuanto al comportamiento del cangrejo rojo y señal frente a diferentes combinaciones de velocidad de flujo y sustrato, dispersión a través de obras hidráulicas y barreras selectivas compatibles con la migración de peces con limitada capacidad de salto y nado. Por el contrario, para los peces, hay una base de conocimiento amplia a la que recurrir. Son varias las especies de peces que cuentan con información detallada sobre capacidad de natación, salto y eficiencia en superar obras hidráulicas (Videler & Wardle, 1991; Tudorache *et al.*, 2008). En el ámbito ibérico, dicha información está disponible para especies de referencia como puede ser la trucha, el barbo, la boga o el cacho (Branco *et al.*, 2013; Sanz-Ronda *et al.*, 2015, 2016b; Alexandre *et al.*, 2016; Ruiz-Legazpi *et al.*, 2018; Mameri *et al.*, 2019; Bravo-Córdoba *et al.*, 2021b). Por lo tanto, a

la hora de comparar la capacidad de dispersión entre cangrejos exóticos y peces, y así poder determinar parámetros físicos que impidan el movimiento de unos mientras se permita el paso de los otros, la información relativa a los cangrejos es el factor limitante.

En el sur de Alemania, Reino Unido y los EE. UU. también se han construido barreras para proteger a las poblaciones autóctonas de la invasión de cangrejo señal. Los artículos publicados a menudo muestran que no había ninguna función seguimiento realizado; sin embargo, solo se sabrá si la barrera funciona con éxito cuando los invasores la alcancen (Krieg *et al.*, 2021). Todavía hay preguntas abiertas con respecto a la construcción y el mantenimiento a largo plazo de las barreras y la capacidad de para permitir el paso de fauna ictícola.

Para un correcto funcionamiento de una barrera física, es preciso construirla directamente aguas arriba de obstáculos artificiales existentes, como muros, puentes, presas, canales y alcantarillas. Estas estructuras preexistentes conducen a los cangrejos río abajo, impidiéndolos migrar por tierra; así lo demuestran las barreras construidas en Etzgerbach, Lützel, Pfaffern, Roulave y Winterthur (Krieg *et al.*, 2021).

Se deben colocar barreras en ambas orillas para evitar que los cangrejos de río superen el obstáculo realizando movimientos terrestres (Marques *et al.*, 2014). Además, es recomendable construir al menos dos barreras seguidas para reducir el riesgo de una mayor propagación de CEI, asegurando que los cangrejos de río que pasan la primera barrera puedan ser retirados del área intermedia antes de superar el segundo obstáculo (Krieg *et al.*, 2021).

En cuanto al establecimiento de criterios necesarios para diseñar, construir y mantener las barreras, los primeros trabajos se llevaron a cabo bajo condiciones de laboratorio. Frings *et al.* (2013) experimentaron con diferentes velocidades de flujo y pendiente, obteniendo unos valores de referencia límites de aproximadamente 0,65 m/s para la velocidad del agua y pendientes de 25° en sustratos lisos. A la par, otros trabajos como el de (Rosewarne *et al.*, 2013) evaluaron la dispersión del cangrejo señal en el entorno de una pequeña presa con paramentos inclinados, observando una reducción del avance aguas arriba, aunque no su completa erradicación.

Respecto a los factores que influyen sobre la capacidad de locomoción de los cangrejos, entre los más relevantes encontramos la velocidad del agua y la pendiente (Frings *et al.*, 2013; Rosewarne *et al.*, 2013), el sustrato (Krieg *et al.*, 2021) y la temperatura del agua (Bubb *et al.*, 2004; Marques *et al.*, 2014).

Según (Frings *et al.*, 2013), la especie autóctona puede ser protegida por barreras físicas que impidan la migración aguas arriba de CEI sin obstaculizar los movimientos migratorios de los peces. Estas barreras deben presentar características de rugosidad, pendiente y velocidad de flujo adecuadas; para que sean eficaces, deben ofrecer mayores pendientes en situaciones con bajas velocidades de flujo y con superficies de mayor rugosidad, ya que esto proporciona un mejor agarre para los cangrejos.

El diseño y la construcción de la barrera deben ser específicos para cada proyecto, ya que el tamaño del curso de agua, la velocidad del flujo, la accesibilidad, las condiciones de la orilla, etc., cambian la forma en que se debe configurar una barrera (Krieg *et al.*, 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El objetivo principal del presente estudio, es evaluar el comportamiento de las especies exóticas invasoras de cangrejo de río presentes en la península Ibérica (*Procambarus clarkii* y *Pacifastacus leniusculus*), frente a diferentes condiciones del medio para poder determinar de manera objetiva una serie de factores limitantes al movimiento y dispersión de estas especies.

2.2 Objetivos específicos

- (1) Determinar la época de movimiento y dispersión de cangrejos exóticos a lo largo del año y realizar una comparativa entre especies;**
 - a. Definiendo la fenología de los movimientos de las especies de cangrejo objetivo con el fin de identificar los diferentes periodos e intensidades de movimiento.
 - b. Relacionando las características biométricas entre especies y con la época de movimiento.
- (2) Examinar el comportamiento de ambas especies en una escala para peces, analizando sus movimientos de ascenso y descenso;**
 - a. Verificando si los ejemplares estudiados son capaces de realizar movimientos de ascenso y/o descenso dentro de la estructura.
- (3) Demostrar la capacidad de desplazamiento del cangrejo señal ante condiciones de velocidad del flujo y sustrato diferentes;**
 - a. Estableciendo la capacidad de ascenso frente a diferentes sustratos, velocidades de flujo y temperatura del agua.

Unificando las tres tipologías de estudios, podremos averiguar con más detalle la capacidad de dispersión que presentan dichas especies, permitiéndonos en un futuro el diseño de medidas preventivas y correctoras que impidan o dificulten su ascenso en los cursos fluviales.

3 MATERIALES Y METODOLOGÍA

A pesar de que la normativa europea sobre experimentación animal no considera preceptivo autorización para trabajar con crustáceos, el presente estudio se ha realizado de acuerdo con las directrices éticas de la Unión Europea (Directiva 2010/63/UE) y el RD 53/2013 de protección de los animales utilizados con fines científicos, bajo la supervisión de personal acreditado con las categorías A, B, C y D en experimentación animal, así como la autorización de los organismos competentes, es decir, Junta de Castilla y León y Confederación Hidrográfica del Duero. Los datos recogidos y utilizados para la realización del presente estudio se encuentran en el “ANEXO I: DATOS EN BRUTO”.

3.1 Fenología del cangrejo señal y rojo en una escala para peces

3.1.1 Introducción

Las escalas para peces son estructuras franqueables instaladas en obstáculos transversales existentes en el curso de un río que permiten el desplazamiento ascendente y descendente de fauna ictícola. La libre circulación de los peces es necesaria para el mantenimiento de unas poblaciones en buen estado y para evitar el aislamiento reproductor (Martínez de Azagra, 1999). La tipología más común de pasos para peces a nivel mundial son las escalas de estanques sucesivos o de artesas (Martínez de Azagra, 1999; Larinier, 2002; Armstrong *et al.*, 2004; Sanz-Ronda *et al.*, 2013; Fuentes-Pérez *et al.*, 2014), ver Figura 9.



Figura 9. Escala para peces de artesas situada en el río Duero (Burgos). Vadocondes (a) y Guma (b). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Este tipo de escalas conectan masas de agua arriba y abajo de un obstáculo transversal mediante una serie de depósitos o “estanques” colocados de forma consecutiva a modo de escaleras entre las que el agua fluye a través de tabiques vertientes, vertederos, hendiduras u orificios (Clay, 1995; Martínez de Azagra, 1999; DVWK, 2002; Larinier 2002; Sanz-Ronda *et al.*, 2013).

3.1.1.1 Zona de estudio

Se realizaron una serie muestreos puntuales en una escala para peces (Figura 10 y 11) situada en el río Duero, en la localidad de Guma (Burgos).



Figura 10. Escala para peces de Guma, río Duero (Burgos). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Pertenece a la categoría de escalas de artesas o estanques sucesivos y presenta vertederos sumergidos con orificio de fondo (Tabla 1).

Tabla 1. Características geométricas de las secciones de escala para peces de Guma. Fuente: Francisco Javier Bravo Córdoba, 2018.

Características geométricas	
Altura total del agua para ascender	2,25 m
Disipación de energía volumétrica*	121 ± 10 W/m ³
Caudal de descarga**	0,27 ± 0,01 m ³ /s
Pendiente	8,77%
Dimensión del estanque (longitud x anchura x profundidad)	2,60 x 1,60 x 1,32 m
Desnivel entre estanques	0,25 m
Ancho de las muescas	0,30 m
Velocidad del agua en los vertederos***	1,29- 0,07 m/s
Tamaño del orificio inferior	0,20 x 0,20 m
Velocidad del agua en los orificios***	1,94 ± 0,09 m/s

* *Disipación de Energía Volumétrica como valor medio de los estanques en estudio.*

** *Obtenido a través de medición por dilución química, usando Rhodamine WT.*

*** *Mediciones directas con un medidor de hélice Modelo 2100 (Swoffer Instruments Inc.).*

Las coordenadas origen de la escala son las siguientes (ETRS89 UTM 30N):

- **X: 454.715,80 m**
- **Y: 4.609.634,84 m**



Figura 11. Escala para peces de Guma (Burgos) situada en el río Duero. Fuente: Google Maps (2022).

3.1.1.2 *Especies objeto de estudio*

Las especies exóticas invasoras que van a ser muestreadas son el cangrejo rojo y señal.

3.1.2 *Procedimiento de muestreo*

Para la determinación fenológica de las especies objetivo, se utilizará la escala como lugar de captura de los individuos.

Esta escala para peces presenta un dispositivo hidráulico-mecánico que permite regular el caudal (compuerta hidráulica), esto nos posibilita disminuirlo y alcanzar su vaciado. Una vez vaciada la escala (Figura 12), se efectuó un muestreo manual dentro de cada estanque, capturando y almacenando los individuos uno por uno (las capturas se realizaron durante los meses de enero a diciembre para el año 2019, de abril a septiembre para el año 2021 y los meses de mayo y junio para el año 2022).



Figura 12. Vaciado de la escala para peces. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

Una vez recogida la muestra, se procedió a la medición de los ejemplares. Para cada ejemplar se realizaron medidas cuantitativas (peso y longitud) y cualitativas (sexo (Figura 13), especie y observaciones de relevancia). También se contabilizó la temperatura del agua y el caudal circulante (año 2019).

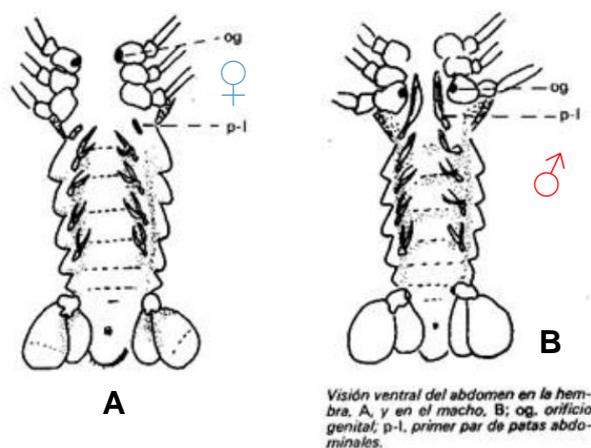


Figura 13. Dimorfismo sexual del cangrejo de río (primer par de pleópodos más largos en machos “B” que en hembras “A”). Fuente: ETSIIAA (Zoología), 2020.

Los datos recogidos servirán como base para la ejecución de la siguiente etapa del estudio.

3.1.3 Tratamiento de los datos

Los datos recogidos fueron procesados con el programa computacional Microsoft Excel, agrupándolos en una tabla que nos permitió realizar un correcto registro y manejo. En la Tabla 2, se puede observar la disposición de los datos distribuidos mensual y diariamente, registrando el peso (g), la longitud (mm), el sexo (macho o hembra) y la especie (rojo o señal) de cada individuo.

Tabla 2. Ejemplo de organización de los datos recogidos en la escala de Guma, río Duero (parte del muestreo realizado el 28 de julio de 2021). Longitudes en milímetros y pesos en gramos.

LUGAR	ORIGEN	MES	FECHA	ESPECIE	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CEFALOTORAX	PESO	SEXO
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	120	60	61	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	65	32	9	H
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	92	43	23	H
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	78	38	14	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	87	45	26	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	84	42	22	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	103	53	48	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	93	46	28	H
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	18	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	101	54	44	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	110	55	56	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	48	31	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	34	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	100	52	28	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	106	55	38	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	110	57	28	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	33	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	101	54	29	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	45	25	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	108	57	40	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	43	26	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	98	50	24	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	92	50	25	M
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	44	20	H

3.1.3.1 Distribución anual de cangrejos en la escala

En primer lugar, se analizó la presencia de cangrejos (n) en función de la temperatura del agua (°C) y del caudal (m³/s), (Tabla 3). Este primer estudio se realizó en base a los datos recogidos durante el año 2019 (único año donde se muestrearon los 12 meses).

Tabla 3. Datos diarios (medios) del caudal y temperatura del río Duero a su paso por la escala de Guma (mes de mayo de 2019). Fuente: CHD, 2019.

Fecha	Q (m ³ /s)	T ^a (°C)
01/05/2019	27,61	14,3
02/05/2019	23,38	15,2
03/05/2019	20,81	15,3
04/05/2019	21,14	14,7
05/05/2019	18,1	14,8
06/05/2019	16,61	14,7
07/05/2019	15,55	15,15
08/05/2019	14,83	15,1
09/05/2019	12,03	14,5
10/05/2019	11,95	14,55
11/05/2019	12,32	15
12/05/2019	11,99	15,05
13/05/2019	11,75	15
14/05/2019	9,54	15,3
15/05/2019	8,98	15,8
16/05/2019	9,2	16,2
17/05/2019	9,51	15,9
18/05/2019	9,8	15,6
19/05/2019	10,67	14,8
20/05/2019	10,56	14,3
21/05/2019	8,86	14,6
22/05/2019	7,05	15,5
23/05/2019	7,14	16
24/05/2019	8	16,8
25/05/2019	7,43	16,8
26/05/2019	7,33	16,8
27/05/2019	9,43	17
28/05/2019	8	17,15
29/05/2019	5,65	17,15
30/05/2019	4,8	17,4
31/05/2019	5,39	17,8

3.1.3.2 Relaciones biométricas

En segundo lugar, para los tres años muestreados, se extrajeron los datos de longitud y peso, de esta forma se pudo realizar un análisis comparativo entre la longitud total (mm) y el peso (g), y, entre la longitud del cefalotórax y la total (mm), para ambas especies (Figura 14).

➤ Relación longitud-peso

Se relacionó la longitud de los ejemplares con el peso, por especie, y se calculó la curva que define la relación exponencial entre la longitud y el peso del cangrejo.

La curva vino definida por su ecuación y coeficiente de determinación;

$$P = a \cdot L^b$$

Donde;

P: peso del individuo en gramos.

L: longitud del individuo en centímetros.

También se decidió aplicar el Factor de Condición de Fulton (FCF), comúnmente conocido como (K), que es utilizado para los peces, cuya finalidad, es comparar la “condición” o “bienestar” de un individuo o población, basándose en que los ejemplares de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006).

El estado de condición por individuo se estimó mediante el índice de Fulton (K), (Ricker, 1975);

$$K = 100 \cdot \left(\frac{P}{L^3} \right)$$

Donde;

P: peso del individuo en gramos.

L: longitud del individuo en centímetros.

* Se decidió multiplicar por 10 con el fin de mejorar su interpretación.

Esta relación nos permitió conocer la evolución del FCF de los cangrejos a lo largo del tiempo (meses de mayo, julio y septiembre) por especie y sexo.

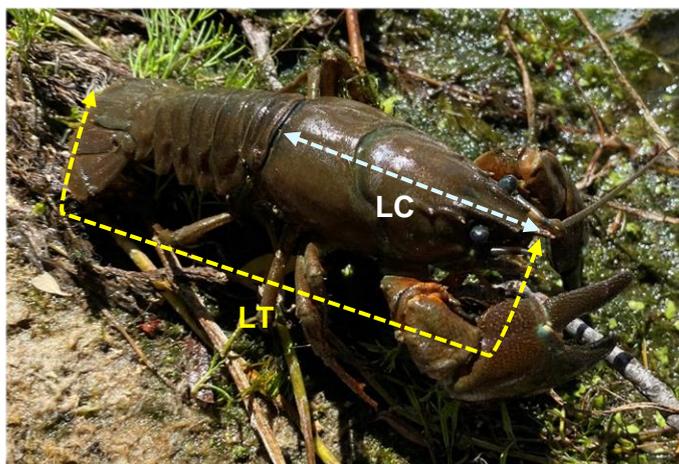


Figura 14. Longitud del cefalotórax (LC) y total (LT) de un ejemplar de cangrejo señal.

➤ Relación longitud total-cefalotórax

Esta relación permitió estudiar las diferencias morfológicas presentes en ambas especies y permitió la obtención de un coeficiente para explicar la proporción existente entre la longitud total del cangrejo y su cefalotórax (Figura 14).

➤ **Ratio de sexos**

A partir de los datos recogidos en los muestreos puntuales se realizó una distribución mensual por especie y sexo. Sólo se sexaron ejemplares durante 4 meses, por lo tanto, únicamente se pudieron analizar los meses de mayo, junio, julio y septiembre del año 2021 y los meses de mayo y junio de 2022.

3.1.4 Análisis estadístico

Se ha realizado un ajuste de modelos de regresión lineal para explicar la longitud total en función de la longitud del cefalotórax en los cangrejos rojo y señal, aplicando un contraste de hipótesis para la igualdad de los coeficientes de la regresión en ambas especies. Para explicar el peso en función de la longitud total al cubo, se realizó un ajuste de modelos de regresión lineal, aplicando un contraste de hipótesis para la igualdad de los coeficientes de la regresión en ambas especies.

3.2 Movimientos del cangrejo señal y rojo en una escala para peces

3.2.1 Introducción

Este apartado corresponde al estudio de los movimientos de ascenso y descenso de los cangrejos en la escala para peces, para conocer el comportamiento de cada individuo (extraído de la propia escala), y poder demostrar su evolución a lo largo del tiempo (a través de un seguimiento por telemetría y monitoreo de vídeo).

3.2.1.1 Zona de estudio

Se realizaron dos tipologías de experimentos, en dos escalas diferentes, la primera situada en localidad de Guma (Burgos), y la segunda en Quintana del Puente (Palencia).

En la primera escala se estudiaron movimientos ascendentes y descendentes para las dos especies, en cambio, en la escala de Quintana del Puente, únicamente se evaluaron los movimientos ascendentes para el astácido exótico.

La segunda escala se encuentra en el término municipal de Quintana del Puente, por donde circula el río Arlanza. Es una escala mixta que presenta en primer lugar artesas conectadas por hendiduras verticales, y en segundo lugar artesas conectadas por vertederos sumergidos y orificios de fondo (Figura 15 y 16).



Figura 15. Escala para peces de Quintana del Puente (Palencia). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Las coordenadas origen de la escala son las siguientes (ETRS89 UTM 30N):

- X: 399.172,40 m
- Y: 4.658.696,92 m

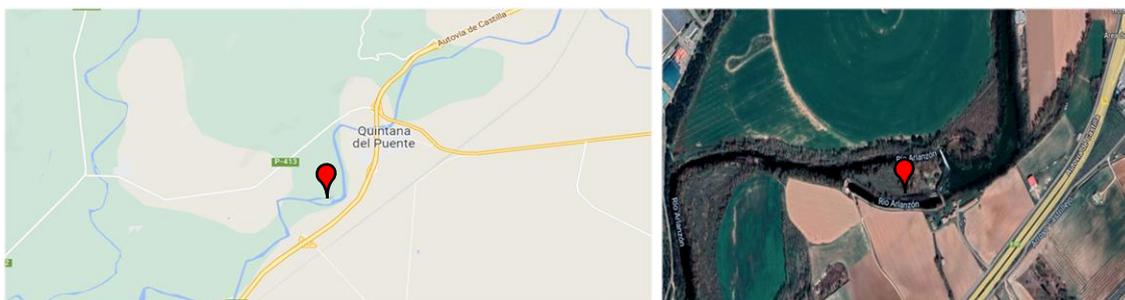


Figura 16. Localización de la escala de Quintana del Puente (Palencia). Fuente: Google Maps, 2022.

3.2.1.2 *Especies objeto de estudio*

Como se ha expuesto con anterioridad, las especies exóticas invasoras que van a ser evaluadas son el cangrejo rojo y señal.

3.2.1.3 *Procedimiento de muestreo*

El procedimiento de muestreo es el utilizado en el estudio fenológico, donde en primer lugar se vació la escala y seguidamente se ejecutó un muestreo manual por toda la estructura, escogiendo ejemplares con las características requeridas.

3.2.2 Seguimiento por telemetría (escala de Guma)

3.2.2.1 Descripción de la muestra

La muestra se compuso por veinte ejemplares, realizando dos experimentos (cuarenta ejemplares) en dos meses diferentes (julio y septiembre).

Para el primer experimento (ejecutado el día 7 de julio de 2021), se realizó un marcaje sobre una única especie, el cangrejo señal. Se insertaron transpondedores a veinte cangrejos (también se marcaron y soltaron dos individuos, que actuaron como control); diez fueron marcados internamente y diez de forma externa. Para los cangrejos marcados externamente, se decidió escoger hembras adultas [> 45 mm (CL)], mientras que para los marcados internamente no fue necesario discriminar en el sexo, pero sí en el tamaño [> 40 mm (CL)], evitando así que el PIT pueda ocasionar daños internos.

Para el segundo experimento (realizado el 9 de septiembre de 2021), se trabajó con ambos CEI, marcando de forma interna y externa dos ejemplares de cangrejo señal y ocho de cangrejo rojo (veinte ejemplares).

3.2.2.2 Marcaje de cangrejo rojo y señal con transpondedor integrado pasivo (PIT)

Las etiquetas de transpondedor integrado pasivo (PIT) son módulos electrónicos sellados que cuando atraviesan un campo electromagnético, creado por una antena externa, devuelven la información programada en ellos (número de identificación único).

La etiqueta consta de un chip de circuito integrado, un condensador, y bobina de antena encapsulada en un cilindro de vidrio. El campo electromagnético es producido por la unidad de lectura que induce corriente en la bobina de la antena, que energiza el circuito integrado y hace que la etiqueta transmita su código de identificación electromagnético al receptor (Roussel *et al.*, 2000).

Los sistemas funcionan con el lector emitiendo un campo electromagnético continuo, el lector es capaz de recibir señales emitidas por etiquetas al mismo tiempo que produce el campo electromagnético.

Las etiquetas PIT no necesitan de una fuente de alimentación para su funcionamiento ya que se activan al paso por un campo electromagnético. Teóricamente pueden permanecer funcionales indefinidamente. Son fisiológicamente neutros, y debido a su pequeño tamaño pueden ser implantadas quirúrgicamente (Bubb, 2004).

La radiotelemetría y el marcado-recaptura se han utilizado en varios estudios para analizar los movimientos de los cangrejos de agua dulce (Robinson *et al.*, 2000).

En este estudio, fue necesario realizar un marcaje con un sistema de telemetría, con el objetivo de registrar todos los movimientos ascendentes y descendentes en la escala. Para la realización del marcaje se implantaron externa e internamente a cada cangrejo su marca *PIT-Tag* (Figura 17).

Este método ha sido probado con muchas especies piscícolas, evidenciando que no tiene efectos negativos ni en términos de supervivencia (Brown *et al.*, 1999; Ostrand *et al.*, 2011). Para cangrejos, se han realizado marcajes externos e internos.



Figura 17. Transpondedor Integrado Pasivo (PIT). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Los marcajes internos no tienen un efecto significativo sobre la supervivencia, la muda o el crecimiento de los ejemplares, y la retención de marcas es del 100 % (Bubb *et al.*, 2002).

Las etiquetas de transpondedor integrado pasivo (PIT) son fisiológicamente neutrales, con un tamaño físico modesto (12 mm) que permite la implantación interna en animales relativamente pequeños (Figura 18), esto proporciona la ventaja en los cangrejos de río que potencialmente no se pierden durante la muda.

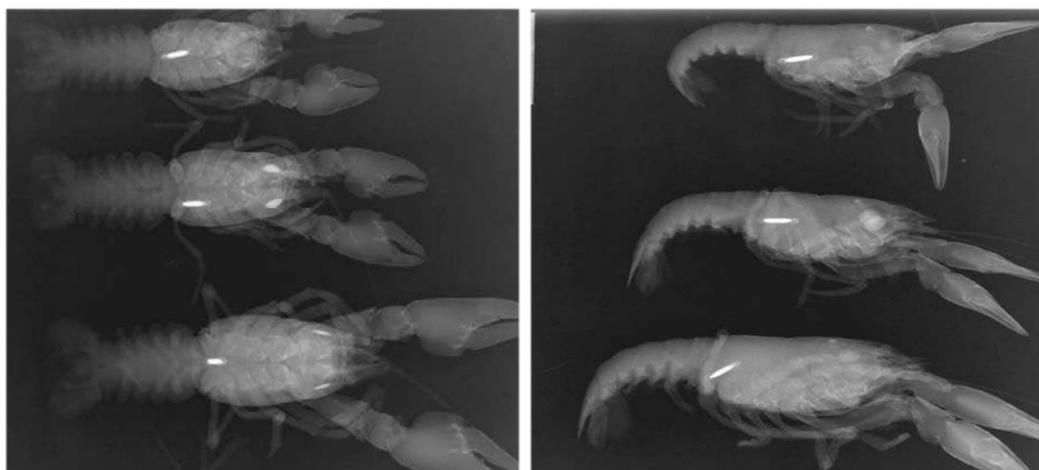


Figura 18. Radiografías de tres cangrejos (*Pacifastacus leniusculus*), marcados internamente con PIT. Fuente: Damian H. Bubb y Martyn C. Lucas, 2002.

Para marcajes externos en artrópodos, un problema importante es que la marca (PIT) puede perderse durante la muda. La identificación de cangrejos de río y otros decápodos debe basarse en un sistema que utilice marcas con una baja tasa de rechazo en la muda, siendo dichas marcas legibles externamente con un mínimo de molestia para el ejemplar. Por lo tanto, para marcajes soportados por el exoesqueleto, debemos tener en cuenta las variables dependientes del proceso de ecdisis, que son fundamentalmente la edad, el sexo, el tamaño y la época del año.

Los tamaños que se enuncian a continuación son los del cefalotórax (CL) para el cangrejo señal:

- En su primer año de vida, los ejemplares juveniles mudan 13-14 veces, con un crecimiento total de aproximadamente de 20,3 mm (CL).
- En su segundo año de vida, mudan 5-6 veces.
- En su tercer año, 3 veces.
- Finalmente, en su cuarto año de vida y en adelante, mudan 1-2 veces.

El marcaje de cangrejos se realizó en ejemplares de al menos cuatro años de edad, los cuales realizarán anualmente, una o dos mudas (machos) y una muda (hembras). Los machos adultos (cuarto año de vida), realizan una o dos mudas, la primera suele tener lugar antes de julio y la segunda tiene lugar entre mediados de agosto y septiembre. El tamaño de los ejemplares de cangrejo señal de 2-3 años, en hembras, pueden alcanzar máximos de 56 mm (CL), y en machos, de 60 mm (CL).

Como en nuestro estudio tuvimos elegir ejemplares con una edad mínima de cuatro años, evitando así más de dos mudas anuales, fue necesario realizar el marcaje de individuos con tamaños mayores de 40 mm (CL) para hembras y 50 mm (CL) para machos, asegurando que los ejemplares han alcanzado dicha clase de edad.

El marcaje externo de hembras adultas, nos proporciona una mayor seguridad, ya que únicamente mudan una vez al año, durante los meses de julio y agosto. Por esta razón, el marcaje sobre el exoesqueleto de dichos ejemplares, debió realizarse a finales de junio o principios de julio, y, durante el mes de septiembre (periodos de mayor actividad).

3.2.2.2.1 Marcaje externo

Los transpondedores (23 mm) fueron implantados con cianoacrilato en el cefalotórax (Figura 19). Para instalarlos correctamente, se decidió colocar una base de politetrafluoroetileno (PTFE), de esta forma, se garantizó su correcta fijación. Antes de colocar el PIT, se limpió y secó el caparazón, y una vez preparada la superficie, se impregnó con cianoacrilato, colocando en primer lugar el transpondedor para después instalar el monofilamento de PTFE, rodeando el microchip hasta conseguir la consistencia requerida (8-10 vueltas).



Figura 19. Marcaje externo de cangrejos exóticos invasores. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

3.2.2.2.2 Marcaje interno

Para el marcaje interno (Figura 21) fue necesario realizar una implantación quirúrgica, esta se llevó a cabo sujetando al animal alrededor del cefalotórax con la superficie ventral hacia arriba, haciendo una incisión con la punta de una aguja hipodérmica estéril (Figura 20) con calibre de 2,5 mm de diámetro, en la base del quinto pereopodo (a través de la cutícula y del tejido subyacente).



Figura 20. Aguja hipodérmica estéril. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Después se insertó una etiqueta PIT de 12 mm (encapsulada en vidrio) a través de la incisión, empujando suavemente para que depositara debajo de la glándula digestiva (hepatopáncreas) y por encima de la musculatura segmentaria. Finalmente se aplicó un producto cicatrizante.



Figura 21. Marcaje interno de cangrejo rojo. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

3.2.2.3 *Tratamiento de la muestra*

Una vez implantados los transpondedores, la muestra se mantuvo 24 horas en reposo dentro de una caja cerrada con paredes ranuradas (fase de recuperación) en el río Duero (a escasos metros de la escala), de esta forma, se pudo comprobar como afectaba el marcaje interno (tasa de supervivencia) y si los PIT externos se mantenían correctamente fijados en su exoesqueleto.

Una vez pasado el periodo de recuperación (24 horas), se obtuvo:

- Una tasa de supervivencia del 100% para ambos lotes.
- Pérdida de un transpondedor implantado externamente, para un único individuo y para un único lote (se volvió a implantar el día del experimento).

3.2.2.4 *Ejecución del experimento*

Antes del comienzo del experimento, se colocaron una serie de antenas (4) distribuidas por la escala (Figura 22a). Las antenas 1 y 4 se localizaron en los extremos de la escala, con el objetivo de registrar si hubo salidas de cangrejo fuera de la estructura. Las antenas 2 y 3 se localizaron en una artesa, localizando la antena 3 en el orificio de fondo y la antena 2 en el vertedero (Figura 22b).

Finalmente, a las 15:30 horas, se liberaron los ejemplares en el estanque de descanso aguas arriba de la pared, donde están las antenas 2 y 3.

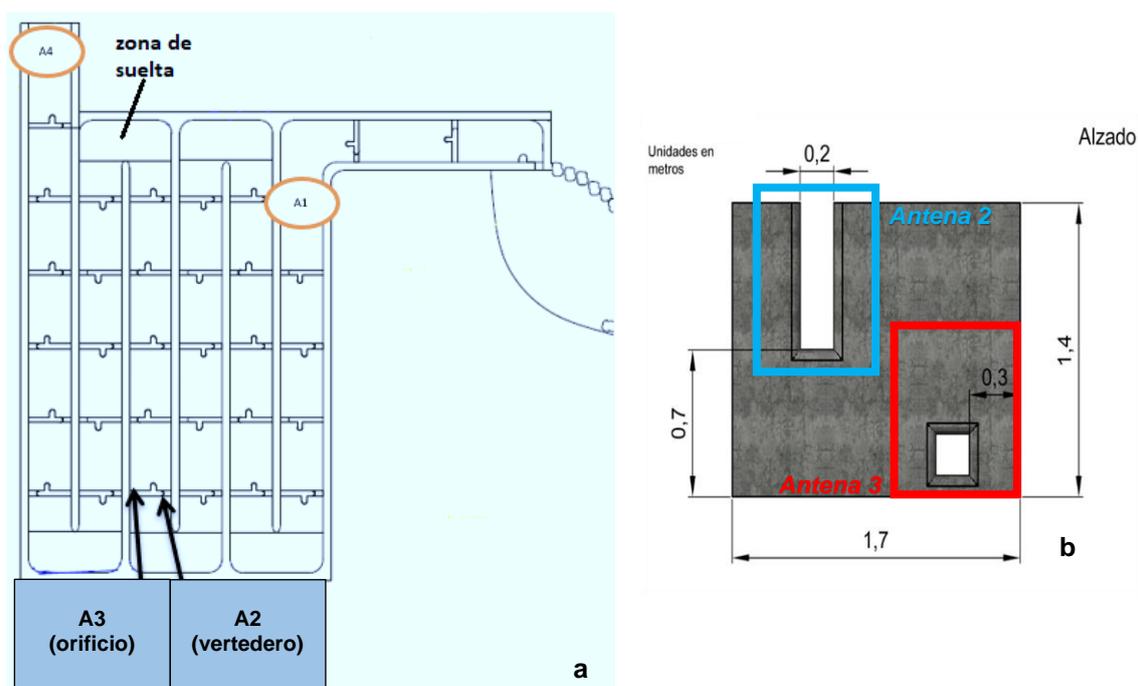


Figura 22. Izquierda: esquema de la distribución de antenas en la escala de Guma. Derecha: distribución antenas 2 y 3 en artesa. Fuente: Francisco Javier Bravo Córdoba, 2022 (Esquema) y Alberto Navas Pariente, 2016 (alzado de artesa).

3.2.3 Seguimiento por monitoreo de vídeo (escala de Quintana del Puente)

El objetivo es evaluar la capacidad de movimiento que presenta el cangrejo señal aguas arriba a través de los orificios de la escala.

3.2.3.1 Descripción de la muestra

Los experimentos se ejecutaron en junio de 2021 empleando únicamente cangrejo señal, y utilizando cuatro lotes (cinco cangrejos por lote).

3.2.3.2 Preparación y ejecución del experimento

En primer lugar, se cerró la compuerta, vaciando la escala, de esta forma se pudieron instalar los componentes necesarios para la realización del experimento.

Para analizar los movimientos ascendentes de los ejemplares se instaló una jaula (Figura 23) en el orificio de fondo de una de las paredes de separación entre estanques, en la zona posterior (aguas abajo).



Figura 23. Preparación del experimento para el seguimiento por monitoreo de vídeo. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

Una vez alcanzado el nivel deseado en el estanque, a través de una tubería de inyección, se introdujeron los cangrejos en dicha jaula. En el interior de la misma se instaló una cámara de vídeo que registró de forma continua el movimiento de los cangrejos. La velocidad del flujo en los orificios fue de 1,9-2 m/s y cada lote permaneció 30 minutos.

3.2.4 Tratamiento de los datos

3.2.4.1 Seguimiento por telemetría

Antes de la ejecución del experimento, se registraron valores cuantitativos y cualitativos de los ejemplares, anotando la especie, el tipo de marcaje y el número de transpondedor (Tabla 4).

Utilizando como referencia los datos recogidos por el lector (desde la suelta de los lotes), se realizó una comprobación para detectar si los cangrejos marcados (Tabla 4) realizaron o no, movimientos ascendentes y/o descendentes por la escala. La comprobación se realizó con el programa Microsoft Excel utilizando una serie de filtros y el buscador.

Tabla 4. Seguimiento por telemetría. (Los valores en rojo son los individuos de control).

Mes	Especie	Marcaje	nº PIT
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48097
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48118
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48069
JUL	SEÑAL	EXTERNO	43639
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48085
JUL	SEÑAL	EXTERNO	43621
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48063
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48070
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48047
JUL	SEÑAL	EXTERNO	48088
JUL	SEÑAL	INTERNO	4599
JUL	SEÑAL	INTERNO	4568
JUL	SEÑAL	INTERNO	4510
JUL	SEÑAL	INTERNO	4565
JUL	SEÑAL	INTERNO	4549
JUL	SEÑAL	INTERNO	4535
JUL	SEÑAL	INTERNO	4520
JUL	SEÑAL	INTERNO	4524
JUL	SEÑAL	INTERNO	4531
JUL	SEÑAL	INTERNO	4597
JUL	SEÑAL	INTERNO	4572
JUL	SEÑAL	INTERNO	4538
SEPT	SEÑAL	INTERNO	8813
SEPT	SEÑAL	INTERNO	8833
SEPT	ROJO	INTERNO	8899
SEPT	ROJO	INTERNO	8825
SEPT	ROJO	INTERNO	8855
SEPT	ROJO	INTERNO	8862
SEPT	ROJO	INTERNO	8890
SEPT	ROJO	INTERNO	8880
SEPT	ROJO	INTERNO	8818
SEPT	ROJO	INTERNO	8837
SEPT	ROJO	EXTERNO	48132
SEPT	ROJO	EXTERNO	43608
SEPT	ROJO	EXTERNO	1226
SEPT	ROJO	EXTERNO	1546
SEPT	ROJO	EXTERNO	1215
SEPT	ROJO	EXTERNO	1483
SEPT	ROJO	EXTERNO	43696
SEPT	ROJO	EXTERNO	1536
SEPT	ROJO	EXTERNO	1459
SEPT	ROJO	EXTERNO	48096

3.2.4.2 Seguimiento por monitoreo de vídeo

Para la recogida de la información captada por la cámara de vídeo, fue necesaria la revisión de los cuatro vídeos.

3.3 Capacidad de ascenso voluntario del cangrejo señal ante barreras hidráulicas

3.3.1 Introducción

La propagación de especies invasoras de cangrejos de río significa una amenaza global para las especies autóctonas, tanto para cangrejos como para otras especies de flora y fauna. Tratando de detener su propagación, se han utilizado diferentes métodos, siendo los más prometedores los relacionados con las barreras físicas. En su diseño es

fundamental conocer los límites de capacidad que presenta la especie para moverse en diferentes escenarios, aunque hasta la fecha hay pocos estudios al respecto.

Este estudio analiza la capacidad de movimiento volitivo aguas arriba del cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) en un canal abierto de laboratorio, relacionándolo con factores ambientales (rugosidad del lecho, velocidad del flujo, temperatura del agua y horas del día) y biométricos (longitud del caparazón, peso y sexo), con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre su capacidad de dispersión.

Se realizaron veinticuatro ensayos con cinco individuos por ensayo, registrando todos los movimientos de manera individualizada con la ayuda de etiquetas numeradas. Estos movimientos fueron chequeados por observación directa durante los experimentos y a través de monitoreo de video.

3.3.2 Descripción de la muestra

En el siguiente estudio se ha trabajado con una sola especie, el cangrejo señal. Fue necesario recoger una muestra de cangrejos suficientemente amplia para que el análisis estadístico posea un grado de fiabilidad adecuado.

La muestra compuesta por 120 ejemplares, se organizó en lotes de 5 individuos, realizando un total de 24 experimentos, de 30 minutos de duración, a lo largo de 3 días y en horario diurno (mañana y tarde). Dicha muestra se compuso de ejemplares extraídos de forma aleatoria, integrando así individuos de diversos tamaños y sexos.

3.3.3 Procedimiento de muestreo

La recogida de los ejemplares se realizó un día antes de la ejecución del experimento, en un punto de agua cercano, utilizando técnicas adecuadas para que la muestra no sufriera daños o lesiones.

Los individuos capturados (Figura 24), fueron acopiados en el laboratorio (24 horas), bajo condiciones adecuadas de luminosidad y temperatura (la tasa de supervivencia fue del 100%). Una vez pasado el tiempo de recuperación, los ejemplares fueron empleados para la experimentación.



Figura 24. Ejemplares de cangrejo señal recién extraídos de la estación de muestreo. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

3.3.3.1 Localización

El muestreo de cangrejo señal se ejecutó en el río Carrión (Figura 25), en el término municipal de Monzón de Campos (Palencia).

Las coordenadas del punto de extracción de los individuos son las siguientes (ETRS89 UTM 30N):

- **X: 376.401,86 m**
- **Y: 4.665.106,29 m**

La altitud de 750 msnm.

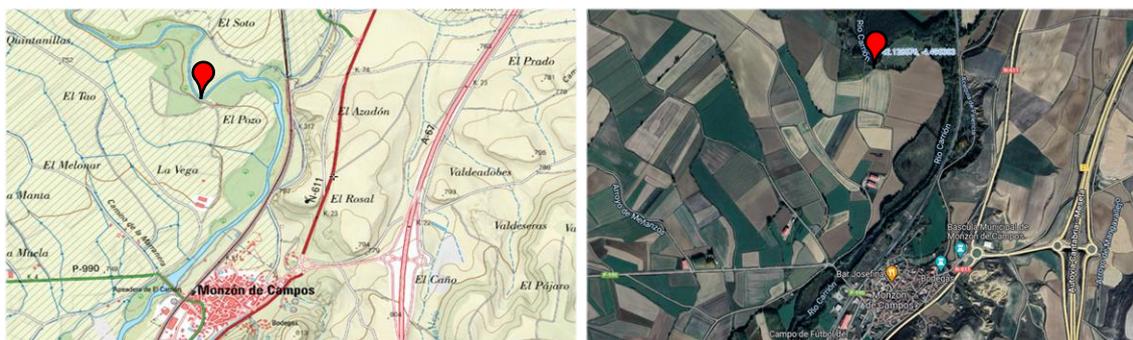


Figura 25. Localización de la estación de muestreo. Fuente: Google Maps y SigPac (2022).

3.3.3.2 Técnica de muestreo

El método de extracción consistió en la disposición de redes distribuidas a lo largo de una zona preestablecida (estación de muestreo). El número de cangrejos necesarios por día fue de 60 individuos, de los cuales 40 se utilizarían para experimentar, mientras que los 20 restantes se emplearían si existiese un porcentaje de mortalidad u otro tipo de problemática.

En cada muestreo se colocaron un máximo de seis redes distribuidas de forma regular, con una separación de cinco metros por red y cubriendo una zona de treinta metros.

Para el almacenamiento de los ejemplares, se utilizó una espuesta de polietileno de 20 L de capacidad, con dos oxigenadores, garantizando el bienestar de los cangrejos durante el transcurso del muestreo y en su traslado al laboratorio.

3.3.4 Preparación del experimento

3.3.4.1 Preparación de la muestra

Una vez recogida la muestra, fue instalada en el laboratorio dentro de un acuario bajo condiciones de temperatura, oxígeno y luminosidad apropiadas para la especie.

Como se menciona anteriormente, la muestra de cangrejos se compuso de 120 ejemplares, organizados por lotes de 5 individuos (24 experimentos), en cada experimento, se tomaron medidas cuantitativas (peso y longitud) y cualitativas (sexo y observaciones de relevancia), ver Tabla 5; después se numeraron (etiquetado sobre su exoesqueleto por ambos lados del cefalotórax), ver Figura 26 y 29, de esta forma se pudo registrar visualmente y por monitoreo de vídeo los movimientos de cada cangrejo.



Figura 26. Ejemplares numerados (Lote A). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

3.3.4.2 Preparación del canal hidráulico

El canal hidráulico presenta 35 cm de altura y 6,5 cm de anchura (medidas internas) por 3,5 metros de largo, Figura 28.

Todos los experimentos fueron grabados, por lo tanto, se instalaron dos cámaras fijas, una a la entrada del canal (para observar el momento de entrada de cada individuo y la primera mitad del recorrido) y otra en la parte terminal (registrando el recorrido restante y la llegada de cada ejemplar a la distancia máxima).

Se realizaron tres tipologías de experimentos (tres rugosidades diferentes), de modo que, el día antes de la ejecución de los ensayos, se colocaron una serie de láminas de corcho con la rugosidad (R) requerida para cada experimento, (Figura 27).

Valores de coeficiente de Manning (n) según el *Soil Conservation Service* (para sustrato fino y grueso), y para el material de metacrilato (Chow, 1959).

- **Sustrato fino (R_1):** arena; ($n=0,020$).
- **Sustrato grueso (R_2):** grava gruesa; ($n=0,028$).
- **Sustrato liso (R_3):** metacrilato (PMMA); ($n=0,009$). Material del canal hidráulico.



Figura 27. Láminas de corcho con sustrato liso (izquierda) y sustrato grueso (derecha). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

Las láminas de corcho se aseguraron en la base del canal hidráulico con la aplicación de silicona transparente, de esta forma, se evitó su desprendimiento y se garantizó el correcto funcionamiento del experimento.

Tras finalizar la instalación del sustrato, se cubrieron los lados interior y superior del canal con una lámina de polietileno negra, con el fin de conseguir unas condiciones lumínicas adecuadas (especie lucífuga).

El día de la extracción de los ejemplares, se procedió al llenado del canal hidráulico (Figura 28) con agua del mismo río. Para transportar el agua del río Carrión al laboratorio, fue necesario utilizar un bidón de plástico de 100 L de capacidad.

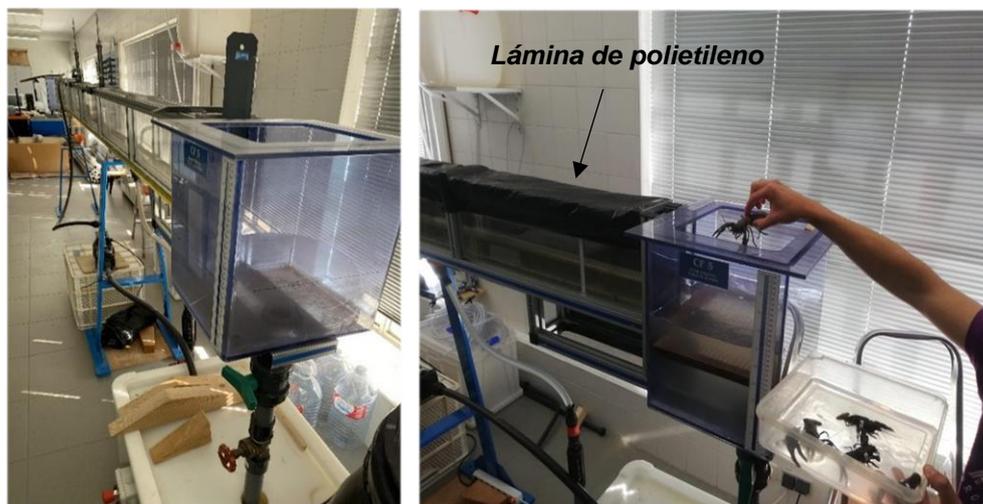


Figura 28. Canal hidráulico vacío (izquierda) y lleno (derecha). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

Una vez lleno el canal, se activó la bomba (encargada de transferir energía al fluido para permitir la recirculación), y acto seguido, se reguló la velocidad del flujo variando la pendiente y la carga del canal. Como se trabajó con dos velocidades (0,43 y 0,86 m/s), antes de comenzar cada experimento, se comprobó que el flujo mantenía la velocidad requerida, y que esta, permaneciera constante. Para conseguir la velocidad deseada, fue necesario regular la pendiente y la carga del canal:

- Sustrato fino: con una pendiente de 0 % y carga de 7,5 cm se consiguió una velocidad de 0,43 m/s, mientras que con una pendiente de 0,9 % y una carga de 4 cm obtuvimos la velocidad de 0,86 m/s.
- Sustrato grueso: con una pendiente de 0,15 % y carga de 7,5 cm se consiguió una velocidad de 0,43 m/s, mientras que con una pendiente de 1,4 % y una carga de 7 cm obtuvimos la velocidad de 0,86 m/s.
- Sustrato liso: con una pendiente de 0 % y carga de 6,5 cm se consiguió una velocidad de 0,43 m/s, mientras que con una pendiente de 1,97 % y una carga de 7 cm obtuvimos la velocidad de 0,86 m/s.

3.3.5 Ejecución del experimento

Finalizada etapa de preparación, dio comienzo la etapa experimental. Como se puede observar en la Figura 28 y 30, la parte inicial del canal presenta un compartimento, en ese espacio se colocaron los lotes (cinco cangrejos) y una vez instalados, fueron

realizando movimientos ascendentes (Figura 29) por el canal durante treinta minutos; dichos movimientos fueron registrados *in situ* (Figura 30 y Tabla 8) y por monitoreo de vídeo (Figura 30).

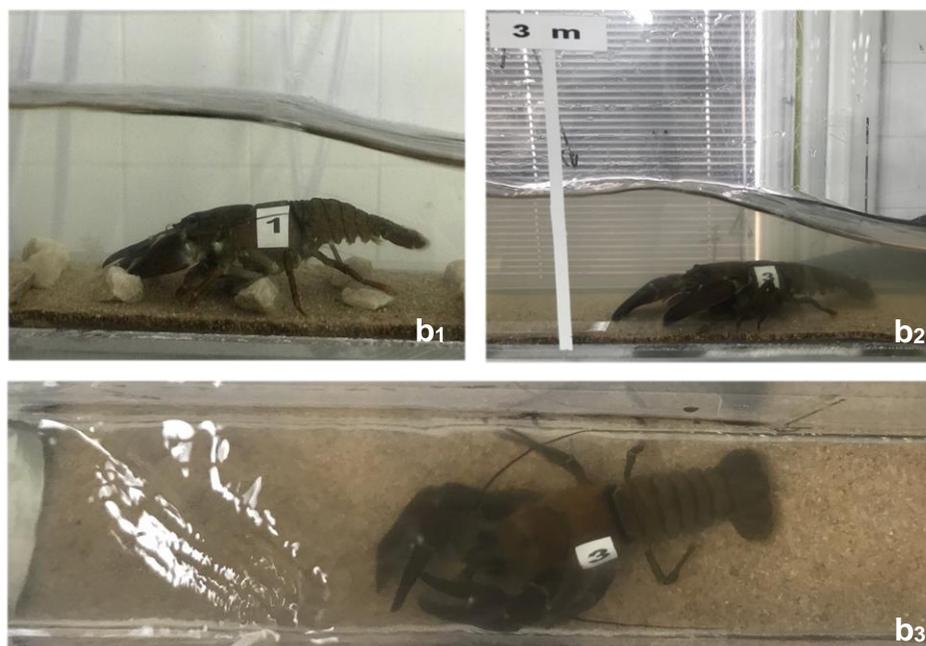


Figura 29. Cangrejo señal recorriendo el canal hidráulico con flujo en régimen supercrítico sobre sustrato grueso (b₁) y con flujo en régimen supercrítico sobre sustrato fino (b₂ y b₃). Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

3.3.6 Tratamiento de los datos

Para asegurar una recogida eficaz de los datos, fue necesario grabar los experimentos (Figura 30), de esta forma, se pudieron contabilizar todos y cada uno de los movimientos efectuados por los cangrejos. No obstante, en el transcurso de los experimentos, se realizaron una serie de tablas donde se registraron dichos movimientos, para que, de forma conjunta con los vídeos, pudiéramos conocer de manera independiente el recorrido de cada ejemplar.

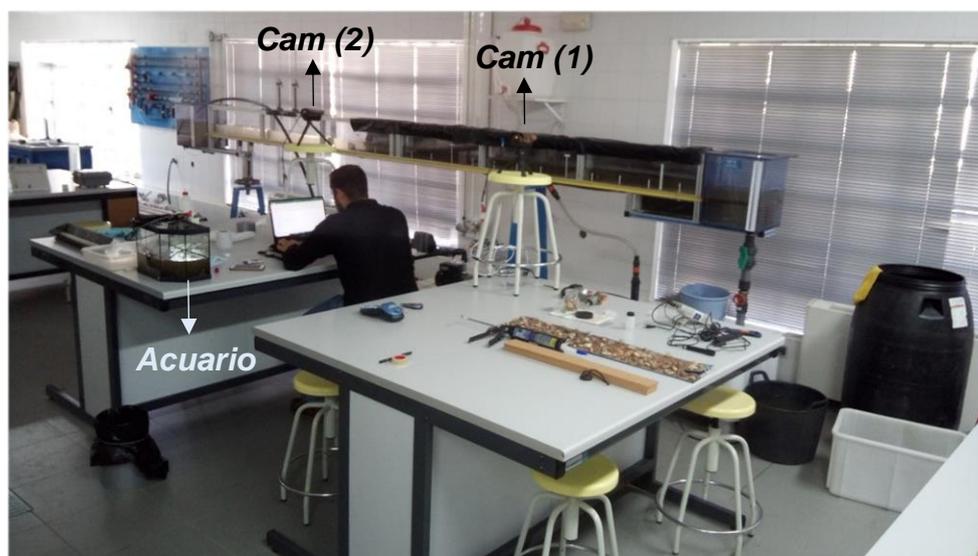


Figura 30. Fase de experimentación y recogida de datos. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

Antes del comienzo de cada experimento, se anotaron las mediciones cuantitativas de cada lote (peso y longitud) y cualitativas (sexo y observaciones de relevancia), ver Tabla 5.

Tabla 5. Ejemplo de mediciones cualitativas y cuantitativas de los cangrejos experimentados. (Experimento número 5, en sustrato grueso a velocidad baja).

N.º	L total (mm)	L cefalotórax (mm)	Peso (g)	Sexo	Observaciones
1	112	57	47	Macho	
2	99	48	30	Hembra	
3	86	41	18	Macho	Falta pinza derecha
4	85	41	23	Macho	
5	95	46	26	Hembra	

Con el dispositivo PCE-PHD1 (Figura 31), se midieron los parámetros fisicoquímicos del agua, anotando los parámetros del canal hidráulico y del acuario (conductividad eléctrica, temperatura del agua y oxígeno disuelto), ver Tabla 6 y 7.



Figura 31. Dispositivo PCE-PHD 1, para la medición de parámetros fisicoquímicos del agua. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2022.

Tabla 6. Parámetros registrados del canal hidráulico. (Experimento número 5, en sustrato grueso a velocidad baja).

Momento	Hora	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	O ₂ (mg/L)	Temperatura del agua (°C)
Inicio	16:10	262	9,5	23,5
Final	16:40	-	-	24,7

Tabla 7. Parámetros del acuario donde se mantuvieron los ejemplares antes del comienzo del experimento. (Datos del experimento en sustrato grueso).

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	O ₂ (mg/L)	Temperatura del agua (°C)
241	6,6	19,3

Durante el transcurso del experimento, se fueron anotando una serie de observaciones, con el objetivo de facilitar la revisión de los videos, y así poder asegurar que ejemplar estaba recorriendo el canal en todo momento. Para ello, se registró la hora de entrada y salida de cada ejemplar, la distancia recorrida y una serie de comentarios (adelantamientos, interferencias entre ejemplares, etc.), ver Tabla 8.

Tabla 8. Datos recogidos en cada experimento. (Experimento número 3, sustrato grueso a velocidad alta).

N.º cangrejo	Hora entrada	Hora llegada	Distancia recorrida máxima (cm)	Observaciones
5	0:22	2:42	300	
2	0:29	2:43	300	
4	1:03	-	-	
1	1:10	-	-	Entorpecido por el 4
3	1:38	-	-	Entorpecido por el 4
3	5:03	6:55	300	
1	5:11	-	100	Se ha dado la vuelta
4	5:26	9:34	300	Adelanta al 1. Descansa antes de finalizar
3	8:55	10:35	300	
5	9:00	11:03	300	
2	9:52	13:12	300	
4	10:20	15:26	300	Descansa en 1,9 m
3	13:02	15:26	300	
1	13:21	17:06	300	
5	13:34	16:31	300	Adelanta al 1
4	16:31	24:33	300	Descansa en 1,18. Descansa en 2
5	17:54	21:04	300	Adelanta al 4
3	20:39	-	5	Se dio la vuelta
2	22:45	25:48	300	
5	24:02	26:00	300	
3	24:18	-	-	Se dio la vuelta
1	25:07	-	-	Arrastrado por el 1
4	25:30	-	260	Descansando en 2,5
1	28:38	-	170	Fin de experimento (30:00)
3	29:05	-	90	Fin de experimento (30:00)

Con los datos de la Tabla 8 y con la revisión de los vídeos (Figura 32), se creó la tabla definitiva, de la cual se pudo realizar un análisis detallado de la capacidad de ascenso que presenta el cangrejo señal (Tabla 9).

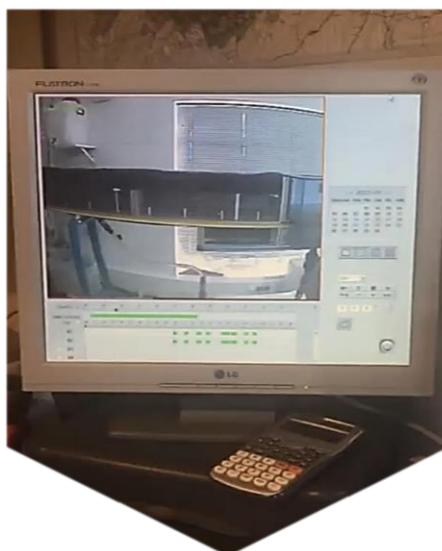


Figura 32. Revisión de los experimentos grabados con las cámaras fijas. Fuente: Carlos Escudero Ortega, 2021.

En esta última tabla, se registraron todos los movimientos de los cangrejos, llevándose a cabo una limpieza de datos, donde se descartaron aquellos que pudieran generar deficiencias en los resultados (entorpecimientos entre los ejemplares), para finalmente conseguir las columnas de tiempo y distancia “limpia”, de las cuales se obtuvo la velocidad de desplazamiento (velocidad relativa) de cada ejemplar (última columna), ver Tabla 9. Una vez registradas las velocidades relativas de cada cangrejo y teniendo en cuenta que ciertos ejemplares recorrieron el trayecto en varias ocasiones, se obtuvo la velocidad relativa máxima alcanzada por cada ejemplar (distancia recorrida en el menor tiempo). También se contabilizó el recorrido total realizado por cada individuo (con repetición).

Tabla 9. Ejemplo de los datos definitivos del experimento. (Lote D, sustrato fino a velocidad alta).

Lote	LT (mm)	LC (mm)	P (g)	Sexo	T (s)	D (m)	T _{limpio} (s)	D _{limpia} (m)	V _{relativa} (m/s)
D	92	46	29	M	702	3	702	3	0,004
D	82	39	18	H	411	3	411	3	0,007
D	89	41	22	H	725	3	725	3	0,004
D	92	45	23	M	720	3	587	2,7	0,005
D	115	56	47	M	1017	3	423	2,7	0,006
D	82	39	18	H	10	0,1	10	0,1	-
D	92	45	23	M	614	3	614	3	0,005

*Longitud total (LT), longitud cefalotórax (LC), peso (P), tiempo en recorrer la distancia (T), distancia recorrida (D), tiempo depurado (T_{limpio}), distancia depurada (D_{limpia}) y velocidad de desplazamiento (V_{relativa}).

Una vez registrados los datos para los tres tipos de experimentos, se recopilaron e interpretaron para descubrir patrones y tendencias implícitos.

3.3.7 Análisis estadístico

Se analizó la capacidad de los cangrejos de recorrer la distancia preestablecida en función de los factores estudiados. Para cada una de las condiciones experimentales que aparecen al cruzar estos factores, identificados por el lote, se obtuvo el porcentaje de cangrejos que completaron la distancia máxima y su correspondiente intervalo de confianza al 95%.

Para dilucidar cuáles fueron los factores intervinientes en la capacidad de ascenso del cangrejo señal, se ajustó un modelo lineal general a la velocidad de diseño y la distancia recorrida en función de las variables explicativas estudiadas. En estos análisis se incluyeron solo los sustratos fino y grueso, ya que, en el sustrato liso, los cangrejos fueron incapaces en su mayoría de completar el recorrido. En el análisis de los tres sustratos, se ajustó un modelo lineal general a la velocidad de diseño y la distancia máxima recorrida pero también a la velocidad máxima relativa, en función de las variables explicativas estudiadas.

4 Resultados

4.1 Fenología del cangrejo señal y rojo en una escala para peces

4.1.1 Distribución de cangrejos en la escala

Con la excepción de los meses de enero y noviembre, se capturaron ejemplares en todos los muestreos realizados, apareciendo el cangrejo rojo en todos ellos, mientras que el cangrejo señal, únicamente mostró actividad durante los meses de marzo, mayo, junio, julio, septiembre y octubre.

En cuanto a la comparativa entre especies, se obtuvo un mayor número de ejemplares de cangrejo rojo, esto puede deberse al tramo del río, siendo un curso medio con bajas pendientes donde el flujo circula a baja velocidad, la temperatura del agua es elevada y el lecho lo forman sustratos finos, ambientes favorables para los cambáridos.

En la Figura 33, se puede observar la distribución anual de los cangrejos exóticos en la escala. Se distingue un periodo de mayor actividad a partir del mes de junio manteniéndose hasta el mes de septiembre. El incremento de actividad parece tener origen en las condiciones meteorológicas, las cuales varían los parámetros hidráulicos del río y fisicoquímicos del agua.

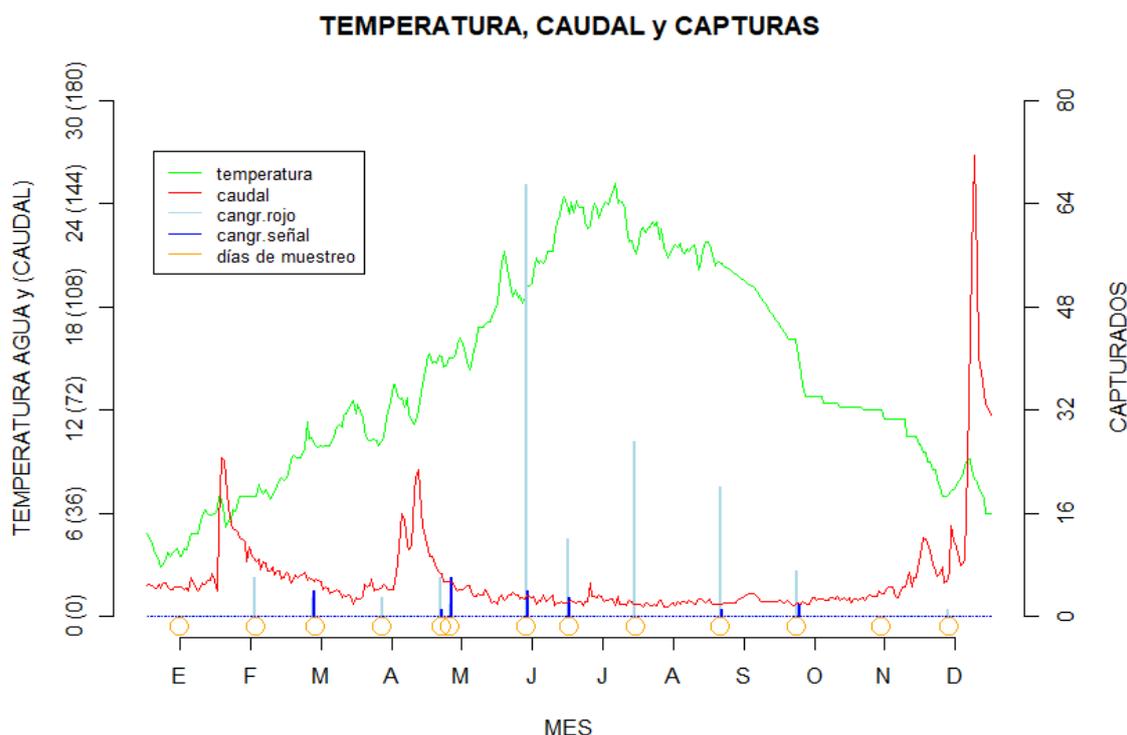


Figura 33. Capturas de cangrejos exóticos en función del caudal circulante (m^3/s) y la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) durante el año 2019. (El dato diario de caudal y temperatura es el valor medio de los registros contabilizados por hora)

El máximo de actividad se produjo en el mes de junio ($n=71$) coincidiendo con una temperatura del agua (media diaria) de $18,2^{\circ}\text{C}$ y con un caudal circulante (medio diario) de $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$. En los muestreos restantes (dentro del periodo de mayor actividad), se produjo una disminución de ejemplares capturados (Tabla 10). En el muestreo del mes

de julio (n=15) existió un incremento en la temperatura del agua (24,1°C) y una leve disminución del caudal (5,82 m³/s); para el mes de agosto (n=27), únicamente se obtuvieron ejemplares de cangrejo rojo, siendo la temperatura del agua superior a la de junio pero inferior a la de julio de 21,7°C y un caudal de 4,49 m³/s; finalmente para el mes de septiembre (n=21) la temperatura del agua fue de 20,5°C y el caudal de 4,43 m³/s.

Tabla 10. Resultado de los muestreos realizados en el año 2019. R (cangrejo rojo) y S (cangrejo señal). En verde periodo de máxima actividad.

Muestreo	Capturas	Temperatura media (°C)	Caudal medio (m ³ /s)
Enero	0	3,9	9,6
Febrero	6 (R=6)	7,0	20,9
Marzo	7 (R=3; S=4)	9,9	12,9
Abril	3 (R=3)	9,8	10,2
Mayo (1)	7 (R=6; S=1)	15,2	15,6
Mayo (2)	8 (R=2; S=6)	15,0	12,3
Junio	71 (R=67; S=4)	18,2	6,6
Julio	15 (R=12; S=3)	24,1	5,8
Agosto	27 (R=27)	21,7	4,5
Septiembre	21 (R=20; S=1)	20,5	4,4
Octubre	9 (R=7; S=2)	16,1	4,5
Noviembre	0	11,5	7,9
Diciembre	1 (R=1)	7,0	11,9

Este suceso puede indicarnos que la actividad del cangrejo en la estructura se ve influenciada por la temperatura del agua, comenzando la actividad a partir de los 7°C y siendo el periodo de mayor actividad el que presenta temperaturas de agua $\geq 18^\circ\text{C}$ y $\leq 20^\circ\text{C}$.

Por otra parte, tras la comparación de los resultados obtenidos en los muestreos realizados durante los tres años (2019, 2021 y 2022), con una temperatura del agua dentro del intervalo de 18 a 25°C (periodo de máxima actividad), se observa que el número de cangrejos exóticos capturados en la escala aumenta con el paso de los años ($p= 0,06$) y que el cangrejo señal tuvo una mayor actividad (superior a la del cangrejo rojo) dentro de la estructura durante el año 2021, ver Tabla 11.

Tabla 11. Abundancia de cangrejos exóticos invasores en el periodo de máxima actividad. N (número de cangrejos).

Especie	Muestreos	Año	N		N medio/muestreo		Temperatura agua (°C)
Rojo	4	2019	126	134	31,5	33,5	[18,25]
Señal			8		2		
Rojo	3	2021	63	136	21	45,3	
Señal			73		24,3		
Rojo	2	2022	91	105	45,5	52,5	
Señal			14		7		

Hay diferencias significativas (Figura 34) en el ratio de abundancia rojo vs señal entre 2021 y los años 2019 y 2022 ($p<0,001$ en ambos años). La comparación de este ratio en los años 2019 y 2021 no mostró diferencias significativas ($p=0,06$). Tampoco existieron diferencias significativas en el ratio rojo vs señal relacionadas con los meses estudiados.

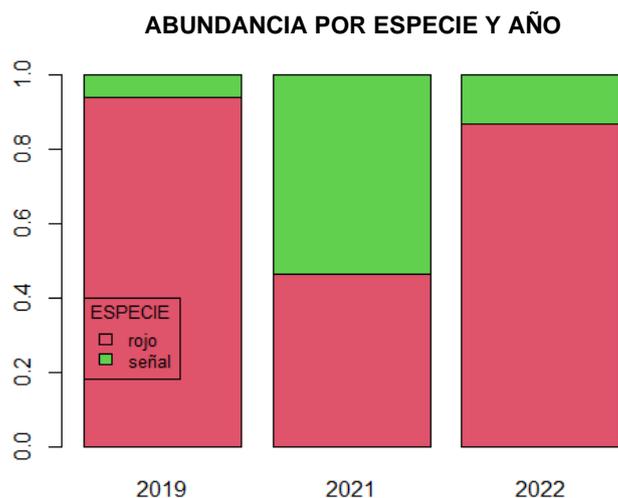


Figura 34. Ratio de abundancia del cangrejo rojo con el señal.

4.1.2 Relaciones biométricas

4.1.2.1 Relación longitud-peso

En la Figura 35 y en la Tabla 12 aparece modelizado el peso como potencia de la longitud para los cangrejos rojo y señal. Las potencias estimadas en ambos casos están muy próximas a 3, lo que justificaría utilizar un modelo cúbico para el peso en función de la longitud.

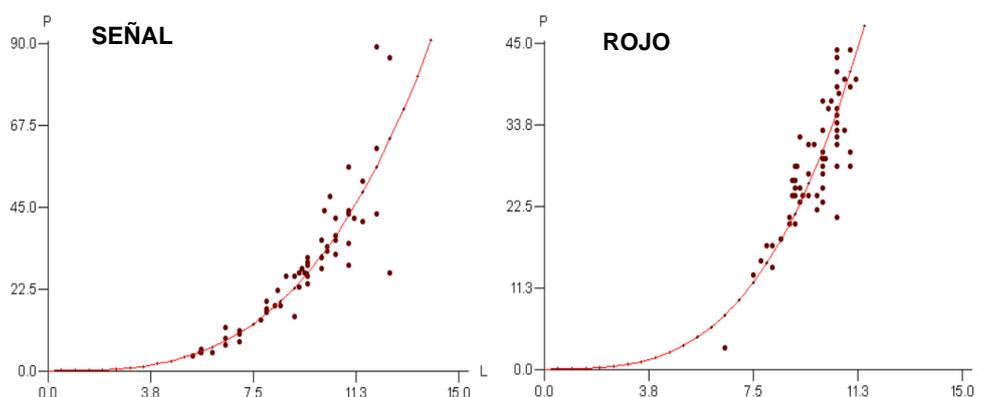


Figura 35. Relación longitud-peso (L-P) para ejemplares de cangrejo señal (izquierda) y rojo (derecha). El eje Y presenta escalas diferentes.

Tabla 12. Relación exponencial entre la longitud y el peso, junto con el factor de condición correspondiente. Fuente: Dimp I.

		Valor
CANGREJO ROJO	a	0,018
	b	3,237
	R ²	0,914
	FCF (g/cm ³)	0,303
CANGREJO SEÑAL	a	0,024
	b	3,129
	R ²	0,754
	FCF (g/cm ³)	0,324

En la Tabla 13, motivado por el resultado anterior, se modelizó el peso como función lineal de la longitud al cubo. En ambos casos aparece únicamente como significativa la pendiente, lo que lleva a utilizar una modelización del tipo ($Peso = constante * Longitud^3$). Este tipo de modelo proporciona una justificación adicional para la definición del factor de condición en cada individuo como peso dividido entre la longitud al cubo.

Tras analizar los FCF de ambas especies, se observa que, en el cangrejo rojo el peso aumenta 0,29 unidades por cada unidad de incremento en la longitud al cubo. En el cangrejo señal este incremento fue de 0,30 unidades. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre especies (Tabla 13).

Tabla 13. Relación de los factores de condición entre el cangrejo rojo y el cangrejo señal.

		Estimación	Error estándar	p-valor	IC 95,5%	
CANGREJO ROJO	Intercept (a)	1,31	1,51	0,388	-1,70	4,32
	Pendiente (b)	0,29	0,02	p<0,001	0,26	0,32
CANGREJO SEÑAL	Intercept (a)	1,46	0,81	0,07	-0,13	3,05
	Pendiente (b)	0,30	0,01	p<0,001	0,28	0,32

Existen diferencias significativas en el factor de condición entre el mes de mayo y los meses de julio (p=0,002) y septiembre (p<0,001), pero no existen diferencias significativas entre los meses de julio y septiembre, ver Figura 36 y Tabla 14.

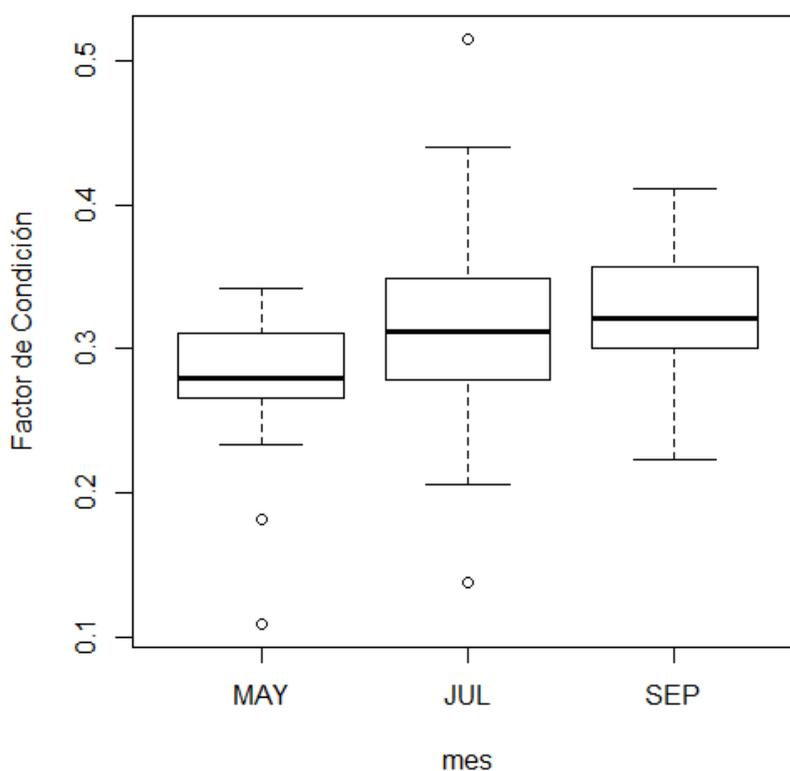


Figura 36. Relación del factor de condición en función del mes.

Tabla 14. Factor de condición en función del mes.

	Estimación	Error estándar	p-valor
Intercept (a)	0,27	0,01	p<0,001
Pendiente (b): julio	0,04	0,01	0,002
Pendiente (b ₂): septiembre	0,05	0,01	p<0,001

En la relación a los factores de condición por especie y sexo podemos observar diferencias estadísticamente significativas (Figura 37 y 38), donde el FCF es mayor en el cangrejo señal que en el cangrejo rojo ($p < 0,001$) y mayor en machos que en hembras ($p < 0,001$). Los machos presentan un FCF medio mayor que las hembras y el cangrejo señal muestra un mayor FCF medio que el cangrejo rojo (Tabla 15).

Tabla 15. Medias y desviaciones estándar de los factores de condición por especie y sexo.

Especie	Sexo	Media	SD
Rojo	Macho	0,306	0,056
	Hembra	0,299	0,036
Señal	Macho	0,347	0,046
	Hembra	0,305	0,038

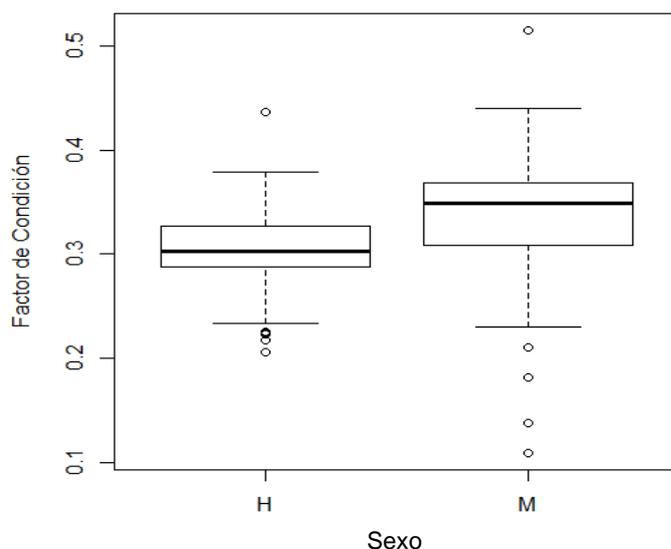


Figura 37. Relación del factor de condición en función del sexo para ambas especies. Hembra (H) y macho (M).

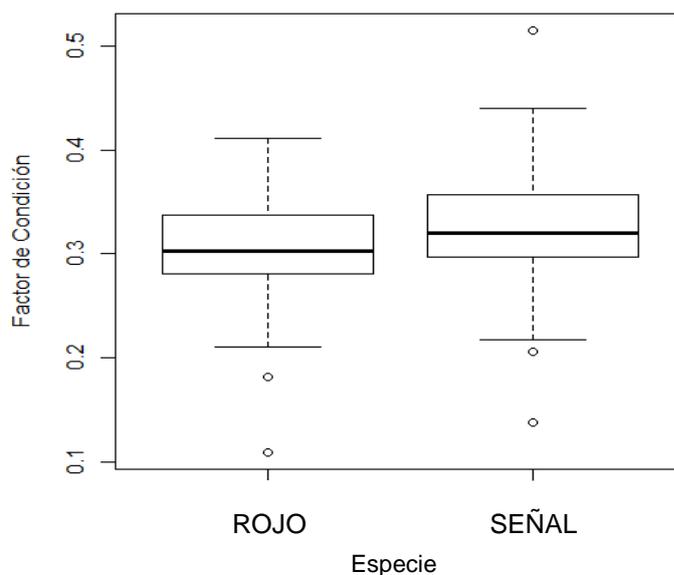


Figura 38. Relación del factor de condición en función de la especie.

4.1.2.2 Relación longitud total-cefalotórax

En el cangrejo señal, la longitud total crece 1,75 mm por cada milímetro de incremento en la longitud del cefalotórax, incremento que es superior al 1,47 mm observado en el cangrejo rojo ($p < 0,05$), Figura 39 y Tabla 16.

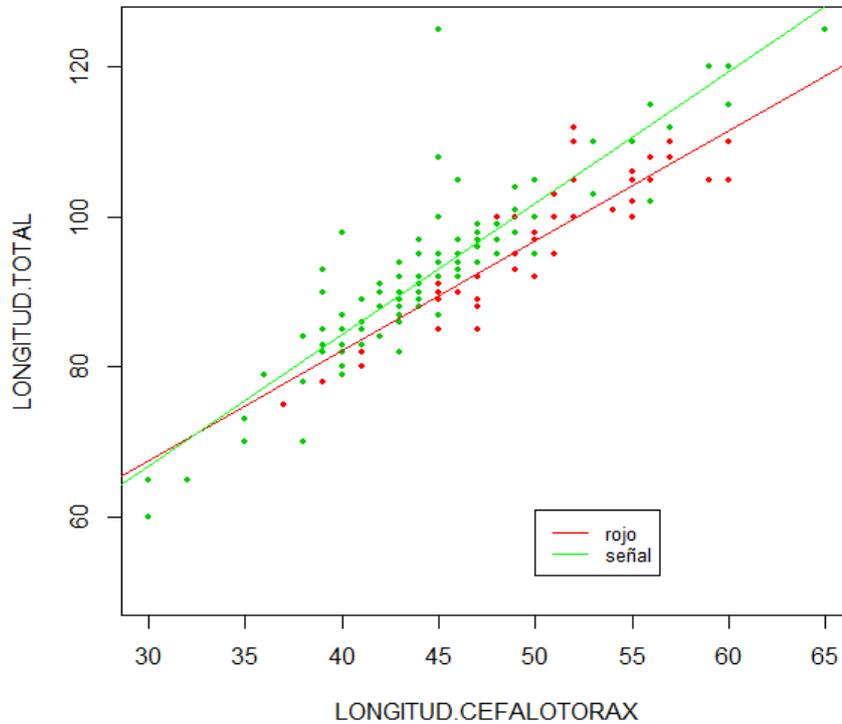


Figura 39. Relación entre las longitudes total (mm) y de cefalotórax (mm) para las dos especies de cangrejo.

Tabla 16. Relación entre las longitudes total y de cefalotórax en ambas especies de cangrejo.

		Estimación	Error estándar	p-valor	IC 95,5%	
CANGREJO ROJO	Intercept (a)	14,35	2,19	$p < 0,001$	10,04	18,66
	Pendiente (b)	1,75	0,05	$p < 0,001$	1,66	1,85
CANGREJO SEÑAL	Intercept (a)	23,72	4,19	$p < 0,001$	15,35	32,09
	Pendiente (b)	1,47	0,08	$p < 0,001$	1,30	1,63

4.1.2.3 Ratio de sexos

En la Figura 40 y en la Tabla 17, se encuentra representado el porcentaje de hembras observado por mes junto con los intervalos de confianza al 95% para el correspondiente porcentaje poblacional. El ratio de hembras vs machos apareció relacionado con el mes, existiendo una proporción mayor de hembras en los meses de mayo y septiembre.

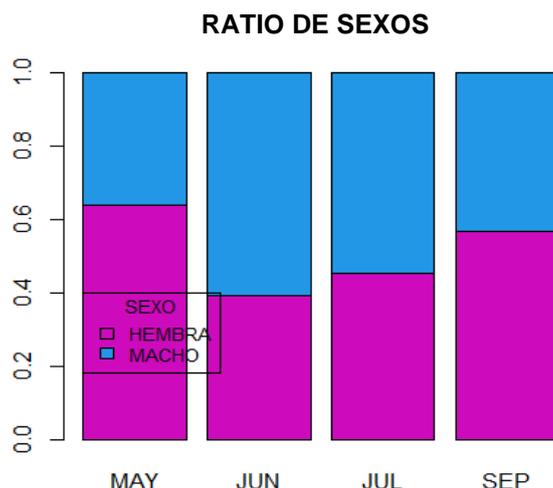


Figura 40. Representación de la proporción sexual (ratio de sexos) en ambas especies para los tres años en el periodo de mayo a septiembre.

Tabla 17. Porcentaje de hembras observado en los muestreos para los meses de mayo, junio, julio y septiembre.

Mes	%	IC 95,5%	
Mayo	63,9	47,6	77,5
Junio	39,3	29,5	50
Julio	45,2	36	54,8
Septiembre	56,7	39,2	72,6

4.2 Movimientos del cangrejo señal y rojo en una escala para peces

Se han registrado movimientos de trece cangrejos (Tabla 18), de los cuales, ocho fueron marcados externamente y cinco internamente. Todos estos cangrejos realizaron movimientos descendentes por el orificio (antena 3) excepto un único individuo (PIT: 48.088), que consiguió descender por el vertedero (antena 2), registrando una serie de movimientos a diferentes horas del día en la antena 3. No se registró la salida de la escala de ningún individuo.

Tabla 18. Movimientos de cangrejo señal en la escala para peces ordenados por fecha y hora de registro.

Fecha	Hora	Marcaje	Número PIT	Antena	Abertura
08/07/2021	14:05:03	Externo	48.047	3	Orificio
08/07/2021	20:03:30	Interno	4.538	3	Orificio
08/07/2021	23:35:01	Externo	43.639	3	Orificio
08/07/2021	23:56:22	Externo	48.088	2	Vertedero
09/07/2021	00:45:34	Externo	48.088	3	Orificio
09/07/2021	01:08:25	Externo	48.088	3	Orificio
09/07/2021	01:19:07	Interno	4.524	3	Orificio
09/07/2021	01:26:20	Externo	48.088	3	Orificio
09/07/2021	01:52:26	Externo	48.069	3	Orificio
09/07/2021	03:24:53	Externo	48.063	3	Orificio
09/07/2021	10:12:09	Externo	48.118	3	Orificio
09/07/2021	20:58:39	Interno	4.572	3	Orificio
09/07/2021	21:22:01	Interno	4.568	3	Orificio
10/07/2021	06:28:55	Externo	43.621	3	Orificio
10/07/2021	21:25:01	Externo	48.070	3	Orificio
11/07/2021	09:42:46	Interno	4.549	3	Orificio

4.3 Capacidad de ascenso voluntario del cangrejo señal ante barreras hidráulicas

4.3.1 Análisis del fracaso generado en cada lote

En los experimentos con sustrato fino, hubo un único individuo incapaz de realizar movimientos por el canal, mientras que, con sustrato grueso, el número de individuos ascendió a tres (Tabla 19). Para los ensayos sobre superficie lisa, el porcentaje de fracaso se incrementó a cinco individuos (0,43 m/s), siendo del 100% (veinte individuos) con velocidad de 0,86 m/s.

Los ejemplares sometidos a una velocidad de flujo de 0,86 m/s sobre una superficie lisa, no consiguieron realizar movimientos ascendentes por el canal hidráulico, por eso, el porcentaje de fracaso en dichos experimentos fue del 100%, encontrándose dicho porcentaje en el rango de valores (56,6-100) con un 95% de certeza.

Tabla 19. Ejemplares que no consiguieron realizar movimientos por el canal hidráulico.

Lote	Sustrato	V (m/s)	n	F	% F	IC 95%		F ₁	% F ₁	IC 95%	
A	FINO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
B	FINO	0,43	5	1	20	3,6	62,5	1	20	3,6	62,5
C	FINO	0,86	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
D	FINO	0,86	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
E	FINO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
F	FINO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
G	FINO	0,86	5	0	0	0	43,4	1	20	3,6	62,5
H	FINO	0,86	5	0	0	0	43,4	1	20	3,6	62,5
I	GRUESO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
J	GRUESO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
K	GRUESO	0,86	5	1	20	3,6	62,5	2	40	11,8	76,9
L	GRUESO	0,86	5	1	20	3,6	62,5	2	40	11,8	76,9
M	GRUESO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
N	GRUESO	0,43	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
O	GRUESO	0,86	5	0	0	0	43,4	0	0	0	43,5
P	GRUESO	0,86	5	1	20	3,6	62,5	1	20	3,6	62,5
Q	LISO	0,43	5	1	20	3,6	62,5	5	100	56,6	100
R	LISO	0,43	5	1	20	3,6	62,5	5	100	56,6	100
S	LISO	0,43	5	1	20	3,6	62,5	5	100	56,6	100
T	LISO	0,43	5	1	20	3,6	62,5	5	100	56,6	100
U	LISO	0,86	5	5	100	56,6	100	5	100	56,6	100
V	LISO	0,86	5	5	100	56,6	100	5	100	56,6	100
W	LISO	0,86	5	5	100	56,6	100	5	100	56,6	100
X	LISO	0,86	5	5	100	56,6	100	5	100	56,6	100
UVWX	LISO	0,86	20	20	100	83,9	100	20	100	83,9	100
QRSTUVWX	LISO	0,43&0,86	40	24	60	44,6	73,7	40	100	91,2	100

*Donde: V (velocidad de flujo), n (número de cangrejos experimentados), F (individuos que no consiguieron avanzar por el canal o no lo intentaron), F₁ (individuos que no consiguieron llegar a la distancia máxima de tres metros) e IC 95% (intervalo de confianza al 95%).

En el sustrato liso un gran porcentaje de cangrejos no fue capaz de hacer un recorrido entero, al contrario que en los otros dos sustratos en los que se observó que la mayoría de los cangrejos completaban al menos una vez el recorrido. Por ello, para el sustrato liso, se obtuvieron los mencionados porcentajes y sus intervalos de confianza para conjuntos de lotes experimentales identificados por las correspondientes letras.

4.3.2 Análisis de la distancia total recorrida (sustrato fino y grueso)

La distancia total recorrida por cada cangrejo señal sobre los sustratos fino y grueso se ve influenciada por la temperatura del agua ($p < 0,001$) y por la velocidad de diseño ($p < 0,001$), Tabla 20 y Figura 41.

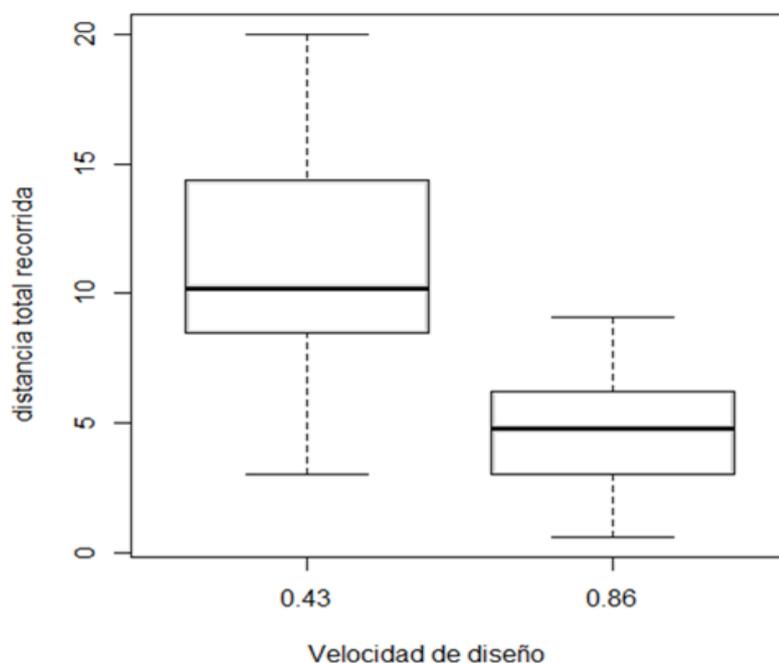


Figura 41. Relación entre la distancia total recorrida (m) y la velocidad de diseño (m/s).

Tabla 20. Análisis de los factores influyentes en la distancia total recorrida por los ejemplares. Modelo univariante.

Factor	p-valor	Proporción de variabilidad explicada por factor (R^2)
Sustrato	0,843	0,001
Velocidad de diseño	p<0,001	0,481
Temperatura θ	p<0,001	0,193
Temperatura f	0,001	0,137
Momento del día	0,545	0,005
Longitud total	0,647	0,003
Longitud del cefalotórax		
Peso	0,488	0,007
Sexo	0,738	0,002

Aplicando un modelo multivariante (Tabla 21), la velocidad de diseño se muestra como el único factor estadísticamente significativo ($p < 0,001$). Como se puede observar en la Figura 41, una mayor velocidad de diseño, origina una menor distancia total recorrida.

La temperatura ha quedado correlacionada con la velocidad de diseño, eso explica que aparezca como factor significativo en los análisis univariantes y no en el multivariante.

Tabla 21. Factores estadísticamente significativos tras aplicar el modelo multivariante.

Modelo multivariante				
	Estimación	Error estándar	t	p-valor
Intercept	20,955	2,361	8,877	p<0,001
Velocidad de diseño	-13,734	1,715	-8,009	p<0,001

4.3.3 Análisis de la velocidad relativa máxima (sustrato fino y grueso)

La velocidad relativa máxima de los cangrejos (velocidad máxima de desplazamiento) sobre los sustratos fino y grueso está condicionada por la velocidad de diseño ($p < 0,001$) y por la temperatura del agua ($p = 0,001$, para la inicial; y $p = 0,012$ para la final), ver Tabla 22.

Tabla 22. Análisis de los factores influyentes en la velocidad relativa de los ejemplares. Modelo univariante.

Factor	p-valor	Proporción de variabilidad explicada por factor (R^2)
Sustrato	0,843	0,001
Velocidad de diseño	$p < 0,001$	0,476
Temperatura t_0	0,001	0,142
Temperatura t_f	0,012	0,083
Momento del día	0,545	0,005
Longitud total	0,413	0,009
Longitud del cefalotórax	0,853	0,000
Peso	0,526	0,005
Sexo	0,738	0,002

En un modelo multivariante solo la velocidad de diseño apareció como estadísticamente significativa ($p < 0,001$) en la velocidad relativa del cangrejo señal alcanzada en su ascenso voluntario por el canal hidráulico sobre sustrato fino y grueso (Tabla 23). La temperatura ha quedado correlacionada con la velocidad de diseño, eso explica que aparezca como factor significativo en los análisis univariantes y no en el multivariante. Como ocurre en el análisis de la distancia total recorrida, una mayor velocidad de diseño, implica la disminución en la velocidad relativa de los ejemplares.

Tabla 23. Factores estadísticamente significativos tras aplicar el modelo multivariante.

Modelo multivariante				
	Estimación	Error estándar	t	p-valor
Intercept	0,036	0,003	13,93	$p < 0,001$
Velocidad de diseño	-0,032	0,004	-8,20	$p < 0,001$

4.3.4 Análisis de la velocidad relativa y distancia máximas para los tres sustratos

No se encontraron diferencias significativas en los movimientos de ascenso sobre sustratos con rugosidad fina y gruesa.

Los factores más limitantes para los movimientos de ascenso de los cangrejos señal fueron la velocidad de flujo alta (0,86 m/s) combinada con una rugosidad lisa; los cangrejos sometidos a velocidades de flujo de 0,86 m/s sobre una superficie lisa no son capaces de avanzar. El sustrato liso resulta ser un impedimento ($p < 0,01$), ver Figura 42 y Tabla 24.

La temperatura del agua, la longitud del caparazón y el sexo no mostraron un efecto significativo.

Tabla 24. Principales resultados de los ensayos, según tipo de rugosidad y velocidad de flujo. Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. N: número de cangrejos que realizaron algún intento.

Rugosidad	Fino		Gruoso		Liso	
Velocidad de diseño (m/s)	0,43	0,86	0,43	0,86	0,43	0,86
N individuos	19	20	20	17	16	16
Distancia máxima recorrida (m)	3,000 (0,000)	2,783 (0,704)	3,000 (0,000)	2,818 (0,596)	0,198 (0,125)	0
Velocidad máxima alcanzada (m/s)	0,024 (0,009)	0,011 (0,008)	0,021 (0,008)	0,008 (0,003)	0,009 (0,004)	0

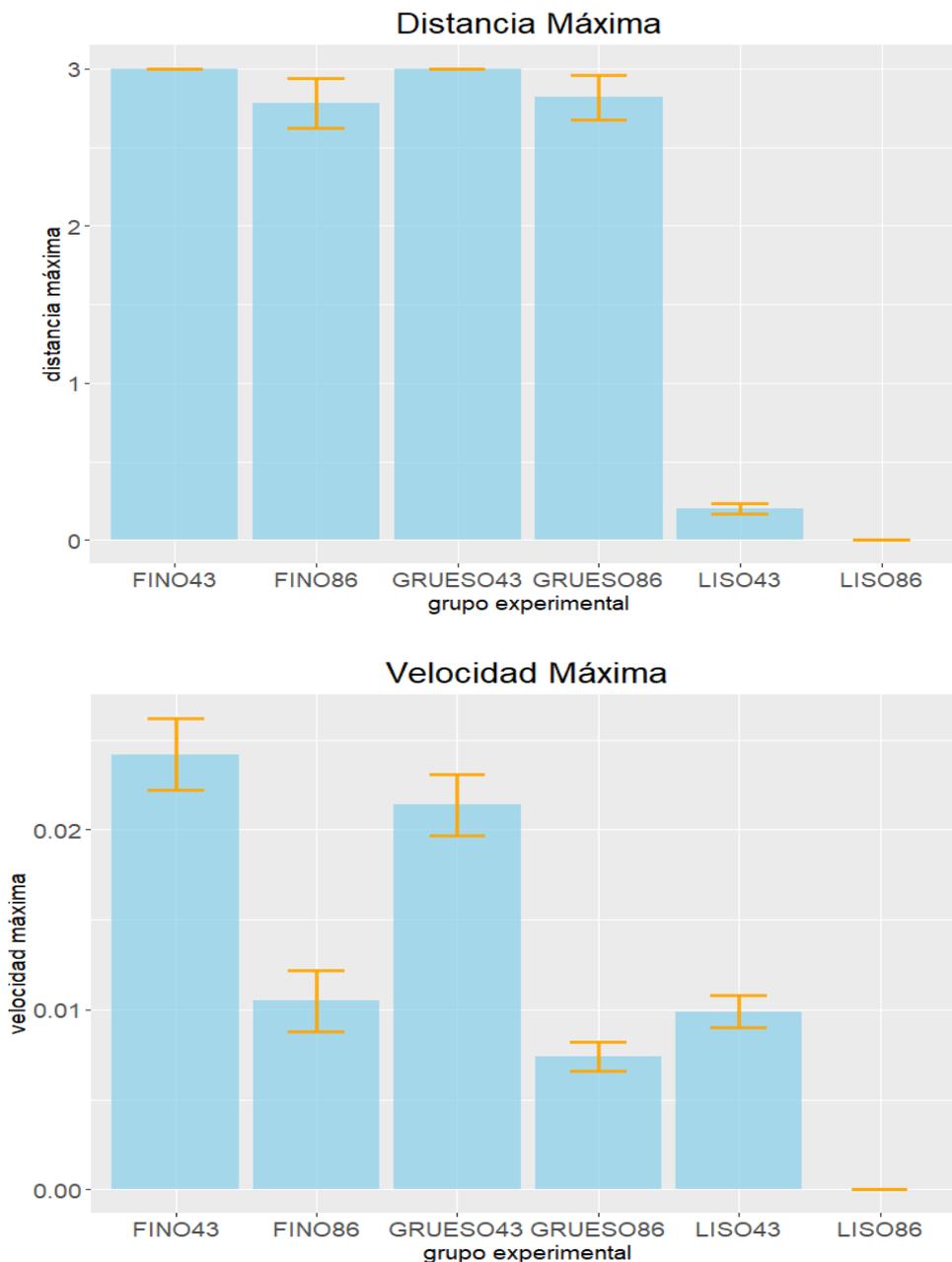


Figura 42. Análisis de la distancia máxima (m) y velocidad relativa (m/s) para los tres sustratos. Grupo experimental: sustrato y velocidad de diseño (0,43 y 0,86 m/s).

5 Discusión

5.1 Estudio fenológico

5.1.1 Distribución de cangrejos

El estudio sobre la distribución ecológica de los CEI en la escala para peces muestra la presencia de ambas especies (*Procambarus clarkii* y *Pacifastacus leniusculus*) con una tendencia observada en las capturas creciente; este incremento no ha salido estadísticamente significativo ($p=0,063$), por lo que no es posible saber si sucede por azar o por el bajo número de muestreos, los cuales impiden detectar tendencias de tamaño moderado. Este hecho genera una limitación en el estudio, ya que un mayor número de muestreos permitiría identificar si esta tendencia es real. Durante el primer y último año del estudio, hubo una mayor abundancia de *P. clarkii* que de *P. leniusculus*, en cambio, en el año intermedio, la proporción de cangrejo señal fue superior ($p<0,001$ para ambos años), siendo para ese año la proporción de ambas especies muy parecida. Con los datos recogidos no es posible explicar el motivo de dicha variación, sería necesaria la ejecución de un mayor número de muestreos durante un periodo de tiempo más extenso, para comprobar si ocurrió por azar, o por el contrario, detectar si existe un factor que explique dicha variabilidad.

La temperatura es una variable ambiental que afecta a todos los organismos (Lagerspetz & Vainio, 2006) y en casos extremos puede causar efectos nocivos en la fisiología de los crustáceos decápodos (Payette, 2003). Estos organismos son capaces de realizar movimientos e intentar lograr la termorregulación evitando las temperaturas extremas. Este comportamiento se ha detectado en muchos grupos de crustáceos (Lagerspetz & Vainio, 2006) siendo particularmente importante para organismos ectotérmicos cuya temperatura interna depende de las condiciones térmicas ambientales.

La distribución de los individuos en ambas especies se encuentra influenciada por las condiciones ambientales. Los cangrejos de río son de sangre fría y, por lo tanto, los niveles de actividad están fuertemente asociados con la temperatura del agua, en consecuencia, la actividad del cangrejo de río es más pronunciada durante los meses de verano, intensificada con el aumento de la temperatura del agua (Mathers *et al.*, 2017).

Este estudio muestra que la presencia en la escala de los CEI comienza con una temperatura del agua de 7°C, siendo el periodo de mayor actividad el comprendido entre las temperaturas de 18 a 25°C (junio a septiembre), con máximos de actividad a 18,2°C (año 2019), 22°C (año 2020) y 20°C (año 2022), datos coincidentes con los estudios de otros autores como Becker *et al.* (1975), Rutledge & Pritchard (1981), Nakata *et al.* (2002), Bubb *et al.* (2004) y Johnson *et al.* (2014) para el cangrejo señal y Anastácio *et al.* (1999) y Alonso & Martínez (2006) para el cangrejo rojo.

5.1.2 Relaciones biométricas

5.1.2.1 Peso-longitud

Este análisis explica la relación del FCF en ambos CEI por medio de dos ecuaciones (regresión lineal). Para el cangrejo rojo, por cada unidad de incremento en la longitud al cubo el peso crece 0,29 unidades, mientras que, para el cangrejo señal, el peso aumenta 0,3 unidades por cada unidad de incremento en la longitud al cubo.

Los CEI durante el periodo de diciembre a mayo presentan una disminución gradual del factor de condición, finalizando en una disminución drástica, que puede deberse a una muda masiva y al periodo reproductivo; en septiembre y octubre también existe una disminución postproductiva (Anastácio & Marques, 1998). Los cangrejos estudiados muestran diferencias significativas en los factores de condición entre el mes de mayo y los meses de julio ($p=0,002$) y septiembre ($p<0,001$), cosa que no ocurre entre los meses de julio y septiembre. El motivo de dicha diferencia, la cual nos indica que los individuos del mes de mayo presentan un menor FCF, puede deberse al proceso de ecdisis o al aumento de alimento durante los meses de verano.

Autores como Larson *et al.* (2022) afirman que en *P. leniusculus* el FCF, es significativamente mayor en machos inmaduros (media = 0,28), hembras maduras (0,31) y machos maduros (0,35) en comparación con hembras inmaduras (0,24). En el presente estudio, no hemos tenido en cuenta las fases de madurez sexual, con lo cual, los FCF de los cangrejos para ambas especies únicamente están agrupados por sexos. Para los cambáridos, los machos presentan un FCF medio de $0,306\pm 0,038$ (SD), mientras que el de las hembras es de $0,299\pm 0,036$ (SD); en astácidos el FCF medio en machos $0,347\pm 0,046$ (SD) es mayor que en la especie roja, ocurriendo lo mismo para las hembras $0,305\pm 0,038$ (SD).

El factor de condición promedio de *P. clarkii* depende del sexo y del estado reproductivo. Existe un patrón estacional de variación similar para las hembras y machos (Anastácio & Marques, 1998). En la especie señal ocurre lo mismo, presenta diferencias estadísticamente significativas entre sexos, con una longitud total y un FCF mayor en machos que en hembras. Las diferencias morfométricas están asociadas con el dimorfismo sexual y se manifiestan, entre otras cosas, en un mayor tamaño y peso de las pinzas masculinas. El mayor tamaño de los machos está relacionado con el hecho de que el tamaño del cuerpo es uno de los determinantes importantes del éxito agonístico y el estatus social en los cangrejos de río, con los machos significativamente más grandes que las hembras (Nedzarek *et al.*, 2019). Los datos analizados muestran que efectivamente existe una marcada diferenciación entre sexos, por lo que, se observan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) donde los machos tienen un factor de condición superior al de las hembras. En cuanto a las diferencias observadas en ambas especies, el FCF es mayor en el cangrejo señal que en el cangrejo rojo ($p<0,001$), esto puede deberse a la morfología de la especie, la cual presenta un exoesqueleto más robusto y unas pinzas de mayor dimensión.

5.1.2.2 Longitud total-cefalotórax

La alometría nos muestra los cambios de dimensión relativa de la longitud del cefalotórax (LC) correlacionados con los cambios en la longitud total (LT). En los cangrejos de río, la LC aumenta alométricamente con la LT. En la especie roja, la longitud del caparazón es la mitad de la longitud total independientemente del sexo (Ahmadi, 2018). Los CEI estudiados muestran que la relación LT:LC en el cangrejo rojo (1,47:1) difiere a la del cangrejo señal (1,75:1), siendo superior para los astácidos ($p<0,05$).

5.1.2.3 Sexo

En las poblaciones naturales normales de cangrejos de río, las proporciones de sexo son cercanas al 1:1, y la poligamia parece ser la razón (Reynolds *et al.*, 1992). El rango de valores donde se encuentra el valor real inaccesible de la variable en la población,

de forma generalizada incluye el 50%, cumpliéndose la teoría mencionada de la proporción 1:1.

En cuanto a la proporción mensual de machos y hembras para los años 2019, 2021 y 2022, se ha visto que, durante los meses de mayo y septiembre, el número de hembras es superior al de machos, mientras que, para los meses de junio y julio, ocurre lo contrario, pues la proporción de machos es superior a la de hembras. El motivo de dicha diferencia podría ser explicado a través de los procesos de ecdisis. Las hembras se someten a una muda posterior a la eclosión de los juveniles, generalmente en julio o agosto (meses con mayor carencia de hembras), mientras que, de las dos mudas que experimenta la mayoría de los machos adultos (hasta los cuatro años), la primera suele tener lugar antes de julio y la segunda entre mediados de agosto y septiembre (Shimizu & Goldman, 1983; Soderback, 1995). Durante esta etapa, el animal destina una gran cantidad de energía a este proceso, la cual es utilizada para la formación de un nuevo exoesqueleto, por otra parte, estos crustáceos no se alimentan debido a que sus estructuras trituradoras se encuentran inconsistentes y no es imposible utilizarlas hasta su endurecimiento. En este periodo el organismo toma de sus reservas energéticas exclusivamente para la formación del nuevo exoesqueleto y para cubrir la demanda energética del metabolismo basal (Devaraj & Natarajan, 2006), por lo tanto, la actividad de los cangrejos durante el periodo de mudas se ve afectada.

5.2 Estudio del movimiento dentro de la escala para peces

5.2.1 Seguimiento por telemetría

El lector consiguió registrar un total de trece cangrejos, mostrando que la tendencia de los cangrejos es dirigirse aguas abajo y no hacia arriba, ya sea por motivación o por arrastre. El lector registró varios movimientos en diferentes momentos del día, en una única antena y de un solo ejemplar marcado externamente. Para explicar el siguiente suceso, surgen dos posibles teorías: la primera sugiere que dicho ejemplar pudo aproximarse al orificio de fondo (antena 3) en varias ocasiones, generando tres registros diferentes en varios momentos del día y que no fue capaz de remontarlo, en cambio la segunda, plantea que pudo ser predado y que el depredador realizó movimientos próximos al orificio.

Es posible que las escalas para peces actúen como una barrera física, la cual permitiría el paso de CEI aguas abajo de la estructura, pero no aguas arriba. No obstante, la recogida de datos por el lector fue deficiente, no se obtuvo una muestra suficientemente amplia como para demostrar con certeza el comportamiento de dichas especies en la escala. Para obtener unos resultados válidos y fiables, sería necesaria la realización de un mayor número de experimentos, la comprobación del buen funcionamiento de las antenas distribuidas por la escala y la demostración de la fiabilidad que presentan a largo plazo los PIT instalados en los CEI.

5.2.2 Seguimiento por monitoreo de vídeo

Los ejemplares no fueron capaces de enfrentarse a velocidades de flujo de 2 m/s, por lo tanto, no les fue posible avanzar por el orificio.

En ninguno de los cuatro lotes hubo cangrejos que avanzaran aguas arriba, aproximándose al orificio únicamente dos cangrejos en un lote y otro cangrejo de otro lote. Esto indica que *P. leniusculus*, no parece ser capaz de enfrentarse a velocidades de flujo ≥ 2 m/s, aún con una rugosidad elevada del terreno.

5.3 Estudio del movimiento de ascenso voluntario del cangrejo señal ante barreras hidráulicas

El análisis del fracaso generado en los experimentos, mostró que el uso de una superficie lisa, genera un aumento considerable de individuos incapaces de participar en el ascenso por el canal hidráulico, por esta razón, se decidió analizar en primer lugar los sustratos donde el porcentaje de fracaso era menor (fino y grueso) con el objetivo de averiguar qué factores resultan ser estadísticamente significativos. En el ascenso de *P. leniusculus* sobre superficies finas y gruesas, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la distancia total recorrida, no obstante, en ambos escenarios, se observó que dicha distancia se vio influenciada por la velocidad de diseño; en el análisis de la velocidad relativa máxima también se apreció la existencia de una influencia significativa en la velocidad de diseño, pero no en la rugosidad. La velocidad de diseño es el único factor que influye directamente en la velocidad de desplazamiento del cangrejo señal, afectando también en la capacidad de recorrer una mayor o menor distancia.

Los cangrejos estudiados sobre superficies con mayor rugosidad (sustrato fino y grueso) y con velocidades de (0,43 y 0,86 m/s) consiguieron recorrer la distancia máxima impuesta (tres metros) en varias ocasiones. Autores como Frings *et al.* (2013) también expresaron que los cangrejos sometidos a una mayor rugosidad tenían un mejor agarre sobre la superficie siendo capaces de escalar pendientes más empinadas a velocidades de flujo más altas.

El análisis conjunto de los tres sustratos mostró que la superficie lisa presenta diferencias significativas contundentes en las velocidades relativas y las distancias máximas alcanzadas por los cangrejos. Los factores que impiden los movimientos de ascenso del cangrejo señal por el canal hidráulico fueron la combinación de una velocidad de flujo alta (0,86 m/s) junto con una superficie lisa. El hecho de combinar superficies lisas con altas velocidades ha sido demostrado por otros autores como Krieg *et al.* (2021), Herberholz *et al.* (2019) y Frings *et al.* (2013) que informaron que una velocidad del agua de $>0,65$ m/s combinada con superficies lisas es suficiente para crear una barrera contra el movimiento de los cangrejos de río arriba, mostrando que ningún cangrejo de río fue capaz de ascender cuando las velocidades del agua oscilan entre 0,68 y 0,91 m/s; Kerr *et al.* (2021), afirmaron que las velocidades de aproximadamente 0,74 m/s impedían que la mayoría de los cangrejos de río ascendieran. Rahel & McLaughlin (2018) señalaron que los altos flujos pueden actuar como filtros ecológicos porque pueden producir altas velocidades que los cangrejos de río no pueden soportar y mostraron un conjunto de rasgos de especies, como las capacidades físicas, la morfología corporal, el comportamiento y la fenología del movimiento, que pueden usarse como filtros ecológicos para limitar la invasión de especies por taxones indeseables.

El presente estudio mostró que los cangrejos sometidos a velocidades de flujo $\leq 0,43$ m/s sobre superficies lisas son capaces de realizar movimientos ascendentes, y que la velocidad requerida para impedir el movimiento ascendente del cangrejo señal debe ser $\geq 0,86$ m/s, aunque velocidades $>0,65$ m/s pueden ser suficientes para frenar dicho ascenso. La velocidad de flujo de 0,86 m/s se presentó como un factor limitante en el ascenso del astácido exótico, siendo admisible para ictiofauna endémica como el barbo común (*Luciobarbus bocagei*), la boga del duero (*Pseudochondrostoma duriense*) (Sanz-Ronda *et al.*, 2013; Ruiz-Legazpi *et al.*, 2018) y la trucha común (*Salmo trutta*) (Castro-Santos *et al.*, 2013).

En cuanto a la locomoción observada de los ejemplares estudiados, se percibió que los movimientos tuvieron lugar mediante el uso de los últimos cuatro pares de pereiópodos (apéndices torácicos utilizados para la locomoción) y en ocasiones de los quelípedos (primer par de pereiópodos) sin registrar movimientos natatorios. En cambio, otros autores Vino & Krasne (1972), Webb (1979), Holdich & Reeve (1988), Light (2002), Ellis (2005) y Frings *et al.* (2013) afirman que algunos cangrejos experimentados usaban la natación como una forma de locomoción, pero solo como reacción a estímulos externos, con eventos de natación poco frecuentes y demasiado cortos. Esto ha sido apoyado por los experimentos de laboratorio de Ellis (2005), cuyos intentos de motivar a los cangrejos de río a pasar las barreras nadando no tuvieron éxito. Para conseguir observar si los cangrejos utilizan la natación como instrumento locomotor, sería necesario el sometimiento a velocidades de flujo elevadas, pero teóricamente admisibles, donde los ejemplares mantengan dificultades para ascender por medio de los pereiópodos y así conseguir aumentar su motivación natatoria.

El presente estudio analizó los movimientos voluntarios del cangrejo señal bajo condiciones hidráulicas, pero no se tuvo en cuenta los movimientos terrestres. Los cangrejos de río no se mueven en la dirección de una mayor humedad cuando están en tierra (Marques *et al.*, 2015), así que se supone que los cangrejos de río no realizan movimientos fuera del agua para evitar intencionalmente un obstáculo. Según (Ramalho, 2012), el cangrejo rojo presenta una velocidad máxima de marcha observada en tierra firme de 90 m/h, con valores medios más bajos, siendo la distancia para la dispersión activa en tierra firme de aproximadamente 1,6 kilómetros si se camina continuamente y siempre en una dirección. Esta distancia es suficiente para superar la naturaleza o barreras hechas por el hombre en un curso fluvial. Los movimientos terrestres de los cangrejos están influenciados por el medio ambiente, los gradientes de temperatura y elevación (pendiente del terreno) son los más relevantes. Estas variables son fundamentales para modelar y predecir patrones autónomos de dispersión y colonización terrestres (Marques *et al.*, 2014). Actualmente no se conocen con certeza las capacidades que presentan los CEI a la hora de avanzar por tierra firme, únicamente se sabe que una gran capacidad para sobrevivir fuera del agua significa una gran capacidad para cubrir grandes distancias fuera de su entorno natural (Banha & Anastácio, 2013). Para demostrar dicha capacidad, se deberían realizar más estudios para determinar si los cangrejos de río evitan o no un obstáculo en un cuerpo de agua debido a la motivación (Frings *et al.*, 2013) y elaborar una serie de modelos de capacidad de desplazamiento por tierra firme. Una forma de estudiar dichos movimientos, podría ser el monitoreo de una muestra de CEI en un tramo de río o arroyo, donde es necesario tener en cuenta que la migración y el comportamiento de los cangrejos de río cambian con las estaciones (Stucki, 2002), lo que significa que un monitoreo funcional debe durar un mínimo de un año para poder conocer con certeza cómo, cuándo y dónde suceden, o si suceden, dichos movimientos.

La creación de barreras físicas para el control de la propagación de CEI puede ser una futura línea de investigación adicional al presente estudio. Las barreras físicas son un método eficaz para proteger los cangrejos de río autóctonos en arroyos con velocidades de flujo suficientemente altas. Las ubicaciones de barrera prometedoras son estructuras preexistentes, como escalas para peces junto a presas, donde se controlan las velocidades de flujo, los riesgos de sedimentación son bajos, el mantenimiento se realiza regularmente y el perfil del lecho es adecuado para conectar barreras (Frings *et al.*, 2013).

6 Conclusiones

La dispersión de los cangrejos exóticos invasores a escala local se encuentra influenciada por las condiciones ambientales. Los periodos de actividad dependen de la temperatura del agua, por lo que, la variación de dicho factor, determina su presencia en la escala. Se ha detectado un intervalo de temperaturas de agua donde ambas especies presentan su máxima actividad (18 a 25°C), esto nos permite conocer en qué momento del año los CEI muestran mayor capacidad de dispersión (junio a septiembre).

Las relaciones biométricas entre las dos especies de cangrejo muestran que el cangrejo señal presenta un factor de condición (FCF) superior al del cangrejo rojo, y que éste, en ambas especies, es superior en machos que en hembras, y mayor durante los meses de julio y septiembre, que durante el mes de mayo. En cuanto al ratio de sexos, la proporción de hembras vs machos es cercana al 1:1.

Se ha observado que el cangrejo señal es capaz de realizar movimientos descendentes por la escala y se piensa que debido a las velocidades de flujo alcanzadas en los orificios de fondo (1,9-2 m/s), es incapaz de realizar movimientos ascendentes entre estanques.

La combinación de la rugosidad del lecho y la velocidad del flujo fueron los mejores predictores para explicar la capacidad de movimiento del cangrejo señal. La velocidad de flujo superior a 0,86 m/s junto con una superficie carente de rugosidad, resultan ser un factor limitante. Esta información sirve directamente como base para el diseño de futuras barreras físicas a la dispersión de especies invasoras de cangrejo de río, con el objetivo de preservar otras especies de interés como es el caso de *Austropotamobius pallipes*.

7 Bibliografía

- Ahmadi, A., 2018. Phototaxis Mechanism and Morphometric Characteristic of American crayfish (*Procambarus clarkii*). Journal of Fisheries and Life Sciences. 3: 44–51.
- Alexandre, C. M., R. Branca, B. R. Quintella, & P. R. Almeida, 2016. Critical swimming speed of the southern straight-mouth nase *Pseudochondrostoma willkommii* (Steindachner, 1866), a potamodromous cyprinid from southern Europe. Limnetica 35: 365–372.
- Alonso, F., C. Temiño, J. Diéguez-Uribeondo, 2000. Status of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), in Spain: distribution and legislation. Bull.Fr. Pêche Piscic. 356, 031-054.
- Alonso, F., 2012. *Austropotamobius pallipes*. Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Anastácio, P., & J. Marques, 1998. Crayfish (*Procambarus clarkii*) Condition Throughout the Year in the Lower Mondego River Valley, Portugal. Environmental Science.
- Banha, F., & P. M. Anastácio, 2014. Desiccation survival capacities of two invasive crayfish species. Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.; 413, 01.
- Banha F., 2015. Dispersión humana de fauna invasora de agua dulce. Tesis doctoral, Universidad de Évora.
- Benejam, L., S. Saura-Mas, J. Montserrat, F. Torres, & M. Macies, 2015. Could electric fish barriers help to manage native populations of European crayfish threatened by crayfish plague (*Aphanomyces astaci*)?. Management of Biological Invasions 6: 307–310.
- Bernardo, J. M., & A. M. Costa, 2011. Dispersal and coexistence of two non-native crayfish species (*Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii*) in NE Portugal over a 10-year period. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 28.
- Bondar, C. A., Y. Zhang, J. S. Richardson, & D. Jesson, 2005. The conservation status of the freshwater crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in British Columbia. Ministry of Water, Land and Air Protection Province of British Columbia.
- Bravo-Córdoba, F. J., J. Valbuena-Castro, A. García-Vega, J. F. Fuentes-Pérez, J. Ruiz-Legazpi, & F. J. Sanz-Ronda, 2021b. Fish passage assessment in stepped fishways: Passage success and transit time as standardized metrics. Ecological Engineering 162: 106172.
- Bravo-Córdoba, F. J., F. J. Sanz-Ronda, J. Ruiz-Legazpi, J. Valbuena-Castro, S. Makrakis, 2018. Vertical slot versus submerged notch with bottom orifice: Looking for the best technical fishway type for Mediterranean barbels. Ecological Engineering 122: 120-125.
- Bubb, D. H., T. J. Thom, & M. C. Lucas, 2004. Movement and dispersal of the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in upland rivers. Freshwater Biology 49: 357–368.
- Bubb, D. H., 2004. Spatial ecology of white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* and signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in upland rivers, Northern

England. Department of Biological and Biomedical Sciences University of Durham, UK.

- Bubb, D.H., O'Malley, O.J., Gooderham, A.C., Lucas, M.C., 2009. Relative impacts of native and non-native crayfish on shelter use by an indigenous benthic fish. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 19, 448-455.
- Bravo-Córdoba, F. J., F. J. Sanz-Ronda, J. Ruiz-Legazpi, J. Valbuena-Castro, S. Makrakis, 2018. Vertical slot versus submerged notch with bottom orifice: Looking for the best technical fishway type for Mediterranean barbels. *Ecological Engineering* 122. 120–125.
- Capdevila-Argüelles, L., B. Zilletti, & V. Á. Suárez-Álvarez, 2013. Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. *Memorias Real Sociedad Española de Historia Natural.* 2ª. época 10.
- Castro-Santos, T., F. J. Sanz-Ronda, & J. Ruiz-Legazpi, 2013. Breaking the speed limit comparative sprinting performance of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 280–293.
- Chucholl, C., Schrimpf, A., 2016. The decline of endangered stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in southern Germany is related to the spread of invasive alien species and land-use change. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 26, 44-56.
- Chucholl, F., & C. Chucholl, 2021. Differences in the functional responses of four invasive and one native crayfish species suggest invader-specific ecological impacts. *Freshwater Biology* 66:2051–2063.
- Clavero, M., 2022. El capricho de un rey trajo a España los falsos cangrejos autóctonos. *Asociacion The Conversation.*
- Clavero, M., C. Nores, S. Kubersky-Piredda, & A. Centeno-Cuadros, 2016. Interdisciplinarity to reconstruct historical introductions: solving the status of cryptogenic crayfish. *Biological Reviews* 91: 1036–1049.
- Dana, E. D., J. García-de-Lomas, R. González, & F. Ortega, 2011. Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering* 37: 1607–1613.
- Diéguez-Urbeondo, J., Rueda, A., Castien, E., Bascones, J.C., 1997. A plan of restoration in Navarra for the native freshwater crayfish species of Spain, *Austropotamobius pallipes*. *Bull.Fr. Pêche Piscic.* 347, 625-637.
- Diéguez-Urbeondo, J., Temino, C., Muzquiz, J. L., 1997. The crayfish plague fungus (*Aphanomyces astaci*) in Spain. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 347, 753-76.
- Diéguez-Urbeondo, J., 2006. The dispersion of the *Aphanomyces astaci* carrier *Pacifastacus leniusculus* by humans represents the main cause of disappearance of the indigenous crayfish *Austropotamobius pallipes* in Navarra. *Bull.Fr. Pêche Piscic.* 380-381: 1303-1312.
- Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. Gessner, Z. I. Kawabata, D. Knowler, C. Lévêque, R. J. Naiman, A. H. Prieur-Richard, D. Soto, & M. Stiassny, 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews* 81: 163–182.

- Forsythe, P. S., & J. A. Crossman, 2017. Effects of crayfish density, body size and substrate on consumption of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque, 1817) eggs by invasive rusty crayfish (*Orconectes rusticus*, Girard, 1852). *J. Appl. Ichthyol* 34:314–321.
- Frings, R. M., S. C. K. Vaeßen, H. Groß, S. Roger, H. Schüttrumpf, & H. Hollert, 2013. A fish-passable barrier to stop the invasion of non-indigenous crayfish. *Biological Conservation* 159: 521–529.
- Fuentes-Pérez, J. F., A. García-Vega, F. J. Bravo-Córdoba, & F. J. Sanz-Ronda, 2021. A Step to Smart Fishways: An Autonomous Obstruction Detection System Using Hydraulic Modeling and Sensor Networks. *Sensors* 2021, Vol. 21, Page 6909 21: 6909.
- Galib, S. M., J. Sun, S. D. Twiss, & M. C. Lucas, 2022. Personality, density and habitat drive the dispersal of invasive crayfish. *Nature Scientific Reports* 12:1114.
- Gil-Sánchez, J. M., & J. Alba-Tercedor, 2002. Ecology of the native and introduced crayfishes *Austropotamobius pallipes* and *Procambarus clarkii* in southern Spain and implications for conservation of the native species. *Biological Conservation* 105, 75-80.
- Gil-Sánchez, J. M., & J. Alba-Tercedor, 2006. The Decline of the Endangered Populations of the Native Freshwater Crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in Southern Spain: It is Possible to Avoid Extinction?. *Hydrobiologia* 559:1 559: 113–122.
- Hermoso, V., & M. Clavero, 2011. Threatening processes and conservation management of endemic freshwater fish in the Mediterranean basin: a review. *Marine and Freshwater Research* 62: 244–254.
- Holdich, D.M., 2002. Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bull.Fr. Pêche Piscic.* 367, 611-650.
- Holdich, D. M., J. James., C. Jackson., & S. Peay, 2014. The North American signal crayfish, with particular reference to its success as an invasive species in Great Britain. *Ethology Ecology & Evolution*, 2014 Vol. 26, Nos. 2–3, 232–262.
- Ibbotson, A. T., & M. T. Furse, 1995. Literature review of the ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* and its impacts upon the white clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. Institute of Freshwater Ecology.
- Ilhéu, M., & J. Bernardo, 2007. Predation of invasive crayfish on aquatic vertebrates: the effect of *Procambarus clarkii* on fish assemblages in Mediterranean temporary streams. *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, 543–558.
- Kerr, J. R., A. S. Vowles, M. C. Crabb, P. S. Kemp, 2021. Selective fish passage: Restoring habitat connectivity without facilitating the spread of a non-native species. *Journal of Environmental Management* Volume 279.
- Kouba, A., A. Petrušek, & P. Kozák, 2014. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 413: 05.
- Krieg, R., A. Zenker, & A. King, 2021. Barriers against invasive crayfish species in natural Waters and fish passes - Practical experience. *Global Ecology and*

Conservation 25.

- Krieg, R., A. Zenker, & A. King, 2021. Measures to Control Invasive Crayfish Species in Switzerland: A Success Story?. *Frontiers in Environmental Science*, Vol. 8 Article 609129.
- Krieg, R., & A. Zenker, 2020. A review of the use of physical barriers to stop the spread of non-indigenous crayfish species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2020 30:3 30: 423–435.
- Larinier, M., 2002. Pool fishways, pre-barrages and natural bypass channels. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 364: 54–82.
- Larson, C. E., T. Bo, A. Candiotta, & S. Fenoglio, 2022. Predicting invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) spread using a traditional survey and river network simulation. *River Res Applic.*; 1–12
- Marques, M., F. Banha, M. Águas, & P. Anastácio, 2014. Environmental cues during overland dispersal by three freshwater invaders: *Eriocheir sinensis*, *Pacifastacus leniusculus*, and *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda). *Hydrobiologia* 2014 742:1 742: 81–93.
- Matters, K. L., S. P. Rice, & P. Wood, 2018. Temporal variability in lotic macroinvertebrate communities associated with invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) activity levels and substrate character. *Biological Invasions* vol. 20: 567–582.
- Martínez de Azagra, A., Diez Hernández, J.M., 2012. *Apuntes de Hidráulica forestal*. Servicio de publicaciones de la ETSIIAA. Palencia.
- Martín-Torrijos, L., M. Campos-Llach, Q. Pou-Rovira, & J. Diéguez-Urbeondo, 2017. Resistance to the crayfish plague, *Aphanomyces astaci* (Oomycota) in the endangered freshwater crayfish species, *Austropotamobius pallipes*. *PLOS ONE* 12.
- Martín-Torrijos, L., H. Kokko, J. Makkonen, J. Jussila, & J. Diéguez-Urbeondo, 2019. Mapping 15 years of crayfish plague in the Iberian Peninsula: The impact of two invasive species on the endangered native crayfish. *PLOS ONE* 14, 1–14.
- Moreira, F. D., F. Ascensão, C. Capinha, D. Rodrigues, P. Segurado, M. Santos-Reis, & R. Rebelo, 2014. Modelling the risk of invasion by the red-swamp crayfish (*Procambarus clarkii*): incorporating local variables to better inform management decisions. *Biological Invasions* 2014 17:1 17: 273–285.
- Nedzarek, A., P. Czerniejewski, & A. Tórz, 2020. Macroelements and Trace Elements in Invasive Signal Crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) from the Wieprza River (Southern Baltic): Human Health Implications. *Biological Trace Element Research* volume 197, 304–315.
- Northcote, T.G., 2010. Controls for trout and char migratory/resident behaviour mainly in stream systems above and below waterfalls/barriers: a multidecadal and broad geographical review. *Ecol. Freshw. Fish*, 19: 487–509.
- Oficialdegui, F. J., M. Clavero, M. I. Sánchez, A. J. Green, L. Boyero, T. C. Michot, K. Klose, T. Kawai, & C. Lejeune, 2019. Unravelling the global invasion routes of a worldwide invader, the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Freshwater Biology* 64: 1382–1400.
- Oliva-Paterna, F., A. Beltrán, & M. Torralva, 2020. *Especies Exóticas Invasoras de*

la cuenca del río Segura. Listas prioritarias y manual para su gestión. Proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Dirección General del Medio Natural.

- Rahel, F. J., & R. L. McLaughlin, 2018. Selective fragmentation and the management of fish movement across anthropogenic barriers. *Ecological applications* 28: 2066–2081.
- Rebrina, F., J. Skejo, A. Lucić, & S. Hudina, 2015. A Trait variability of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in a recently invaded region reflects potential benefits and trade-offs during dispersal. *Aquatic Invasions* 1: 41–50.
- Robinson, C., V. C. García-Leaniz, & S. Consuegra, 2019. Effect of artificial barriers on the distribution of the invasive signal crayfish and Chinese mitten crab. *Scientific Reports* volume 9, Article number: 7230.
- Rosewarne, P. J., A. T. Piper, R. M. Wright, & A. M. Dunn, 2013. ¿Do low-head riverine structures hinder the spread of invasive crayfish? Case study of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) movements at a flow gauging weir. *Management of Biological Invasions* 4: 273–282.
- Ruiz-Legazpi, J., F. J. Sanz-Ronda, F. J. Bravo-Córdoba, J. F. Fuentes-Pérez & T. Castro-Santos, 2018. Influencia de factores ambientales y biométricos en la capacidad de nado del barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*, Steindachner, 1864), un ciprínido potamódromo endémico de la península Ibérica. *Limnetica*, 37(2): 251-265.
- Santos, J. M., S. D. Amaral, & J. Pádua, 2021. Can fish lifts aid upstream dispersal of the invasive red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) past high-head hydropower plants?. *River Res Applic.* 2021;1–5.
- Sanz-Ronda, F. J., J. Ruiz-Legazpi, F. J. Bravo-Córdoba, S. Makrakis, T. Castro-Santos, 2015. Sprinting performance of two Iberian fish: *Luciobarbus bocagei* and *Pseudochondrostoma duriense* in an open channel flume. *Ecological Engineering* 83: 61–70.
- Trouilhe, M. C., Ricard, F., Parinet, B., Grandjean, F., Souty-Grosset, C.; 2003. Management of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in western France: Abiotic and Biotic factors study. *Bull.Fr. Pêche Piscic.* 370-371: 97-114.
- Wang, W., J. X. Yang, G. Q. Zhou, Y. A. Zhu, & H. Shan, 2011. Length–weight and chelae length–width relationships of the crayfish *Procambarus clarkii* under culture conditions. *Journal of Freshwater Ecology* Vol. 26, No. 2, June 2011, 287–294.
- Ministerio para la Transición Ecológica. Gobierno de España. www.miteco.gob.es. Fecha de consulta: mayo y junio de 2022.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. www.mapa.gob.es. Fecha de consulta: mayo de 2022.
- Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. <https://gobierno.jcyl.es/web/es/consejerias/direccion-general-patrimonio-natural.html>. Fecha de consulta: mayo de 2022.

ANEXO I: DATOS EN BRUTO

ÍNDICE ANEXO I

- 1 FENOLOGÍA DEL CANGREJO SEÑAL Y ROJO EN UNA ESCALA PARA PECES1
- 2 CAPACIDAD DE ASCENSO VOLUNTARIO DEL CANGREJO SEÑAL ANTE BARRERAS HIDRÁULICAS..23

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DATOS RECOGIDOS EN LOS MUESTREOS REALIZADOS EN LA ESCALA DE GUMA DURANTE LOS AÑOS 2019, 2021 Y 2022. LONGITUDES EN MILÍMETROS Y PESOS EN GRAMOS.	1
TABLA 2. DATOS DIARIOS (MEDIOS) DEL CAUDAL Y TEMPERATURA DEL RÍO DUERO A SU PASO POR LA ESCALA DE GUMA. FUENTE: CHD, 2019.	12
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE LOS EJEMPLARES MUESTREADOS EN LA ESTACIÓN DE MUESTREO (RÍO CARRIÓN) Y TEMPERATURA DEL AGUA. LONGITUDES EN MILÍMETROS Y PESOS EN GRAMOS.....	23
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DEL CANAL HIDRÁULICO, TEMPERATURA DEL AGUA Y MOMENTO DEL DÍA POR LOTE.....	31
TABLA 5. PROCESADO DE LOS DATOS RECOGIDOS POR OBSERVACIÓN DIRECTA DURANTE LOS EXPERIMENTOS Y A TRAVÉS DE MONITOREO DE VÍDEO, PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD RELATIVA Y DISTANCIA RECORRIDA DE CADA EJEMPLAR.	42

1 Fenología del cangrejo señal y rojo en una escala para peces

Tabla 1. Datos recogidos en los muestreos realizados en la escala de Guma durante los años 2019, 2021 y 2022. Longitudes en milímetros y pesos en gramos.

LUGAR	ORIGEN	MES	FECHA	ESPECIE	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CEFALOTORAX	PESO	SEXO	TEMPERATURA AGUA (°C)
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	FEB	15/02/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO ROJO	115		45		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO SEÑAL	97		36		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO SEÑAL	105		36		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO ROJO	85		20		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO ROJO	90		21		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO SEÑAL	65		9		10
GUMA	ESCALA	MAR	15/03/2019	CANGREJO SEÑAL	72		11		10
GUMA	ESCALA	ABR	12/04/2019	CANGREJO ROJO	95		29		10
GUMA	ESCALA	ABR	12/04/2019	CANGREJO ROJO	90		28		10
GUMA	ESCALA	ABR	12/04/2019	CANGREJO ROJO	92		24		10
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			44		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			36		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			26		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			32		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			28		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO ROJO			32		15
GUMA	ESCALA	MAY	07/05/2019	CANGREJO SEÑAL			2		15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO ROJO			20		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO ROJO			8		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO SEÑAL			27		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO SEÑAL			54		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO SEÑAL			29		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO SEÑAL			16		16
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2019	CANGREJO SEÑAL			8		16

Alumno: Carlos Escudero Ortega
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	JUN	12/06/2019	CANGREJO SEÑAL					19
GUMA	ESCALA	JUN	12/06/2019	CANGREJO SEÑAL					19
GUMA	ESCALA	JUN	12/06/2019	CANGREJO SEÑAL					19
GUMA	ESCALA	JUN	12/06/2019	CANGREJO SEÑAL					19
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			15		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			48		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO SEÑAL			56		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			32		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO SEÑAL			53		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			38		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO SEÑAL			27		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			26		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			26		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			20		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			25		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			17		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			16		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			22		24
GUMA	ESCALA	JUL	03/07/2019	CANGREJO ROJO			20		24
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			24		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			20		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			37		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			23		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			34		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			19		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			16		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			19		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			21		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO			22		22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22
GUMA	ESCALA	AGO	01/08/2019	CANGREJO ROJO					22

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO SEÑAL			41		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			43		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			16		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			20		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			8		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			8		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			12		16
GUMA	ESCALA	OCT	08/10/2019	CANGREJO ROJO			2		16
GUMA	ESCALA	DIC	11/12/2019	CANGREJO ROJO					7
GUMA	ESCALA	ABR	07/04/2021	CANGREJO ROJO	88		12		12
GUMA	ESCALA	ABR	07/04/2021	CANGREJO SEÑAL	120		39		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO SEÑAL	60		6		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO ROJO	66		8		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO ROJO	78		12		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO ROJO	51		3		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO ROJO	51		3		12
GUMA	ESCALA	ABR	08/04/2021	CANGREJO ROJO	50		4		12
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO ROJO	105		32	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	112		42	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	95		24	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO ROJO	98		22	M	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	80		16	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	110		35	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	105		36	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	110		43	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	102		33	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	56		6	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO ROJO	105		21	M	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	53		4	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	11/05/2021	CANGREJO SEÑAL	56		5	H	15
GUMA	ESCALA	MAY	12/05/2021	CANGREJO ROJO	65		3	M	15
GUMA	ESCALA	MAY	12/05/2021	CANGREJO SEÑAL	95		24	H	15
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	112	52	40	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	35	M	22

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	100	55	23	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	110	60	30	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	60	28	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	100	55	29	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	100	55	25	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	43	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	44	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	110	60	44	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	41	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	31	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	125	65	86	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	105	55	37	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	100	45	28	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	120	60	89	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	65	30	12	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	80	40	16	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	50	29	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	80	40	19	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	31	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	115	60	41	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	18	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	50	30	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	110	55	44	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	26	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	120	60	43	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	125	45	27	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	80	40	17	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	90	45	26	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	65	30	7	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	50	26	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	8	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	10	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	31	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	36	M	22

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	110	55	29	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	90	45	15	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	105	50	32	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	115	60	52	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	80	40	17	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	105	55	42	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	60	30	5	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	65	30	7	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	8	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	11	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			55	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			41	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			25	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			35	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			16	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			25	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			46	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			31	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			19	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			16	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			19	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			25	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			52	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			43	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			87	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			94	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			34	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			37	M	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			38	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL			27	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	08/07/2021	CANGREJO SEÑAL			46	H	22
GUMA	ESCALA	JUL	07/07/2021	CANGREJO SEÑAL					22
GUMA	ESCALA	JUL	08/07/2021	CANGREJO SEÑAL					22
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	120	60	61	M	23

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	65	32	9	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	92	43	23	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	78	38	14	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	87	45	26	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	84	42	22	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	103	53	48	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	93	46	28	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	18	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	101	54	44	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	110	55	56	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO SEÑAL	95	48	31	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	34	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	100	52	28	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	106	55	38	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	110	57	28	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	105	55	33	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	101	54	29	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	45	25	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	108	57	40	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	43	26	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	98	50	24	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	92	50	25	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	44	20	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	85	45	18	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	100	55	27	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	105	52	36	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	90	45	25	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	78	39	15	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	100	50	30	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	93	49	24	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	100	50	33	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	80	41	17	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	82	41	17	M	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	82	41	14	H	23

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	95	49	31	H	23
GUMA	ESCALA	JUL	28/07/2021	CANGREJO ROJO	110	57	44	M	23
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO SEÑAL	102	56	34	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO SEÑAL	70	38	10	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	89	47	26	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	110	52	39	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	97	50	31	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	88	42	21	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	89	45	24	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	108	56	33	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	88	47	20	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	105	56	39	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	102	55	36	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	27	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	92	47	32	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	100	48	37	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	105	59	34	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	90	46	24	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO SEÑAL	94	43	27	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	95	46	27	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	105	55	35	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	100	49	30	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	90	45	28	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	103	51	37	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	100	51	30	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	95	51	27	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	92	47	23	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	95	46	24	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	91	45	28	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	75	37	13	M	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	85	47	18	H	25
GUMA	ESCALA	SEP	09/09/2021	CANGREJO ROJO	90	45	26	M	25
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				H	18

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO ROJO				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				M	18
GUMA	ESCALA	MAY	18/05/2022	CANGREJO SEÑAL				H	18

Tabla 2. Datos diarios (medios) del caudal y temperatura del río Duero a su paso por la escala de Guma. Fuente: CHD, 2019.

FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	TEMPERATURA AGUA (°C)
1/1/19	10,79	4,8
1/2/19	11,48	4,6
1/3/19	10,79	4,3
1/4/19	10,44	3,9
1/5/19	9,75	3,6
1/6/19	11,04	3,2
1/7/19	9,8	2,9
1/8/19	11,54	3
1/9/19	11,63	3,35
1/10/19	10,1	3,7
1/11/19	9,3	3,5
1/12/19	9,37	3,7
1/13/19	10,1	3,8
1/14/19	10,39	4
1/15/19	10,1	3,5
1/16/19	10,1	3,5
1/17/19	9,22	4
1/18/19	9,64	3,9
1/19/19	9,01	4,2
1/20/19	13,44	4,8
1/21/19	11,72	4,8
1/22/19	10,1	4,8
1/23/19	8,72	4,8
1/24/19	10,44	5,6
1/25/19	11,54	5,8
1/26/19	11,31	6,2
1/27/19	12,64	6
1/28/19	12,64	5,9
1/29/19	14,92	5,9
1/30/19	12,64	6
1/31/19	9,01	6,2
2/1/19	32,3	7

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

2/2/19	55,17	6,8
2/3/19	54,64	5,8
2/4/19	48,52	5,2
2/5/19	38,17	5,6
2/6/19	32,06	5,4
2/7/19	30,63	6,2
2/8/19	30,33	6,1
2/9/19	29,59	6,7
2/10/19	27,34	7
2/11/19	26,96	7
2/12/19	25,9	7
2/13/19	19,1	7
2/14/19	24,47	7
2/15/19	20,89	7
2/16/19	20,47	7
2/17/19	19,25	7
2/18/19	19,94	7,65
2/19/19	16,13	7,35
2/20/19	19,08	7,15
2/21/19	18,5	7,4
2/22/19	15,68	7,2
2/23/19	15,84	6,85
2/24/19	17,28	7,05
2/25/19	14,32	7,2
2/26/19	15,72	7,6
2/27/19	15,68	7,95
2/28/19	13,23	8,1
3/1/19	13,44	7,9
3/2/19	15,27	8,1
3/3/19	15,1	8,3
3/4/19	11,75	9,05
3/5/19	12,97	9,4
3/6/19	14,5	9,3
3/7/19	13,64	9,25

Alumno: Carlos Escudero Ortega
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

3/8/19	14,71	9,2
3/9/19	14,58	9,4
3/10/19	15,22	9,75
3/11/19	12,64	11,3
3/12/19	13,56	10,3
3/13/19	13,18	10,4
3/14/19	11,99	10,1
3/15/19	12,93	9,9
3/16/19	12,82	9,85
3/17/19	12,14	9,9
3/18/19	9,51	9,85
3/19/19	10,41	9,9
3/20/19	9,7	9,9
3/21/19	8,14	9,9
3/22/19	8,39	10,2
3/23/19	8,93	10,7
3/24/19	9,48	11
3/25/19	8,93	11,2
3/26/19	6,42	11
3/27/19	7,47	11,7
3/28/19	7,19	11,8
3/29/19	7,38	12,1
3/30/19	6,98	12,3
3/31/19	4,31	12,55
4/1/19	6,81	11,8
4/2/19	6,27	12,3
4/3/19	6,17	11,9
4/4/19	6,86	11,6
4/5/19	11,22	10,8
4/6/19	10,1	10,3
4/7/19	10,98	10,2
4/8/19	13,33	10,2
4/9/19	9,14	10,3
4/10/19	9,48	10,2

Alumno: Carlos Escudero Ortega
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

4/11/19	9,56	9,9
4/12/19	9,88	10,15
4/13/19	11,28	10,4
4/14/19	10,87	11,05
4/15/19	9,36	11,9
4/16/19	9,36	12,5
4/17/19	9,39	13,5
4/18/19	11,99	13,5
4/19/19	18,83	12,8
4/20/19	30,41	12,6
4/21/19	35,73	12,7
4/22/19	33,42	12,2
4/23/19	25,17	12,7
4/24/19	23,38	11,8
4/25/19	24,75	11,5
4/26/19	42,95	11,2
4/27/19	48,28	11,35
4/28/19	50,96	12,05
4/29/19	37,1	13,05
4/30/19	31,47	13,5
5/1/19	27,61	14,3
5/2/19	23,38	15,2
5/3/19	20,81	15,3
5/4/19	21,14	14,7
5/5/19	18,1	14,8
5/6/19	16,61	14,7
5/7/19	15,55	15,15
5/8/19	14,83	15,1
5/9/19	12,03	14,5
5/10/19	11,95	14,55
5/11/19	12,32	15
5/12/19	11,99	15,05
5/13/19	11,75	15
5/14/19	9,54	15,3

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

5/15/19	8,98	15,8
5/16/19	9,2	16,2
5/17/19	9,51	15,9
5/18/19	9,8	15,6
5/19/19	10,67	14,8
5/20/19	10,56	14,3
5/21/19	8,86	14,6
5/22/19	7,05	15,5
5/23/19	7,14	16
5/24/19	8	16,8
5/25/19	7,43	16,8
5/26/19	7,33	16,8
5/27/19	9,43	17
5/28/19	8	17,15
5/29/19	5,65	17,15
5/30/19	4,8	17,4
5/31/19	5,39	17,8
6/1/19	4,12	18,2
6/2/19	6,58	19
6/3/19	7,38	20,5
6/4/19	5,87	21,2
6/5/19	5,96	20,7
6/6/19	7,55	19,8
6/7/19	7,58	19
6/8/19	8,62	18,6
6/9/19	7,72	19
6/10/19	7,58	18,5
6/11/19	6,31	18,7
6/12/19	6,6	18,2
6/13/19	5,92	18,5
6/14/19	7,42	19,1
6/15/19	6,92	19,2
6/16/19	6,73	19,35
6/17/19	6,86	20,05

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

6/18/19	4,49	20,8
6/19/19	5,76	20,5
6/20/19	5,15	20,65
6/21/19	7,72	20,5
6/22/19	5,15	20,75
6/23/19	5,87	21,2
6/24/19	6,38	21,2
6/25/19	7,52	21,2
6/26/19	3,75	22,1
6/27/19	4,86	22,95
6/28/19	4,98	23,2
6/29/19	5,09	23,85
6/30/19	4,77	24,4
7/1/19	4,52	23,9
7/2/19	5,11	23,4
7/3/19	5,82	24,1
7/4/19	5,44	23,45
7/5/19	4,75	24,15
7/6/19	5,33	23,85
7/7/19	5,15	23,8
7/8/19	3,69	23,8
7/9/19	5,24	22,9
7/10/19	5,38	22,55
7/11/19	11,63	22,7
7/12/19	7,05	23,35
7/13/19	7,12	24
7/14/19	6,54	23,6
7/15/19	7,67	23,15
7/16/19	7,09	23,65
7/17/19	5,39	23,9
7/18/19	5,87	24,1
7/19/19	5,76	23,95
7/20/19	5,95	24,45
7/21/19	6,05	24,65

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

7/22/19	4,02	25,2
7/23/19	6,9	24
7/24/19	4,44	24,15
7/25/19	4,17	24,05
7/26/19	4,1	23,7
7/27/19	3,86	22,6
7/28/19	5,78	21,75
7/29/19	5,13	21,85
7/30/19	4,27	21,45
7/31/19	4,32	21,1
8/1/19	4,49	21,7
8/2/19	4,25	22,3
8/3/19	3,34	22,6
8/4/19	4,92	22,3
8/5/19	4,86	22,55
8/6/19	3,85	22,6
8/7/19	3,85	22,95
8/8/19	4,28	22,7
8/9/19	3,8	22,95
8/10/19	5,7	21,95
8/11/19	5,49	22,5
8/12/19	3,36	21,45
8/13/19	3,48	21,15
8/14/19	3,43	20,85
8/15/19	4,14	21,15
8/16/19	4,53	21,55
8/17/19	3,64	21,6
8/18/19	5,01	21,45
8/19/19	4,12	21,65
8/20/19	5,03	21,2
8/21/19	5,06	21,05
8/22/19	4,65	21,35
8/23/19	5,61	21,2
8/24/19	5,14	21,45

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

8/25/19	4,09	21,6
8/26/19	4,46	21,3
8/27/19	6,28	20,1
8/28/19	6,33	20,7
8/29/19	5,49	21,3
8/30/19	4,79	21,75
8/31/19	5,73	21,75
9/1/19	5,95	21,6
9/2/19	4,43	21,1
9/3/19	4,43	20,4
9/4/19	4,43	20,5
9/5/19	4,43	20,6
9/6/19	4,43	20,5
9/7/19	4,9	20,4
9/8/19	4,9	20,3
9/9/19	4,9	20,2
9/10/19	4,9	20,1
9/11/19	4,9	20
9/12/19	4,9	19,9
9/13/19	5,5	19,8
9/14/19	6	19,7
9/15/19	6,5	19,6
9/16/19	7	19,5
9/17/19	7,5	19,4
9/18/19	8	19,3
9/19/19	8	19,2
9/20/19	8	19,1
9/21/19	7	18,9
9/22/19	6	18,7
9/23/19	5	18,5
9/24/19	5	18,3
9/25/19	5	18,1
9/26/19	5	17,9
9/27/19	5	17,7

Alumno: Carlos Escudero Ortega
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

9/28/19	5	17,5
9/29/19	5	17,3
9/30/19	5	17,1
10/1/19	5,48	16,9
10/2/19	5,36	16,7
10/3/19	4,53	16,5
10/4/19	5,51	16,3
10/5/19	5,05	16,1
10/6/19	4,26	16,1
10/7/19	3,95	16,1
10/8/19	4,46	16,1
10/9/19	4,7	15,1
10/10/19	4,23	14,1
10/11/19	5,01	13,5
10/12/19	4,68	12,8
10/13/19	4,16	12,8
10/14/19	4,48	12,8
10/15/19	6,59	12,8
10/16/19	6,55	12,8
10/17/19	5,88	12,8
10/18/19	5,98	12,8
10/19/19	6,24	12,8
10/20/19	6,07	12,4
10/21/19	5,64	12,4
10/22/19	5,7	12,4
10/23/19	6,67	12,4
10/24/19	6,7	12,4
10/25/19	6,16	12,4
10/26/19	7,18	12,4
10/27/19	5,68	12,2
10/28/19	6,22	12,2
10/29/19	6,62	12,2
10/30/19	5,62	12,2
10/31/19	6,48	12,2

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

11/1/19	4,74	12,2
11/2/19	5,94	12,2
11/3/19	6,3	12,2
11/4/19	5,61	12,2
11/5/19	6,09	12,2
11/6/19	6,42	12
11/7/19	5,68	12
11/8/19	7,18	12
11/9/19	7,38	12
11/10/19	6,86	12
11/11/19	7,13	12
11/12/19	7,28	12
11/13/19	8,98	12
11/14/19	8,07	12
11/15/19	7,9	11,5
11/16/19	9,49	11,5
11/17/19	10,19	11,5
11/18/19	10,14	11,5
11/19/19	10,31	11,5
11/20/19	7,12	11,5
11/21/19	6,63	11,5
11/22/19	7,95	11,5
11/23/19	10,54	11,5
11/24/19	10,45	11,5
11/25/19	11,67	10,5
11/26/19	15,2	10,5
11/27/19	10,13	10,5
11/28/19	13,66	10,5
11/29/19	13,74	10,5
11/30/19	19,01	10
12/1/19	21,47	10
12/2/19	27,35	9,5
12/3/19	26,89	9,5
12/4/19	25,68	9

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

12/5/19	23,01	9
12/6/19	18,35	8,5
12/7/19	15,78	8,5
12/8/19	13,96	8
12/9/19	15,16	7,5
12/10/19	17,49	7
12/11/19	11,85	7
12/12/19	12,16	7
12/13/19	15,61	7,1
12/14/19	31,57	7,3
12/15/19	26,51	7,4
12/16/19	24,38	7,6
12/17/19	22,28	7,8
12/18/19	17,86	8
12/19/19	18,6	8,4
12/20/19	20,01	8,8
12/21/19	53,1	9,1
12/22/19	99,64	9,15
12/23/19	125,03	8,55
12/24/19	160,62	8
12/25/19	121,7	7,8
12/26/19	90,48	7,5
12/27/19	85,16	7,2
12/28/19	78,25	6,8
12/29/19	74,17	6
12/30/19	72,61	6
12/31/19	70,14	6

2 Capacidad de ascenso voluntario del cangrejo señal ante barreras hidráulicas

Tabla 3. Características biométricas de los ejemplares muestreados en la estación de muestreo (Río Carrion) y temperatura del agua. Longitudes en milímetros y pesos en gramos.

LUGAR	ORIGEN	MES	FECHA	ESPECIE	LONGITUD TOTAL	LONGITUD CEFALOTORAX	PESO	SEXO	TEMPERATURA AGUA (°C)
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	104	49	33	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	101	49	29	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	104	49	33	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	101	49	29	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	104	49	33	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	101	49	29	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	100	50	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	105	46	28	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	84	38	17	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	84	38	17	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	39	19	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	39	19	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	44	32	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	39	19	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	44	32	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	84	38	17	H	19

Alumno: Carlos Escudero Ortega
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	39	19	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	48	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	84	38	17	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	44	32	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	39	19	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	87	43	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	20	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	44	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	110	53	37	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	87	43	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	20	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	44	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	87	43	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	20	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	44	27	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	24	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	46	29	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	82	39	18	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	89	41	22	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	23	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	115	56	47	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	82	39	18	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	23	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	120	59	59	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	120	59	59	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	21	H	19

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	21	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	120	59	59	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	91	44	26	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	21	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	45	30	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	79	40	15	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	49	36	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	49	36	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	89	43	26	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	79	40	15	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	89	43	26	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	49	36	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	49	36	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	79	40	15	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	49	36	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	25	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	98	47	35	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	89	43	26	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	108	45	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	22	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	46	29	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	46	33	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	22	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	46	29	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	79	36	16	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	108	45	30	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	22	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	79	36	16	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	46	29	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	22	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	97	46	33	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	48	32	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	88	42	23	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	82	40	18	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	31	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	82	40	18	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	88	42	23	M	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	18	H	19
CARRION	RIO	SEPT	16/09/2021	CANGREJO SEÑAL	95	48	32	H	19
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	85	40	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	40	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	31	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	42	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	48	32	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	43	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	89	44	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	43	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	43	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	89	44	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	43	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	43	26	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	89	44	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	40	17	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	89	44	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	82	43	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	93	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	98	40	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	98	40	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	93	39	18	H	18

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	98	40	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	93	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	39	18	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	98	40	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	98	40	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	70	35	13	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	45	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	47	27	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	87	40	20	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	44	24	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	45	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	45	25	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	47	27	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	44	24	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	41	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	83	41	21	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	91	42	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	73	35	13	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	89	41	22	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	99	48	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	41	18	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	112	57	47	M	18

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	41	18	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	41	18	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	85	41	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	41	18	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	112	57	47	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	99	48	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	86	41	18	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	26	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	44	25	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	96	47	28	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	29	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	46	30	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	29	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	44	25	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	42	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	96	47	28	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	46	30	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	29	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	96	47	28	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	44	25	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	95	46	29	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	42	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	46	30	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	96	47	28	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	42	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	44	25	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	42	21	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	88	44	24	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	87	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	47	29	M	18

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	99	47	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	47	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	99	47	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	87	43	23	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	47	29	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	97	47	30	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	45	28	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	24	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	39	19	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	47	30	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	24	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	39	19	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	94	47	30	M	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	92	45	24	H	18
CARRION	RIO	SEPT	21/06/2021	CANGREJO SEÑAL	90	39	19	M	18

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

B	FINO	0,43	0	7,5	24	25,5	24,75	M
B	FINO	0,43	0	7,5	24	25,5	24,75	M
B	FINO	0,43	0	7,5	24	25,5	24,75	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
C	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
D	FINO	0,86	0,9	4	23,9	25,5	24,7	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
D	FINO	0,86	0,9	4	24	25,6	24,8	M
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T
E	FINO	0,43	0	7,5	23,9	25,9	24,9	T

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
N	GRUESO	0,43	0,15	8	23,6	24,8	24,2	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
O	GRUESO	0,86	1,4	7	23,8	25	24,4	T
P	GRUESO	0,86	1,4	7	24,2	25,5	24,85	T

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
S	LISO	0,43	0	6,5	22,2	23,5	22,85	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
T	LISO	0,43	0	6,5	24	25,4	24,7	T
U	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	M
U	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	M
U	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	M
U	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	M
U	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	M
V	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	M
V	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	M
V	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	M
V	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	M

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

V	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	M
W	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	T
W	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	T
W	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	T
W	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	T
W	LISO	0,86	1,9	7	24,2	25,5	24,85	T
X	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	T
X	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	T
X	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	T
X	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	T
X	LISO	0,86	1,9	7	24,3	25,6	24,95	T

Tabla 5. Procesado de los datos recogidos por observación directa durante los experimentos y a través de monitoreo de vídeo, para la obtención de la velocidad relativa y distancia recorrida de cada ejemplar.

Lote	LT (mm)	LC (mm)	P (g)	Sexo	Pinza	T (s)	D (m)	Alteración	T _{limpio} (s)	D _{limpia} (m)	V _{relativa} (m/s)	V _{absoluta} (m/s)
A	100	50	30	hembra	SI	189	3	NO	189	3	0,016	0,446
A	104	49	33	hembra	SI	286	3	SI	286	3	0,010	0,440
A	101	49	29	hembra	SI	148	2,05	SI	148	2,05	0,014	0,444
A	105	46	28	hembra	SI	125	3	SI	125	3	0,024	0,454
A	100	50	30	hembra	SI	178	3	NO	178	3	0,017	0,447
A	95	46	27	hembra	SI	178	3	NO	178	3	0,017	0,447
A	105	46	28	hembra	SI	124	3	NO	124	3	0,024	0,454
A	104	49	33	hembra	SI	464	3	SI	464	3	0,006	0,436
A	95	46	27	hembra	SI	117	3	SI	73	2,2	0,030	0,460
A	105	46	28	hembra	SI	158	3	SI	95	2,3	0,024	0,454
A	100	50	30	hembra	SI	264	3	NO	264	3	0,011	0,441
A	105	46	28	hembra	SI	233	3	SI	52	1,25	0,024	0,454
A	95	46	27	hembra	SI	168	3	SI	81	2,45	0,030	0,460
A	101	49	29	hembra	SI	128	3	NO	128	3	0,023	0,453
A	104	49	33	hembra	SI	495	3	SI	495	3	0,006	0,436
A	105	46	28	hembra	SI	17	0,35	SI	17	0,35	0,021	0,451
A	101	49	29	hembra	SI	264	3	SI	101	2,15	0,021	0,451
A	100	50	30	hembra	SI	287	3	NO	287	3	0,010	0,440
A	105	46	28	hembra	SI	247	3	SI	247	2,9	0,012	0,442
A	95	46	27	hembra	SI	185	3	SI	185	2,85	0,015	0,445
A	105	46	28	hembra	SI	79	3	SI	79	3	0,038	0,468
B	94	46	32	macho	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
B	84	38	17	hembra	SI	135	3	NO	135	3	0,022	0,452
B	84	38	17	hembra	SI	180	3	NO	180	3	0,017	0,447
B	85	39	19	hembra	SI	36	0,4	SI	36	0,4	0,011	0,441
B	85	39	19	hembra	SI	65	0,8	SI	65	0,8	0,012	0,442
B	92	44	32	macho	SI	176	3	NO	176	3	0,017	0,447
B	85	39	19	hembra	SI	175	3	NO	175	3	0,017	0,447
B	92	44	32	macho	SI	380	3	NO	380	3	0,008	0,438
B	84	38	17	hembra	SI	132	3	NO	132	3	0,023	0,453
B	85	39	19	hembra	SI	160	3	NO	160	3	0,019	0,449

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

B	97	48	30	macho	SI	240	3	NO	240	3	0,013	0,443
B	84	38	17	hembra	SI	200	3	NO	200	3	0,015	0,445
B	92	44	32	macho	SI	57	0,25	SI	57	0,25	0,004	0,434
B	85	39	19	hembra	SI	171	3	NO	171	3	0,018	0,448
C	87	43	24	macho	SI	374	3	NO	374	3	0,008	0,868
C	85	41	20	macho	SI	373	3	NO	373	3	0,008	0,868
C	95	44	27	hembra	SI	378	3	NO	378	3	0,008	0,868
C	85	40	24	macho	SI	416	3	NO	416	3	0,007	0,867
C	110	53	37	hembra	SI	457	3	NO	457	3	0,007	0,867
C	87	43	24	macho	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
C	85	41	20	macho	SI	593	3	NO	593	3	0,005	0,865
C	95	44	27	hembra	SI	701	3	NO	701	3	0,004	0,864
C	85	40	24	macho	SI	668	3	NO	668	3	0,004	0,864
C	87	43	24	macho	SI	974	2,6	NO	974	2,6	0,003	0,863
C	85	41	20	macho	SI	549	2,3	NO	549	2,3	0,004	0,864
C	95	44	27	hembra	SI	301	1,7	NO	301	1,7	0,006	0,866
C	85	40	24	macho	SI	142	0,9	NO	142	0,9	0,006	0,866
D	92	46	29	macho	SI	702	3	NO	702	3	0,004	0,864
D	82	39	18	hembra	SI	411	3	NO	411	3	0,007	0,867
D	89	41	22	hembra	SI	725	3	NO	725	3	0,004	0,864
D	92	45	23	macho	SI	720	3	SI	587	2,7	0,005	0,865
D	115	56	47	macho	SI	1017	3	SI	423	2,7	0,006	0,866
D	82	39	18	hembra	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
D	92	45	23	macho	SI	614	3	NO	614	3	0,005	0,865
E	120	59	59	macho	SI	276	3	NO	276	3	0,011	0,441
E	91	44	26	hembra	SI	246	3	SI	103	1,5	0,015	0,445
E	95	45	30	macho	SI	147	3	NO	147	3	0,020	0,450
E	95	46	26	hembra	SI	111	3	NO	111	3	0,027	0,457
E	91	44	26	hembra	SI	161	3	NO	161	3	0,019	0,449
E	95	45	30	macho	SI	151	3	NO	151	3	0,020	0,450
E	95	46	26	hembra	SI	149	3	NO	149	3	0,020	0,450
E	120	59	59	macho	SI	260	3	NO	260	3	0,012	0,442
E	90	43	21	hembra	SI	254	3	SI	122	1,8	0,015	0,445
E	91	44	26	hembra	SI	210	3	NO	210	3	0,014	0,444

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

E	95	45	30	macho	SI	195	3	NO	195	3	0,015	0,445
E	95	46	26	hembra	SI	185	3	NO	185	3	0,016	0,446
E	90	43	21	hembra	SI	139	3	NO	139	3	0,022	0,452
E	91	44	26	hembra	SI	235	3	NO	235	3	0,013	0,443
E	95	45	30	macho	SI	232	3	NO	232	3	0,013	0,443
E	95	46	26	hembra	SI	214	3	SI	176	2,8	0,016	0,446
E	120	59	59	macho	SI	12	0,5	SI	12	0,5	0,042	0,472
E	91	44	26	hembra	SI	205	3	NO	205	3	0,015	0,445
E	95	46	26	hembra	SI	158	3	NO	158	3	0,019	0,449
E	95	45	30	macho	SI	254	3	NO	254	3	0,012	0,442
E	91	44	26	hembra	SI	242	2,7	NO	242	2,7	0,011	0,441
E	90	43	21	hembra	SI	231	2,6	SI	231	2,6	0,011	0,441
E	95	45	30	macho	SI	136	1,1	NO	136	1,1	0,008	0,438
F	98	47	35	macho	SI	93	3	NO	93	3	0,032	0,462
F	79	40	15	macho	SI	214	3	SI	214	3	0,014	0,444
F	98	49	36	macho	SI	98	3	NO	98	3	0,031	0,461
F	92	45	25	hembra	SI	106	3	SI	73	2,2	0,030	0,460
F	98	49	36	macho	SI	116	3	NO	116	3	0,026	0,456
F	98	47	35	macho	SI	96	3	NO	96	3	0,031	0,461
F	92	45	25	hembra	SI	132	3	NO	132	3	0,023	0,453
F	89	43	26	macho	SI	175	3	NO	175	3	0,017	0,447
F	92	45	25	hembra	SI	179	3	NO	179	3	0,017	0,447
F	98	47	35	macho	SI	124	3	NO	124	3	0,024	0,454
F	79	40	15	macho	SI	199	3	SI	199	3	0,015	0,445
F	89	43	26	macho	SI	192	3	NO	192	3	0,016	0,446
F	98	49	36	macho	SI	225	3	NO	225	3	0,013	0,443
F	92	45	25	hembra	SI	175	3	NO	175	3	0,017	0,447
F	98	47	35	macho	SI	143	3	NO	143	3	0,021	0,451
F	98	49	36	macho	SI	336	3	NO	336	3	0,009	0,439
F	79	40	15	macho	SI	10	0,1	SI	10	0,1		
F	92	45	25	hembra	SI	233	3	NO	233	3	0,013	0,443
F	98	47	35	macho	SI	219	3	NO	219	3	0,014	0,444
F	98	47	35	macho	SI	296	3	NO	296	3	0,010	0,440
F	98	49	36	macho	SI	518	3	NO	518	3	0,006	0,436

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

F	92	45	25	hembra	SI	10	0,1	SI	10	0,1		
F	98	47	35	macho	SI	102	2	NO	102	2	0,020	0,450
F	89	43	26	macho	SI	44	1,4	NO	44	1,4	0,032	0,462
G	108	45	30	hembra	SI	301	3	NO	301	3	0,010	0,870
G	90	43	22	hembra	SI	263	3	NO	263	3	0,011	0,871
G	97	46	29	macho	SI	320	3	NO	320	3	0,009	0,869
G	97	46	33	macho	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
G	90	43	22	hembra	SI	446	3	NO	446	3	0,007	0,867
G	97	46	29	macho	SI	404	3	NO	404	3	0,007	0,867
G	79	36	16	macho	SI	461	3	NO	461	3	0,007	0,867
G	108	45	30	hembra	SI	560	3	NO	560	3	0,005	0,865
G	90	43	22	hembra	SI	633	3	NO	633	3	0,005	0,865
G	79	36	16	macho	SI	640	3	NO	640	3	0,005	0,865
G	97	46	29	macho	SI	442	2,6	NO	442	2,6	0,006	0,866
G	90	43	22	hembra	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
G	97	46	33	macho	SI	96	1,5	NO	96	1,5	0,016	0,876
H	95	48	32	hembra	SI	348	3	NO	348	3	0,009	0,869
H	88	42	23	macho	SI	267	3	NO	267	3	0,011	0,871
H	82	40	18	hembra	SI	243	3	NO	243	3	0,012	0,872
H	95	46	31	hembra	SI			SI	163	2,4	0,015	0,875
H	82	40	18	hembra	SI	309	3	NO	309	3	0,010	0,870
H	88	42	23	macho	SI			SI	43	1,7	0,040	0,900
H	85	40	18	hembra	SI			SI	103	1,8	0,017	0,877
H	95	48	32	hembra	SI	704	3	NO	704	3	0,004	0,864
H	85	40	18	hembra	SI	578	3	NO	578	3	0,005	0,865
H	82	40	18	hembra	SI	433	3	NO	433	3	0,007	0,867
H	95	46	31	hembra	SI	27	0,15	SI	27	0,15	0,006	0,866
H	88	42	23	macho	SI	456	3	NO	456	3	0,007	0,867
H	95	48	32	hembra	SI	41	0,2	SI	41	0,2	0,005	0,865
I	90	43	26	Macho	SI	119	3	NO	119	3	0,025	0,455
I	88	43	26	Macho	SI	159	3	NO	159	3	0,019	0,449
I	82	43	21	Macho	SI	225	3	NO	225	3	0,013	0,443
I	83	40	17	Hembra	NO	149	3	NO	149	3	0,020	0,450
I	90	43	26	Macho	SI	174	3	NO	122	2,4	0,020	0,450

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

I	89	44	25	Hembra	SI	19	0,4	SI	19	0,4	0,021	0,451
I	88	43	26	Macho	SI	174	3	NO	174	3	0,017	0,447
I	82	43	21	Macho	SI	205	3	NO	205	3	0,015	0,445
I	90	43	26	Macho	SI	10	0,1	SI	10	0,1	0,010	0,440
I	90	43	26	Macho	SI	172	3	NO	172	3	0,017	0,447
I	83	40	17	Hembra	NO	171	3	NO	68	1,2	0,018	0,448
I	82	43	21	Macho	SI	280	3	NO	280	3	0,011	0,441
I	83	40	17	Hembra	NO	10	0,1	SI	10	0,1		
I	83	40	17	Hembra	NO	154	3	NO	154	3	0,019	0,449
I	88	43	26	Macho	SI	169	3	NO	169	3	0,018	0,448
I	90	43	26	Macho	SI	243	3	NO	243	3	0,012	0,442
I	89	44	25	Hembra	SI	167	3	NO	167	3	0,018	0,448
I	83	40	17	Hembra	NO	129	3	NO	129	3	0,023	0,453
I	90	43	26	Macho	SI	230	3	NO	230	3	0,013	0,443
I	82	43	21	Macho	SI	229	2,8	SI	229	2,8	0,012	0,442
I	88	43	26	Macho	SI	147	2,1	SI	147	2,1	0,014	0,444
I	89	44	25	Hembra	SI	136	2	SI	136	2	0,015	0,445
I	83	40	17	Hembra	NO	10	0,1	SI	10	0,1		
I	83	40	17	Hembra	NO	155	3	NO	155	3	0,019	0,449
I	83	40	17	Hembra	NO	132	3	NO	132	3	0,023	0,453
I	89	44	25	Hembra	SI	165	3	NO	165	3	0,018	0,448
I	82	43	21	Macho	SI	81	1,9	SI	81	1,9	0,023	0,453
J	83	39	18	Hembra	SI	138	3	NO	138	3	0,022	0,452
J	93	39	18	Hembra	SI	135	3	NO	135	3	0,022	0,452
J	86	43	23	macho	SI	60	1,1	SI	60	1,1	0,018	0,448
J	98	40	21	Hembra	SI	44	0,8	SI	44	0,8	0,018	0,448
J	70	35	13	Hembra	SI	40	1	SI	40	1	0,025	0,455
J	70	35	13	Hembra	SI	110	3	NO	110	3	0,027	0,457
J	98	40	21	Hembra	SI	65	3	NO	65	3	0,046	0,476
J	86	43	23	macho	SI	248	3	NO	248	3	0,012	0,442
J	70	35	13	Hembra	SI	100	3	NO	100	3	0,030	0,460
J	83	39	18	Hembra	SI	122	3	NO	122	3	0,025	0,455
J	93	39	18	Hembra	SI	211	3	NO	211	3	0,014	0,444
J	86	43	23	macho	SI	304	3	NO	304	3	0,010	0,440

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

J	70	35	13	Hembra	SI	148	3	NO	148	3	0,020	0,450
J	98	40	21	Hembra	SI	230	3	NO	230	3	0,013	0,443
J	83	39	18	Hembra	SI	180	3	NO	180	3	0,017	0,447
J	86	43	23	macho	SI	481	3	NO	481	3	0,006	0,436
J	83	39	18	Hembra	SI	187	3	NO	187	3	0,016	0,446
J	70	35	13	Hembra	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
J	93	39	18	Hembra	SI	183	3	NO	183	3	0,016	0,446
J	83	39	18	Hembra	SI	117	3	NO	117	3	0,026	0,456
J	70	35	13	Hembra	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
J	98	40	21	Hembra	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
J	86	43	23	macho	SI	282	2,6	NO	282	2,6	0,009	0,439
J	98	40	21	Hembra	SI	79	1,7	NO	79	1,7	0,022	0,452
J	70	35	13	Hembra	SI	54	0,9	NO	54	0,9	0,017	0,447
K	95	46	25	Hembra	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
K	94	45	25	Hembra	SI	429	3	NO	429	3	0,007	0,867
K	97	47	27	Hembra	SI	249	1,4	SI	249	1,4	0,006	0,866
K	87	40	20	Hembra	SI	57	0,6	SI	57	0,6	0,011	0,871
K	90	44	24	Hembra	SI	44	0,7	SI	44	0,7	0,016	0,876
K	94	45	25	Hembra	SI	225	0,9	SI	225	0,9	0,004	0,864
K	94	45	25	Hembra	SI	577	3	NO	577	3	0,005	0,865
K	97	47	27	Hembra	SI	665	3	NO	665	3	0,005	0,865
K	90	44	24	Hembra	SI	625	3	NO	625	3	0,005	0,865
L	89	43	27	macho	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
L	83	41	21	macho	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
L	83	41	21	macho	SI	660	3	NO	660	3	0,005	0,865
L	91	42	26	hembra	SI	330	2,3	NO	330	2,3	0,007	0,867
L	73	35	13	macho	SI	688	3	NO	688	3	0,004	0,864
L	89	41	22	hembra	SI	619	3	NO	619	3	0,005	0,865
M	85	41	23	macho	SI	196	3	NO	196	3	0,015	0,445
M	99	48	30	hembra	SI	599	3	SI	599	3	0,005	0,435
M	95	46	26	hembra	SI	144	3	NO	144	3	0,021	0,451
M	86	41	18	macho	NO	187	3	NO	187	3	0,016	0,446
M	95	46	26	hembra	SI	163	3	NO	163	3	0,018	0,448
M	85	41	23	macho	SI	245	3	NO	245	3	0,012	0,442

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

M	112	57	47	macho	SI	335	3	NO	335	3	0,009	0,439
M	86	41	18	macho	NO	223	3	NO	113	1,9	0,017	0,447
M	95	46	26	hembra	SI	184	3	NO	123	2,3	0,019	0,449
M	86	41	18	macho	NO	145	3	NO	145	3	0,021	0,451
M	95	46	26	hembra	SI	192	3	NO	192	3	0,016	0,446
M	85	41	23	macho	SI	569	3	NO	569	3	0,005	0,435
M	95	46	26	hembra	SI	218	3	NO	190	2,7	0,014	0,444
M	86	41	18	macho	NO	219	3	NO	199	2,8	0,014	0,444
M	112	57	47	macho	SI	447	3	NO	447	3	0,007	0,437
M	95	46	26	hembra	SI	257	3	NO	257	3	0,012	0,442
M	99	48	30	hembra	SI	314	3	NO	314	3	0,010	0,440
M	86	41	18	macho	NO	229	3	NO	229	3	0,013	0,443
M	95	46	26	hembra	SI	122	1,6	NO	122	1,6	0,013	0,443
N	97	44	25	macho	SI	335	3	NO	335	3	0,009	0,439
N	96	47	28	macho	SI	172	3	NO	172	3	0,017	0,447
N	95	46	29	macho	SI	363	3	NO	363	3	0,008	0,438
N	94	46	30	macho	SI	164	3	NO	164	3	0,018	0,448
N	95	46	29	macho	SI	142	3	NO	142	3	0,021	0,451
N	97	44	25	macho	SI	324	3	NO	324	3	0,009	0,439
N	90	42	21	hembra	SI	146	3	NO	146	3	0,021	0,451
N	96	47	28	macho	SI	10	0,1	NO	10	0,1		
N	94	46	30	macho	SI	152	3	NO	152	3	0,020	0,450
N	95	46	29	macho	SI	197	3	NO	197	3	0,015	0,445
N	96	47	28	macho	SI	166	3	NO	166	3	0,018	0,448
N	97	44	25	macho	SI	539	2,6	NO	539	2,6	0,005	0,435
N	95	46	29	macho	SI	287	3	NO	44	0,6	0,014	0,444
N	90	42	21	hembra	SI	260	3	NO	260	3	0,012	0,442
N	94	46	30	macho	SI	218	3	NO	218	3	0,014	0,444
N	96	47	28	macho	SI	206	2,8	NO	206	2,8	0,014	0,444
N	90	42	21	hembra	SI	269	3	NO	269	3	0,011	0,441
N	97	44	25	macho	SI	59	1,1	NO	59	1,1	0,019	0,449
N	90	42	21	hembra	SI	13	0,1	NO	13	0,1	0,008	0,438
O	88	44	24	macho	SI	448	3	NO	448	3	0,007	0,867
O	87	43	23	macho	SI	423	3	NO	423	3	0,007	0,867

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

O	94	47	29	macho	SI	302	3	NO	302	3	0,010	0,870
O	99	47	30	hembra	SI	434	3	NO	434	3	0,007	0,867
O	97	47	30	hembra	SI	581	3	NO	581	3	0,005	0,865
O	99	47	30	hembra	SI	806	3	NO	806	3	0,004	0,864
O	87	43	23	macho	SI	248	1,6	NO	248	1,6	0,006	0,866
O	94	47	29	macho	SI	129	1,7	NO	129	1,7	0,013	0,873
O	97	47	30	hembra	SI	394	2,1	NO	394	2,1	0,005	0,865
P	90	42	24	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
P	94	45	28	hembra	SI	449	3	NO	449	3	0,007	0,867
P	92	45	24	hembra	SI	456	3	NO	456	3	0,007	0,867
P	90	39	19	macho	SI	379	3	NO	230	1,8	0,008	0,868
P	94	47	30	macho	SI	565	3	NO	565	3	0,005	0,865
P	92	45	24	hembra	SI	595	3	NO	595	3	0,005	0,865
P	90	39	19	macho	SI	496	3	NO	496	3	0,006	0,866
P	94	47	30	macho	SI	447	2,2	NO	447	2,2	0,005	0,865
P	92	45	24	hembra	SI	310	0,5	NO	310	0,5	0,002	0,862
P	90	39	19	macho	SI	130	0,7	NO	130	0,7	0,005	0,865
Q	90	44	25	macho	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
Q	98	46	33	hembra	SI	181	0,14	NO	181	0,14	0,001	0,431
Q	92	44	26	hembra	SI	13	0,12	NO	13	0,12	0,009	0,439
Q	98	46	33	hembra	SI	15	0,11	NO	15	0,11	0,007	0,437
Q	93	46	30	macho	SI	106	0,12	NO	106	0,12	0,001	0,431
Q	86	43	31	macho	SI	37	0,28	NO	37	0,28	0,008	0,438
Q	86	43	31	macho	SI	162	0,42	NO	162	0,42	0,003	0,433
Q	92	44	26	hembra	SI	26	0,3	NO	26	0,3	0,012	0,442
Q	92	44	26	hembra	SI	82	0,3	NO	82	0,3	0,004	0,434
Q	86	43	31	macho	SI	12	0,12	NO	12	0,12	0,010	0,440
Q	93	46	30	macho	SI	25	0,14	NO	25	0,14	0,006	0,436
Q	93	46	30	macho	SI	28	0,14	NO	28	0,14	0,005	0,435
Q	98	46	33	hembra	SI	34	0,05	NO	34	0,05	0,001	0,431
R	97	46	29	macho	NO	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
R	95	48	30	macho	SI	7	0,07	NO	7	0,07	0,010	0,440
R	90	42	23	hembra	SI	15	0,08	NO	15	0,08	0,005	0,435
R	76	38	23	macho	SI	38	0,1	NO	38	0,1	0,003	0,433

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
(*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
ANEXO I: DATOS EN BRUTO

R	84	41	24	macho	SI	13	0,14	NO	13	0,14	0,011	0,441
R	94	47	28	hembra	SI	7	0,1	NO	7	0,1	0,014	0,444
R	87	41	23	macho	SI	1	0,01	NO	1	0,01	0,010	0,440
R	78	40	24	macho	SI	89	0,32	NO	89	0,32	0,004	0,434
R	91	43	28	hembra	SI	7	0,12	NO	7	0,12	0,017	0,447
R	76	38	21	macho	SI	10	0,12	NO	10	0,12	0,012	0,442
R	80	40	23	macho	SI	54	0,11	NO	54	0,11	0,002	0,432
S	90	44	25	macho	SI	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
S	98	46	33	hembra	SI	181	0,14	NO	181	0,14	0,001	0,431
S	91	43	25	hembra	SI	13	0,12	NO	13	0,12	0,009	0,439
S	97	45	32	hembra	SI	15	0,11	NO	15	0,11	0,007	0,437
S	93	46	30	macho	SI	106	0,12	NO	106	0,12	0,001	0,431
S	84	41	28	macho	SI	37	0,28	NO	37	0,28	0,008	0,438
S	85	42	29	macho	SI	162	0,42	NO	162	0,42	0,003	0,433
S	92	44	26	hembra	SI	26	0,3	NO	26	0,3	0,012	0,442
S	88	44	24	hembra	SI	82	0,3	NO	82	0,3	0,004	0,434
S	86	43	31	macho	SI	12	0,12	NO	12	0,12	0,010	0,440
S	93	46	30	macho	SI	25	0,14	NO	25	0,14	0,006	0,436
S	90	43	29	macho	SI	28	0,14	NO	28	0,14	0,005	0,435
S	98	46	33	hembra	SI	34	0,05	NO	34	0,05	0,001	0,431
T	97	46	29	macho	NO	0	0	NO	0	0	0,000	0,000
T	95	48	30	macho	SI	7	0,07	NO	7	0,07	0,010	0,440
T	90	42	23	hembra	SI	15	0,08	NO	15	0,08	0,005	0,435
T	90	44	25	macho	SI	38	0,1	NO	38	0,1	0,003	0,433
T	80	41	22	macho	SI	13	0,14	NO	13	0,14	0,011	0,441
T	91	43	28	hembra	SI	7	0,1	NO	7	0,1	0,014	0,444
T	80	40	20	macho	SI	1	0,01	NO	1	0,01	0,010	0,440
T	87	41	23	macho	SI	89	0,32	NO	89	0,32	0,004	0,434
T	91	43	28	hembra	SI	7	0,12	NO	7	0,12	0,017	0,447
T	79	40	21	macho	SI	10	0,12	NO	10	0,12	0,012	0,442
T	69	35	20	macho	SI	54	0,11	NO	54	0,11	0,002	0,432
U	82	41	24	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
U	86	43	23	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
U	90	42	21	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0

Alumno: Carlos Escudero Ortega
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster Universitario en Ingeniería de Montes

COMPORTAMIENTO DE DOS CANGREJOS EXÓTICOS INVASORES (*Pacifastacus leniusculus*, DANA, 1852) Y
 (*Procambarus clarkii*, GIRARD, 1852) FRENTE A BARRERAS HIDRÁULICAS
 ANEXO I: DATOS EN BRUTO

U	83	39	18	Hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
U	112	57	47	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
V	95	46	27	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
V	92	45	23	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
V	95	48	30	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
V	83	40	17	Hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
V	95	46	27	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
W	100	50	30	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
W	90	39	19	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
W	85	41	23	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
W	101	49	29	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
W	70	35	13	Hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
X	79	36	16	macho	SI	0	0	NO	0	0	0	0
X	105	46	28	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
X	92	45	25	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
X	82	40	18	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0
X	108	45	30	hembra	SI	0	0	NO	0	0	0	0