

Evaluación de los sistemas *Visible Implant Elastomer* (VIE) y *Passive Integrated Transponder* (PIT) para marcar alevines de bocinegro (*Pagrus pagrus*): efectos sobre el crecimiento, la mortalidad y la tasa de retención

M. Soula*, A. Navarro*, M.J. Zamorano*, J. Roo**, F. Real***, R. Ginés*, C.M. Hernández-Cruz*, J.M. Afonso*,****

* División de Acuicultura y Genética Marina. Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Trasmontaña s/n, 35416 – Arucas.

** Departamento de Cultivos Marinos. Instituto Canario de Ciencias Marinas, 35200, Telde.

*** División de Ictiopatología. Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Trasmontaña s/n, 35416 – Arucas.

**** Correspondencia: Tel., 928459735. Fax., 928451142. Email: jafonso@dpat.ulpgc.es. Juan Manuel Afonso López. División de Acuicultura y Genética Marina. Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Trasmontaña s/n. 35416 – Arucas. Las Palmas (España).

Resumen

En este estudio, fueron evaluados los sistemas de marcaje *Visible Implant Elastomer* (V.I.E.; Northwest Marine Technology Inc.) y *Passive Integrated Transponder* (P.I.T.; EID Ibérica SA - TROVAN) en bocinegro (*Pagrus pagrus*), como métodos de marcaje para trazar la genealogía durante su cultivo dentro de un programa de selección. Para el marcaje VIE, fueron comprobadas las clases de peso, 0,5 y 2 g, no encontrándose efecto de la marca sobre el crecimiento. La marca se fragmentó a lo largo de los experimentos ($3,06 \pm 0,17$ fragmentos) y mostró una tasa de retención máxima. A los 0,5 g, los peces marcados mostraron una mortalidad significativamente mayor que los peces control, 21,7% ($P < 0,05$). A los 2 g de peso, no hubo efecto de la marca sobre la mortalidad. La visibilidad por color decreció en el siguiente orden; rojo, rosa, verde, naranja, blanco y azul. Para el marcaje con PIT, se evaluaron las clases de peso de 4 y 10 g. Ambas clases mostraron una alta tasa de retención, 99%, y no hubo efecto de la marca sobre el crecimiento. Se detectó un efecto significativo del PIT sobre la mortalidad de los peces, 24,4% a los 4 g y 27% a los 10 g ($P < 0,05$). Dentro de esta última clase, no hubo diferencia significativa en mortalidad entre peces marcados y no marcados con pesos > 10 g.

Palabras clave: VIE, PIT, bocinegro, *Pagrus pagrus*, crecimiento, mortalidad.

Summary

Evaluation of *Visible Implant Elastomer* (VIE) and *Passive Integrated Transponder* (PIT) systems to tag fingerling of red porgy (*Pagrus pagrus*): effects on growth, mortality and tag loss

In this study, the use of *Visible Implant Elastomer* (V.I.E.; Northwest Marine Technology Inc.) and *Passive Integrated Transponder* (P.I.T.; EID Ibérica SA - TROVAN) tags in red porgy (*Pagrus pagrus*) were evaluated, as tag methods to know the genealogy under culture. For VIE tags, 0.5 and 2 g weight classes were tested, without any effect of the tag on growth. Tag was fragmented along experiments (3.06 ± 0.17 fragments) but showed maximum retention. A significant mortality rate was detected on 0.5 g tagged fish, being 21.7% higher in tagged fish ($P < 0.05$). At 2 g weight, there was not effect of the tag on mortality and visibility per colour decreased in the following order; red, rose, green,

orange, yellow, white and blue. For PIT tags, 4 and 10 g weight classes were evaluated and showed high tag retention, 99%. In both weight classes, PIT tags did not show effect on fish growth while tags produced a significant effect on mortality, 24.4% at 4 g and 27% at 10 g ($P < 0.05$). Within this last weight class, there was not difference in mortality between tagged and untagged fish with weight > 10 g.

Key words: VIE, PIT, red porgy, *Pagrus pagrus*, growth, mortality

Introducción

El bocinegro es un espárido que se encuentra dentro de las nuevas especies explotadas en la acuicultura europea, cuyo cultivo se está desarrollando en el área mediterránea. Concretamente, en el Instituto Canario de Ciencias Marinas, el Grupo de Investigación en Acuicultura está produciendo un stock de reproductores con el fin de desarrollar un programa de mejora genética para esta especie (AGL2003-09131; PI0422004/119; BOCINEGRO/2006). Sin embargo, la implantación de un programa de selección requiere de información familiar a través de la identificación de los grupos familiares y de los peces individualmente.

El sistema de marcaje *Visible Implant Elastomer* (VIE; North-west Marine Technology Inc.), es un marcador interno subcutáneo que ha sido usado como técnica de identificación de grupos importantes de peces teniendo la ventaja de ser rápido, de bajo coste económico y fácil de usar en peces de tamaño pequeño (Frederick, 1997; Bailey et al., 1998; Olsen y Vollestad, 2001; Goldsmith et al., 2003). Además, tiene poco o ningún efecto sobre el crecimiento y la supervivencia de los peces (Dewey y Zigler, 1996). A pesar de que ha sido usado con éxito en distintas especies de peces (Bonneau et al., 1995; Dewey y Zigler, 1996; Bailey et al., 1998; Malone et al., 1999; Hughes et al., 2000; Brennan et al., 2001; Olsen y Voellestad, 2001; Bruyndoncx et al., 2002; Griffiths, 2002), incluyendo espáridos (Willis y Babcock, 1998; Willis et al., 2001; Astorga et al.,

2005), su utilidad viene determinada por factores como la talla, el color de la piel o la capacidad de soportar un manejo intenso, debiendo ser puesto a punto para cada especie.

El *Passive Integrated Transponder* (PIT; EID Ibérica SA - TROVAN) es un sistema de marcaje interno que permite el reconocimiento individual de los peces, que ha sido utilizado con éxito en varias especies (Prentice et al., 1989; Ingram, 1994; Baras et al., 1999; Baras et al., 2000; Mahapatra et al., 2001; Bruyndoncx et al., 2002; Gries y Letcher, 2002; Dare, 2003). En espáridos, sólo existen estudios en la dorada australiana (Quartararo y Bell, 1992) y la dorada europea (Navarro et al., 2004). Se trata de un sistema cuyo uso requiere de una evaluación previa en cada especie de interés debido a sus diferentes grados de aceptación y condicionantes biológicos.

En este estudio se han puesto a punto para el bocinegro los sistemas de marcaje VIE y PIT valorando el peso más adecuado para el marcaje, los efectos de la marca sobre el crecimiento y la mortalidad de los peces y la tasa de retención de la misma.

Materiales y métodos

Todos los experimentos fueron realizados en el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM).

1. *Visible Implant Elastomer* (VIE; North-West Marine Technology Inc.)

Este sistema se evaluó en dos clases de talla, 0,5 g (experimento-1) y 2 g (experimento-2). El peso y longitud media del experimento-1 fue de $0,56 \pm 0,02$ g y $2,96 \pm 0,02$ cm, respectivamente, mientras que en el experimento-2 fueron $2,18 \pm 0,07$ g y $4,45 \pm 0,06$ cm. Se utilizaron 360 peces en cada experimento, los cuales fueron repartidos al azar en tres tanques de 500 litros. Una vez que se aclimataron, la mitad de los peces de cada tanque, fueron marcados horizontalmente, siguiendo las recomendaciones de Astorga et al. (2005), con 7 colores de VIE; rojo, naranja, verde y blanco en el lomo anterior del lado izquierdo y rosa, amarillo y azul en el lomo anterior del lado derecho. Los peces no marcados se usaron como control. Se midió el peso y la longitud de los peces al inicio y al final de ambos experimentos, los cuales tuvieron una duración de 15 días para el experimento-1 y 30 días para el experimento-2. La tasa de alimentación diaria durante el cultivo fue el 4% de la biomasa total repartida en tres tomas, con pienso comercial (Proaqua, Palencia). Las condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno del agua fueron $22,3 \pm 9,4$ °C, 37‰ y $6,4 \pm 0,23$ ppm, respectivamente. La renovación del agua durante el tiempo de experimentación fue de 8 litros por minuto.

En los peces marcados con VIE se midió la longitud de la marca al inicio y final de cada experimento, además del número de fragmentos y el espacio entre estos al final de los mismos, con el fin de obtener una tasa de retención cuantitativa. Se valoró la visibilidad de la marca para cada uno de los colores dentro del agua, tanto con luz azul como luz natural, y también fuera del agua con luz natural, sólo con los peces del experimento-2. Para ello se realizó una encuesta de valoración de la visibilidad comparativa

de cada color en cada una de las situaciones con una escala del 1 al 7, utilizando 10 personas sin experiencia previa con el uso del sistema VIE.

2. *Passive Integrated Transponder* (PIT; EID Ibérica SA - TROVAN)

Se llevaron a cabo dos experimentos a distintos pesos; 4 g (experimento-3) y 10 g (experimento-4). En el experimento-3 se usaron 390 peces de $4,20 \pm 0,04$ g peso y de $5,67 \pm 0,02$ cm de longitud media, mientras que en el experimento-4 se usaron 300 de $10,7 \pm 0,14$ g de peso y $7,70 \pm 0,39$ cm de longitud media. En ambos casos, los peces se repartieron al azar en tres tanques de 500 litros. Después de un periodo de aclimatación, la mitad de los peces se marcaron con el sistema interno de marcaje PIT en la cavidad abdominal, tal y como se describe en Navarro et al. (2004). Los peces sin PIT, se usaron como control y se marcaron con VIE usando una combinación de colores y posición corporal para cada clase de peso (Experimento-3: ≤ 3 g rojo-cola, $3 < x \leq 4$ g rojo-lomo, $4 < x \leq 5$ g verde-lomo, > 5 g verde-cola; Experimento-4: ≤ 10 g verde-cola, > 10 g rojo-cola), con el fin de corregir la mortalidad de los peces marcados con PIT respecto a los control por clase de peso, teniendo en cuenta que el sistema de marcaje VIE no tuvo efecto en el crecimiento ni en la mortalidad del bocinegro a partir de los 2 g de peso (ver resultados VIE del presente estudio). Los peces de ambos experimentos se mantuvieron durante un periodo de 30 días con una tasa de alimentación del 4% de la biomasa corporal a razón de 3 veces por día. El pienso utilizado fue de la empresa Skretting. Durante todo el experimento se controlaron los parámetros del cultivo de temperatura, $24,5 \pm 0,32$ °C, salinidad, un 37‰, y concentración de oxígeno, $6,20 \pm 0,43$ ppm. La renovación del agua fue de 1 litro por

minuto. Se realizaron muestreos a los días 0, 15 y 30 para el peso y la longitud.

3. Análisis de los datos

La tasa de crecimiento específica se calculó mediante la expresión:

$$\text{SGR (\%)} = (\text{Ln PF} - \text{Ln PI}) 100/\Delta T$$

donde PF, PI y ΔT son peso final, peso inicial y periodo de estudio respectivamente.

Las variables de peso, longitud, visualización y tasa de fragmentación de la marca, se analizaron mediante el siguiente modelo lineal general:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde μ es la media de la población, β_j es el efecto fijo del tanque y ε_{ij} es el error residual de la muestra ij .

Se aplicó el siguiente modelo loglineal para el análisis de la mortalidad acumulada y la tasa de pérdida de la marca.

$$\ln f_{ij} = m + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij}$$

donde $\ln f_{ij}$ es la frecuencia esperada de la celda ij , μ es la media de los logaritmos de las frecuencias esperadas, α_i es el efecto de la categoría i -ésima del factor, β_j es el efecto de la categoría j -ésima del factor, $\alpha\beta_{ij}$ es el efecto debido a la interacción de la categoría i -ésima y la categoría j -ésima.

Resultados y discusión

Visible Implant Elastomer (VIE)

Tanto al inicio como al final de ambos experimentos (1 y 2), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los peces marcados y control, ni para el peso ni la longitud. Al final del experimento-1 el peso y longitud media fue de $1,23 \pm 0,33$ g y

$3,80 \pm 0,03$ cm, respectivamente, mientras que dichos valores fueron $4,7 \pm 0,08$ g y $6,05 \pm 0,40$ cm para el experimento-2. El SGR promedio fue 5,2 %, en el experimento-1, y 2,58%, en el experimento-2.

Todos estos resultados muestran que el sistema de marcaje VIE no tiene efecto negativo sobre el crecimiento del bocinegro desde el peso mínimo de marcaje de 0,5 g, lo que concuerda con lo mencionado por Goldsmith et al. (2003) en *Gobiomorphus cotidianus* y *Perca fluviatilis* para los pesos medios de 1,5 y 5 g, respectivamente. En el espárido *Sparus auratus*, Astorga et al. (2005) obtuvieron un resultado similar con individuos de 7,5 g.

La mortalidad media acumulada fue del 47,5 % en el experimento-1 y del 4,6 % en el experimento-2. En el experimento-1, hubo diferencias estadísticas significativas entre los peces control (39 %) y los marcados (60,7 %) ($P < 0,05$). Por el contrario, en el experimento-2 no hubo diferencias entre ambos grupos de peces, siendo del 3,6 %, para el grupo control, y del 5,9 %, para grupo de peces marcados con VIE ($P > 0,05$). Bruyndoncx et al. (2002) en *Cottus gobio* obtuvieron una mortalidad similar a la descrita en este estudio para la clase de peso 0,5 g, pero a unos pesos de 6,6 y 8 g, posiblemente como consecuencia de una mayor sensibilidad de esas clases de peso al manejo al que fueron sometidos los peces durante el marcaje (captura, anestesiado, mediciones, inyección subcutánea y recuperación). Por otro lado, la alta supervivencia del bocinegro de la clase de peso 2 g, al sistema VIE, está en concordancia con la mayoría de los experimentos descritos por otros autores a un peso igual o superior al de éste estudio, donde una supervivencia entre 85 y 100 % es estimada como buena para el marcaje con el sistema VIE en otras especies (Farooqi y Morgan, 1996; Haines y Modde, 1996; Olsen

y Vollestad, 2001; Doupe et al., 2003; Goldsmith et al., 2003; Astorga et al., 2005).

En relación a la fragmentación de la marca, el número medio de fragmentos fue de $3,06 \pm 0,17$ y $2,07 \pm 0,12$ al final de los experimentos 1 y 2, respectivamente. Dichos valores son similares a los encontrados por Astorga et al. (2005), en dorada europea. La fragmentación media obtenida fue afectada significativamente por el color, ya que los colores blanco, azul, rojo y rosa tuvieron un rango de variación de entre 1–1,37 fragmentos, mientras que para el amarillo, verde y naranja fue de entre 2,90–3,58 fragmentos ($P < 0,05$).

La visibilidad entre los colores, fuera y dentro del agua, fue distinta siendo el rojo el más visible, con una puntuación media de $5,40 \pm 0,30$, seguido del rosa ($4,93 \pm 0,27$), el verde ($4,70 \pm 0,34$), el naranja ($4,50 \pm 0,29$), el amarillo ($3,63 \pm 0,27$), el blanco ($2,40 \pm 0,34$) y el azul ($2,26 \pm 0,29$). Estudios realizados en otras especies han revelado que también es el color rojo el más visible tanto fuera como dentro del agua, con o sin luz azul, para la trucha arco iris, la dorada australiana y la dorada europea (Hale y Gray, 1998; Willis y Babcock, 1998; Astorga et al., 2005). En el bocinegro parece que el color verde se ve mejor que el naranja, dentro del agua con y sin luz azul, al contrario de lo que ha mencionado Willis y Babcock, (1998) para dorada australiana, donde el color naranja tiene mejor visibilidad que el verde y el amarillo, tal vez debido a las diferencias en color de la piel de ambas especies.

Las tasas de retención cualitativa y cuantitativa fueron del 100% y 75%, respectivamente, para ambos experimentos, lo cual fue similar a las mencionadas por Jerry et al. (2001) para *Cherax destructor*, por Goldsmith et al. (2003) en *Perca fluviatilis*, para el mismo periodo de tiempo, por Olsen y Vollestad (2001) en *Salmo trutta* y por

Astorga et al. (2005) en *Sparus auratus*. Otros autores detectan tasas de retención inferiores debido a la posición de implantación de la marca (Haines y Modde, 1996) y a los tiempos de experimentación (Goldsmith et al., 2003; Brennan et al., 2005).

La visión global de todos los resultados de crecimiento, mortalidad, tasa de retención y visibilidad de los colores, pone de manifiesto que la mejor talla para marcar alevines de bocinegro con el sistema VIE es a partir de los 2 g de peso y que el mejor color es el rojo.

Passive Integrated Transponder

En ambos experimentos 3 y 4, no hubo diferencias estadísticas significativas en peso entre peces marcados con PIT y control, ni al inicio ni al final de sendos experimentos, ni tampoco dentro de cada clase de peso en cada uno de los experimentos ($P > 0,05$). Al final del experimento-3, los peces alcanzaron un peso y longitud media de $8,94 \pm 0,11$ g y $7,38 \pm 0,03$ cm, respectivamente, mientras que en el experimento-4 fueron de $17,9 \pm 0,38$ g y $9,54 \pm 0,07$ cm. Dentro de éste último, los pesos medios fueron de $8,61 \pm 0,14$ g, para la clase ≤ 10 g, y de $12,13 \pm 0,17$ g, para la clase de peso > 10 g.

Dichos resultados ponen de relieve que el sistema de marcaje PIT no tiene efecto negativo sobre el crecimiento del bocinegro, a partir de los 3 gramos de peso, e independientemente de la clase de peso. A pesar de ello, se detectaron diferencias en SGR entre peces marcados y controles, tanto en el experimento-3 (4 g) como en el experimento-4 (10 g), durante los 15 primeros días después del marcaje, lo que revela la existencia de un efecto compensatorio en el crecimiento entre las dos primeras semanas y el resto del periodo de cultivo. Esto estaría de acuerdo con el decremento acusado en

crecimiento que describieron Baras et al. (2000) en perca durante la primera semana después del marcaje, que acaba por ser recuperado en la segunda semana. En tilapia del Nilo, Baras et al. (1999) revelan la existencia de un SGR negativo durante los 3 primeros días después del marcaje que es posteriormente compensando. En dorada europea, Navarro et al. (2004) también encontraron un crecimiento compensatorio a los 3,4 g después del marcaje, algo que no sucedió con para las clases de peso de 4,5 y 6,3 g (Navarro et al., 2006).

La tasa de mortalidad total al final del experimento-3 fue estadísticamente superior para los peces marcados, 26,2 %, frente al control, 1,80 %, ($P < 0,05$). La mayor mortalidad se produjo en la primera semana posterior al marcaje y/o manipulación de los peces, y dentro de ésta fue máxima en las primeras 24 horas, ya que durante las tres semanas restantes del experimento sólo se produjo un 3,1%. La mortalidad también varió en función del peso de los peces, mostrando el porcentaje de mortalidad más alto los peces marcados con PIT pertenecientes a la clase 3-4 g (60,9 %) frente al resto de las clases ($P < 0,05$). En el experimento-4, la tasa de mortalidad total fue del 21,7 %, donde existió una diferencia estadística significativa entre los peces marcados con PIT (35 %) y control (8 %) ($P < 0,05$), si bien la mayoría de los peces muertos pertenecían a la clase de peso ≤ 10 g (52 % en los marcados con PIT y 9,4 % en los control). El que las mayores mortalidades del presente estudio se correspondiesen con las clases de peso menores concuerda con los resultados encontrados en tilapia del Nilo por Baras et al. (1999), donde el 90% de los peces menores a 3 g murieron justo después de la inyección del PIT. Del mismo modo, sucede en la perca, en la que los peces marcados con un peso medio de 5,1 g presentaron los mayores valores de mortalidad (Baras et al., 2000).

Sin embargo, la experiencia del marcador puede mejorar las tasas de supervivencia (Mahapatra et al., 2001) y por lo tanto permitir usar clases de peso inferiores a las descritas como adecuadas para marcas los peces con el sistema PIT (Navarro et al., 2006).

La tasa media de retención del PIT fue del 98,7 % para el experimento-3, sin diferencias entre marcados de las clases de 3-4 y 4-5 g (96,7 % y 98,6 %, respectivamente) ($P > 0,05$), y del 99% para el experimento-4. Estos altos valores concuerdan con los resultados encontrados por otros autores en distintas especies (Prentice et al., 1989; Ingram, 1994; Baras et al., 1999, 2000; Dare, 2003). Además, en el presente estudio no se detectó asociación entre la tasa de retención y la clase de peso, lo cual está en concordancia con el valor del 100 % determinado por Bruyndoncx et al. (2002) en *Cottus gobio* para un rango de pesos similar, 4-15 g. Sin embargo, ello contrasta con los resultados descritos por Mahapatra et al. (2001) para carpa, donde los peces más pesados mostraron las menores tasas de retención (96 % en peces > 15 g frente al 100 % de peces entre 2-15 g). En espáridos, los únicos resultados son los descritos en *Sparus auratus* por Navarro et al. (2004, 2006), quienes encuentran un efecto estadístico significativo de la clase de peso sobre la tasa de retención del PIT (86 %, 98 % y 100% para los pesos medios de 3,4 g, 4,5 g y 6,3 g, respectivamente), y *Pagrus auratus* por Quartarato y Bell (1992), que estiman unas tasas de entre el 92 % y el 96 % para un peso medio de 59 g.

La cicatrización total de la herida causada por la introducción del PIT sucedió en un 70 % de los peces en el experimento-3, una vez transcurridos las dos primeras semanas, si bien al final del experimento todos los peces mostraron una cicatrización perfecta. Además, por clase de peso, fue mayor el grado de cicatrización cuanto más grande

era la clase de peso, para una misma edad. En el experimento-4, la cicatrización total de la herida fue obtenida en el 49,5 % de los peces durante las dos primeras semanas de experimentación, e igualmente al final del experimento todos los peces tuvieron una cicatrización completa. Estos resultados coinciden con lo mencionado para Baras et al. (2000), quienes estimaron el tiempo de cicatrización entre 12 y 16 días para la tilapia del Nilo a un peso de 6,5 g. Del mismo modo, en dorada europea, la cicatrización completa de la herida sucede entre los días 10 y 20 seguidos al marcaje (Navarro et al., 2004), todo lo cual concuerda con la fisiología de la cicatrización (Landolt, 1989).

Los resultados de los dos experimentos llevados a cabo para valorar el efecto del sistema PIT en el crecimiento, las tasas de mortalidad, retención y cicatrización de alevines de bocinegro muestran que esta especie posee una mayor sensibilidad al marcaje que la dorada, y que la clase de peso > 10 g es la más adecuada para marcar el bocinegro con el sistema de marcaje PIT.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado con los proyectos PI0422004/119 y AGL2003-09131.

Bibliografía

- Astorga N, Afonso JM, Zamorano M, Montero D, Oliva V, Fernández H, 2005. Evaluation of Visible Implant Elastomer tags for tagging juvenile gilthead seabream *Sparus auratus* L.; effects on growth, mortality, handling time and tag loss. *Aquaculture Research*. 36: 733-738.
- Bailey RE, Irvine JR, Dalziel FC, Nelson TC, 1998. Evaluations of visible implant fluorescent tags for marking coho salmon smolts. *North American Journal of Aquaculture*. 18: 191-196.
- Baras E, Westerloppe L, Melard C, Philippart JC, 1999. Evaluation of implantation procedures for PIT-tagging juvenile Nile Tilapia. *North American Journal of Aquaculture*. 61: 246-251.
- Baras E, Malbrouck C, Houbart M, Kestemont P, Mélard C, 2000. The effect of PIT tags on growth and physiology of age-0 cultured Eurasian perch *Perca fluviatilis* of variable size. *Aquaculture*. 185: 159-173.
- Bonneau JL, Thurow RF, Scarnecchia DL, 1995. Capture, marking and enumeration of juvenile bull trout and cutthroat trout in small, low conductivity streams. *North American Journal of Fisheries Management*. 15: 563-568.
- Brennan NP, Debruler R, Blankenship HL, Leber KM, 2001. Coded-wire tag and visible implant elastomer tag retention in juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. In: *Aquaculture-2001: Book of Abstracts* 143. JMParkerCo-liseum, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA. 967-970.
- Brennan NP, Leber KM, Blankenship HL, Ransier JM, Debruler RJR, 2005. An Evaluation of Coded Wire and Elastomer Tag Performance in Juvenile Common Snook under Field and Laboratory Conditions. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 437-445.
- Bruyndoncx L, Knaepkens G, Meeus W, Bervoets L, Eens M, 2002. The evaluation of passive integrated transponder PIT tags and visible implant elastomer VIE marks as new marking techniques for the bullhead. *Journal of Fish Biology*. 60: 260-262.
- Dare MR, 2003. Mortality and Long-term Retention of Passive Integrated Transponder Tags by Spring Chinook Salmon. *North American Journal of Fisheries Management*. 23, 1015-1019.
- Dewey MR, Zigler SJ, 1996. An evaluation of fluorescent elastomer for marking bluegills in experimental studies. *The Progressive Fish-Culturist*. 58: 219-220.

- Doupe RG, Partridge GJ, Lymbery AJ, 2003. Visible implant fluorescent elastomer tags as pedigree markers for applied aquaculture: an evaluation using black bream *Acanthopagrus butcheri*. *Aquaculture Research*. 34: 681-683.
- Farooqi MA, Morgan CE, 1996. Elastomer visible implant EVI tag retention and the effect of tagging on the growth and survival of barbel, *Barbus barbus* L.. *Fisheries Management and Ecology*. 3: 181-183.
- Frederick J, 1997. Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. *Bulletin of Marine Science*. 61: 399-408.
- Goldsmith RJ, Closs GP, Steen H, 2003. Evaluation of visible implant elastomer for individual marking of small perch and common bully. *Journal of Fish Biology*. 63: 631-636.
- Gries G, Letcher BH, 2002. Tag retention and survival of age-0 Atlantic salmon 19 following surgical implantation with passive integrated transponder tags. *North American Journal of Fisheries Management*. 22: 219-222.
- Griffiths SP, 2002. Retention of visible implant tags in small rockpool fishes. *Marine Ecology Progress Series*. 236: 307-309.
- Haines GB, Modde T, 1996. Evaluation of marking techniques to estimate population size and first-year survival of Colorado Squawfish. *North American Journal of Fisheries Management*. 16: 905-912.
- Hale RS, Gray JH, 1998. Retention and detection of coded wire tags and elastomer tags in trout. *North American Journal of Fisheries Management*. 18: 197-201.
- Hughes TC, Josephson DC, Krueger CC, Sullivan PJ, 2000. Comparison of large and small visible implant tags: retention and readability in hatchery brook trout. *North American Journal of Aquaculture*. 62: 27-278.
- Ingram B, 1994. Tagged fish and microchips. *Australian Fisheries*. 53 (7): 29-32.
- Jerry DR, Stewart T, Purvis IW, Piper LR, 2001. Evaluation of visual implant elastomer and alphanumeric internal tags as a method to identify juveniles of the freshwater crayfish, *Cherax destructor*. *Aquaculture*. 193, (1-2), 1: 149-154.
- Landolt L, 1989. NMFS PIT- Tag experiment. Appendix A.
- Mahapatra KD, Gjerde B, Reddy PVG, Sahoo M, Jana RK, Saha JN, Rye M, 2001. Tagging: on the use of passive integrated transponder PIT tags for the identification of fish. *Aquaculture Research*. 32: 47-50.
- Malone JC, Forrester GE, Steele MA, 1999. Effects of subcutaneous microtags on the growth, survival, and vulnerability to predation of small reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 237: 243-253.
- Navarro A, Oliva V, Zamorano JM, Ginés R, Afonso JM, 2004. Evaluación del sistema de marcaje PIT (*Passive Integrated transponder*) en alevines de dorada (*Sparus aurata*). *Revista ITEA*, 100: 141-145.
- Navarro A, Oliva V, Zamorano JM, Ginés R, Izquierdo M, Astorga N, Afonso JM, 2006. Evaluation of PIT system as method to tag fingerling of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.): effects on growth, mortality and tag loss. *Aquaculture* (en prensa).
- Olsen EM, Voellestad LA, 2001. An evaluation of visible implant elastomer for marking age-brown trout. *North American Journal of Fisheries Management*. 21: 967-970.
- Prentice EL, Waknitz F, Maynard DJ, Sparks-McConkey P, McCutcheon CS, Steffens W, Jensen AL, Stuehrenberg LC, Downing SL, Sanford B, Newcomb TW, Neff D, 1989. "Study to Determine the Biological Feasibility of a New Fish Tagging System". Project No. 1983-31900, 193 electronic pages, (BPA 10 Report DOE/BP-11982-4).
- Prentice EF, Flagg TA, McCutcheon CS, 1990. Feasibility of using Implantable Passive Integrated Transponder PIT tags in Salmonids. *American Fisheries Society Symposium*. 7: 317-322.
- Quartararo N, Bell JD, 1992. Effect of intraperitoneal passive implantable transponder (PI) tags on the growth and survival of juvenile snapper, *Pagrus auratus* (Bloch and Schnei-

- der). *Aquaculture and Fisheries Management*. 23: 543-548.
- Willis TJ, Babcock RC, 1998. Retention and in situ detectability of visible implant fluorescent elastomer VIFE tags in *Pagrus auratus* Sparidae. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 32: 247-254.
- Willis TJ, Parsons DM, Babcock RC, 2001. Evidence for long-term site fidelity of snapper *Pagrus auratus* within a marine reserve. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 35: 581-590.

(Aceptado para publicación el 2 de mayo de 2006)