UTILIZACIÓN DE MARCADORES MICROSATÉLITES INTRAESPECÍFICOS E INTERESPECÍFICOS EN POBLACIONES NATURALES DE DORADA

V. Oliva, M.J. Zamorano, A. Navarro, R. Ginés, N. Astorga, J.M. Afonso

Dpto. Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los alimentos

Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Trasmontaña s/n. 35416- Arucas (LAS PALMAS)

voliva@becarios.ulpgc.es

Introducción

En los últimos diez años la producción mediterránea en acuicultura de las dos especies más cultivadas (dorada y lubina), ha pasado de ser de unas 3.876 Tn hasta alcanzar las 130.000 Tn. Dicha producción está cubierta en su 90% por tan sólo cuatro países Grecia, Turquía, Italia y España. La producción de dorada, para la que España ocupó el tercer lugar en el año 2002 (FEAP 2004), sigue creciendo aunque atraviesa un período de crisis debido a que los precios medios están a la baja.

A pesar de los niveles de producción de dorada y sus expectativas, las empresas de cultivo presentan un escaso estado de desarrollo desde el punto de vista genético, tanto por la manera en que suelen establecer sus reproductores, a partir de individuos de poblaciones naturales, como desde el desconocimiento que poseen, en la mayoría de los casos, de las relaciones de parentesco de dichos reproductores, lo que se agrava por el escaso censo efectivo que suelen utilizarse debido a la alta fecundidad que presentan las especies. Con ello, la producción de alevines está todavía lejos de ser individuos mejora-

dos genéticamente. Por esta razón, los principales objetivos de este estudio son:

1. Conocer la variabilidad genética existente en poblaciones naturales de dorada utilizando algunos marcadores descritos para distintas especies de espáridos.

2. Proponer un panel de marcadores microsatélites intra e interespecíficos que pueda ser útil en el estudio de las relaciones de parentesco en las empresas de acuicultura de dorada.

Material y métodos

El estudio se ha realizado en un total de 146 muestras procedentes de siete poblaciones naturales de dorada. Tres de ellas del océano Atlántico y mar Cantábrico y las cuatro restantes del mar Mediterráneo. La distribución del tamaño de muestra fue: Cantábrico N = 29, Huelva N = 7, Noroeste de África N = 16, Castellón N = 27, Valencia N = 16, Israel N = 18 y Turquía N = 33.

Los marcadores microsatélites utilizados fueron: seis intraespecíficos para dorada pre-

viamente descritos por BATARGIAS *et al.* (1999) y el resto interespecíficos descritos en otros espáridos, cinco en *Pagrus major* (TAKAGI *et al.*, 1997), ocho en *Pagrus auratus* (ADCOCK *et al.*, 2000) y diez en *Pagellus bogaraveo* (STOCKLEY *et al.*, 2000). En total se utilizaron un total de 29 marcadores microsatélites. Se tomó como tejido un trozo de aleta que era conservada en 1 ml de etanol absoluto hasta su procesamiento. La extracción de ADN se realizó mediante el método del fenol-cloroformo (SAMBROOK *et al.*, 1989), resuspendiéndose en 50ml de TE y conservándose a 4 °C.

Los microsatélites fueron amplificados en un termociclador *i-Cycler* (Bio-Rad) adaptando las condiciones descritas por los autores mediante barridos para la temperatura de hibridación y la concentración de cloruro de magnesio. Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa para confirmar las condiciones óptimas de amplificación. Una vez amplificados, los productos de amplificación fueron separados en electroforesis vertical en geles de poliacrilamida al 6% y los alelos fueron visualizados mediante tinción de plata.

El nivel de variabilidad se estimó mediante el cálculo de las frecuencias alélicas, número medio de alelos por *locus*, heterocigosidades observada y esperada. Además, se estimó la probabilidad de exclusión (PE) y probabilidad combinada de exclusión (PEC) (JAMIENSON, 1994).

La estructura genética de la poblaciones fue inferida mediante análisis de varianza (AMOVA) (EXCOFFIER *et al.*, 1992), y el análisis estadístico se realizó con el programa ALERQUIN ver. 2000 (SCHNEIDER *et al.*, 2000).

Resultados y discusión

De los 29 marcadores estudiados, un total de trece fueron amplificados en dorada. De éstos, aquellos pertenecientes a la misma especie fueron polimórficos en todos los casos. Sin embargo, en el caso de los marcadores interespecíficos descritos para *Pagrus major*, *Pagrus auratus* y *Pagellus bogaraveo*, sólo fueron polimórficos dos, uno y tres, respectivamente.

De los marcadores específicos de dorada (BATARGIAS *et al.*, 1999), no fueron tenidos en cuenta para el estudio los marcadores SaGT41a, por presentar gran dificultad en la lectura sobre gel, y SaGT31, por su escaso nivel de polimorfismo, sólo 4 alelos diferentes.

En relación a los marcadores interespecíficos, las condiciones de temperatura de hibridación y cloruro de magnesio idóneas para ser legibles en dorada, se recogen en el cuadro 1.

En cuanto a la variabilidad genética hallada en las distintas poblaciones, el número medio de alelos fue de $22,3 \pm 1,22$. Así, el número de alelos que se ha observado oscila entre los 16 para el Pma2b y los 28 para SaGT1, si se considera el total de la muestra.

Por población el número medio de alelos fue de 8 para la población de Huelva hasta 16 para la de Turquía, si bien el tamaño de la muestra puede estar influyendo en este último dato, ya que para la población de Huelva tan sólo se pudieron conseguir 7 individuos (cuadro 2).

Considerando la distribución de frecuencias alélicas, en el caso del marcador SaGT26 el alelo más frecuente fue el 225 en todas las poblaciones excepto en Turquía en la que el alelo más frecuente fue el 237 y en

Cuadro 1. Condiciones de amplificación de los marcadores microsatélites interespecíficos estudiados

Locus	Tª hibridación	[Cl ₂ Mg]	Especies
Pma1	57.6°	2mM	<i>Pagrus major</i>
Pma2b	61.4°	3.5mM	<i>Pagrus major</i>
Pma5	59.3°	2.5mM	<i>Pagrus major</i>
PaGA2a	62°	2.5mM	<i>Pagrus auratus</i>
PbMS2	62°	2mM	<i>Pagellus bogaraveo</i>
PbMS6	57°	2mM	<i>Pagellus bogaraveo</i>
PbMS16	57°	2mM	<i>Pagellus bogaraveo</i>

Cuadro 2. Número de alelos por población y locus

Locus	Número de Alelos por población							Total
	Castellón	Valencia	Huelva	Israel	Cantábrico	Turquía	NO África	
SaGt26	17	13	8	12	15	12	8	24
SaGt1	25	20	10	13	22	24	16	28
SaGt41b	18	13	8	14	17	16	16	23
SaGT32	16	15	8	7	16	14	12	20
PaGA2a	15	10	9	6	11	14	10	22
Pma2b	12	12	7	9	12	13	12	16
Pma1	19	15	10	14	22	20	15	27
PbMS2	13	11	6	8	12	12	10	17
PbMS6	14	7	7	16	15	21	16	24
PbMS16	14	15	10	14	13	19	15	22
Promedio	16,3±1,2	13,1±1,1	8,3±0,4	11,3±1,1	15,5±1,1	16,5±1,3	13±0,9	2,3±1,2

la población de Israel para la que el alelo más frecuente fue el 255. Se han observado alelos exclusivos de las poblaciones de Valencia y Castellón aunque no se han encontrado diferencias significativas entre poblaciones. Para el marcador SaGT1 el rango de alelos oscila entre 94 y 182 siendo el alelo más frecuente el 138, coincidiendo nuevamente que en las poblaciones de Valencia y Castellón aparecen alelos exclusivos. El marcador SaGT41b también presentó alelos raros en las poblaciones de África y Valencia. Para el marcador PaGA2a el alelo más frecuente en todas las poblaciones fue el 116.

La heterocigosidad media observada fue de 0,869, si no se consideran los marcadores monomórficos en cuyo caso el nivel de heterocigosidad bajó a 0,79. El análisis molecular de la varianza puso de relieve que el 98,23 % de la varianza total es debida a diferencias genéticas dentro de poblaciones y no entre éstas. Utilizando exclusivamente marcadores microsatélites intraespecíficos, las estimas del presente estudio están en concordancia con las determinadas en otras poblaciones naturales y de cultivo (BATARGIAS *et al.*, 1999; ALARCÓN *et al.*, 2004), 0,88 y 0,86-0,87 respectivamente.

En relación con el segundo de los objetivos, para establecer el panel de marcadores que fuese fácilmente utilizable para conocer las relaciones de parentesco en las empresas de cultivo, se ha considerado el nivel de polimorfismo del marcador, la facilidad para tipificar el patrón de bandas y la posibilidad de realizar cargas múltiples en un

mismo gel. Los marcadores que resultaron más idóneos y sus características se recogen en el cuadro 3, siendo tres intraespecíficos (SaGt1, SaGT32, SaGt41b) y tres interespecíficos (PbMS2, PbMS16, PaGA2a). Al estimar la PEC para los 6 marcadores propuestos esta resultó del 99,99% señalando su utilidad en el control de genealogías.

Cuadro 3. Marcadores propuestos en la confirmación de relaciones de parentesco

<i>Locus</i>	Número de alelos	Rango alélico	Tipificación	Ho	Número de cargas	PE
SaGt41b	23	142-190	Muy fácil	0,909	Tres	0,863
PbMS2	17	126-160	Muy fácil	0,873	Tres	0,744
PaGA2a	22	102-146	Muy fácil	0,782	Dos	0,665
PbMS16	22	142-184	Fácil	0,946	Dos	0,866
SaGT32	20	140-186	Fácil	0,801	Dos	0,833
SaGT1	18	94-182	Fácil	0,887	Una	0,899

Conclusiones

Se puede concluir que la mayor parte de las diferencias existentes entre *stocks* naturales de dorada están dentro de poblaciones, no siendo significativas las diferencias entre las poblaciones. Por otro lado, que con un panel de marcadores microsatélites constituido por sólo 6 marcadores (inter e intraespecíficos) es posible obtener una probabilidad de exclusión combinada lo suficientemente elevada como para reconocer las relaciones familiares en dorada.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Gobierno de Canarias, PI2001 /063 y PI2002/212.

Bibliografía

- ADCOCK G.J., BERNAL RAMÍREZ J.H., HAUSER L., SMITH P., CARVALHO G.R., 2000. Screening of DNA polymorphisms in samples of archived scales from New Zealand snapper. *J. Fish Biology*. 56 (5), 1283-1287.
- ALARCÓN J., MAGOULAS, A., GEORGAKOPOULOS T., ZORROS E., ÁLVAREZ M.C., 2004. Genetic comparison of wild and cultivated European populations of the gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 230 65-80.
- BATARGIAS C., DERMITZAKIS E., MAGOULAS A., ZOUROS E., 1999. Characterization of six polymorphic microsatellite markers in gilthead seabream, *Sparus aurata*. (Linnaeus, 1758). *Molecular Ecology*, 8: 897-898.
- EXCOFFIER L., SMOUSE P., QUATRO J., 1992. Analysis of molecular variante inferred from metric distance among DNA haplotypes : Application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics* 131: 479-491.

- FEAP, 2004: Federación Europea de Productores de Acuicultura. <http://www.feap.org>.
- JAMENSON A., 1994. The effectiveness of using codominant polymorphic allelic series for (1) checking pedigrees and (2) distinguishing full-sib pair members. *Anim. Genet.*, 25: 37-44.
- SAMBROOK J., FRITSCH E.F., MANIATIS T., 1989. In molecular cloning: a laboratory Manual. 2° Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor. New York.
- SCHNEIDER S., ROESLLI D., EXCOFFIER L., 2000. Arlequin 2000.
- STOCKLEY B.M., ROGERS A.D., IYENGAR A., MENEZES G., SANTOS R., LONG A., 2000. Ten microsatellite loci isolated and developed for the blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brunnich 1768). *Mol Ecol.*;9(7): 999-1000.
- TAKAGI M., TANIGUCHI N., COOK D., DOYLE R.W., 1997. Isolation and characterization of microsatellite loci from red sea bream *Pagrus major* and detection in closely related species. *Fish. Sci.*,63 (2): 199-204.