



## Datos recientes de la distribución de la siembra de especies exóticas como base de la producción pesquera en aguas interiores mexicanas

### Recent data on the distribution of the exotic species used in Mexican freshwater fisheries based on fish stocking

Ana L. Ibáñez<sup>1</sup>, Héctor Espinosa-Pérez<sup>2\*</sup> y José L. García-Calderón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina 09340 México, D.F., México.

<sup>2</sup>Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer circuito, Ciudad Universitaria 04510, México, D.F., México.

\*Correspondencia: [ana@xanum.uam.mx](mailto:ana@xanum.uam.mx)

**Resumen.** Durante los años 2001-2009, el gobierno federal produjo 780 millones de crías pertenecientes a 22 taxa que se sembraron en cuerpos de agua interiores. El principal propósito de esta siembra fue la repoblación con fines pesqueros. Mediante información del mismo gobierno, se analiza la relación producción-siembra de crías de los Centros Piscícolas federales y su efecto en la producción pesquera estatal en aguas interiores mexicanas. Se plantea que esta producción está relacionada con la siembra de crías que llevó a cabo la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), organismo desconcentrado del gobierno federal. Lo anterior fue revisado al analizar la correspondencia entre la densidad de crías sembradas y los rendimientos pesqueros estatales. De los 22 taxa, 19 son especies de peces (7 nativas) y 2 son subespecies, 2 son anfibios nativos y 1 es un crustáceo malayo. En promedio, en el lapso, se sembraron anualmente  $86.7 \pm 37.9$  millones de crías, de las que el 90% son tilapias y carpas, y sólo el 3% son especies nativas. La relación siembra/ha vs producción/ha muestra que a mayor densidad de siembra, se obtiene mayor rendimiento pesquero hasta alcanzar un valor asintótico. Si bien, el gobierno federal tiene actualmente por política no sembrar en cuerpos de agua naturales especies exóticas, éstas permanecen de siembras anteriores, o las siembran los gobiernos estatales o son de cultivos privados.

Palabras clave: siembra, repoblamiento, CONAPESCA, México, especies exóticas.

**Abstract.** Federal government produced around 780 millions of fry belonging to 22 taxa during 2001-2009 which were stocked in Mexican reservoirs basically to enhance fisheries. With official information from the federal fisheries agency CONAPESCA stocking-production analysis for the fish farms from the federal government was studied at state level. We review stocking-yield relationship at state level. From the 22 taxa: 19 are fish (7 native species) and 2 subspecies; 2 native amphibious and 1 Malay crustacean. Production mean for nine-year period was  $86.7 \pm 37.9$  millions of fry, 90% of which were tilapias and carps while only 3% were native species. Stocking/ha vs Yield/ha were clearly related, thus at more stocking rate more production was obtained arriving to an asymptotic value. At present, federal government policy don't allow to stock exotic species in natural water bodies, nevertheless they stay there because of previous or local stocking events.

Key words: stockings, fresh-water fisheries, CONAPESCA, Mexico, exotic species.

### Introducción

Hacia finales del siglo XIX la primera estación piscícola gubernamental de México, localizada en Ocoyoacac, Estado de México, producía medio millón de crías de trucha arcoiris y carpa; ésta última introducida por Esteban Cházari en 1884. La primera siembra se hizo en el entorno de la ciudad de México y en 1892 se sembraron 5 000 ejemplares de carpa *Cyprinus carpio* en Michoacán (Carranza, 1953); pero la siembra y

repoblación con peces no estuvieron ligadas sino hasta 1930 con la construcción programada de obras hidráulicas promovidas por la entonces Comisión Nacional de Irrigación y con la creciente accesibilidad de los centros de producción de crías a los sistemas acuáticos (Castelán, 1999).

A partir de esos años, la construcción de centros piscícolas marcó el inicio de la institucionalización para la producción y siembra de crías, sobre todo de carpa, especie que se asocia con la llamada piscicultura rural, con el fin de aumentar la disponibilidad de alimentos (Mártir, 1974; Álvarez-Torres et al., 1999; Rojas-Carrillo y Fernández-Méndez, 2006; Montero, 2007).

En la medida en que las obras hidráulicas se incrementaron creció la construcción de centros piscícolas para la producción de crías, así como la producción pesquera en aguas interiores. Nacieron entonces las pesquerías acuícolas denominadas oficialmente acuaculturales, que son generadas y mantenidas por siembras de crías provenientes de centros acuícolas, práctica común en varios países de África, Asia y América Latina (Bondad-Reantaso, 2007). Aunque el dinamismo de la construcción de obras hidráulicas disminuyó, el crecimiento de la producción pesquera continúa hasta la primera década de los años 2000, en la que comienza a estabilizarse (Fig. 1).

A pesar de que la práctica de las siembras tiene ya más de un siglo, no existe un análisis que muestre el efecto que tienen las siembras en los rendimientos pesqueros. Aún más, sólo recientemente, en 2001, se comenzaron a digitalizar y ordenar los datos sobre estas actividades en México.

Con información procedente de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), organismo desconcentrado del gobierno federal mexicano, se analiza la producción-siembra de crías en los Centros Piscícolas del gobierno federal mexicano y su efecto en la producción pesquera estatal en aguas interiores mexicanas. Se plantea que la producción pesquera en aguas interiores está relacionada con la siembra de crías llevada a cabo por el gobierno federal a través de CONAPESCA, lo que fue revisado al analizar la correspondencia entre las crías sembradas y la producción pesquera estatal.

Esta contribución tiene por objeto realizar un análisis estatal que aporte puntos de vista sobre la gestión realizada por el gobierno federal y que ayude a la formulación de políticas públicas relacionadas con el mantenimiento de los ecosistemas.

## Materiales y métodos

La información nacional de producción de crías fue solicitada en los centros acuícolas subordinados a la CONAPESCA, que, como se mencionó, es un órgano desconcentrado del gobierno federal (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]). Respecto a la producción de crías, la información consiste en: 1), número de centros acuícolas en operación por estado; 2), especies producidas por centro acuícola; 3), número de crías producidas en cada centro acuícola. En lo que concierne a las siembras, la información consiste en: 4), número de crías sembradas por estado; 5), superficies de los cuerpos de agua donde se llevan a cabo las siembras; 6), tipo de cuerpo de agua donde se llevan a cabo las siembras; 7), fecha de la siembra, y 8), propósito con el que se lleva a cabo la siembra.

La información presentada para 1, 2 y 3, corresponde al periodo 2001 a 2009; para 4, al periodo 2001 a 2006; para 5, 6 y 7, al periodo 2003 a 2006, y para 8, del periodo 2005 al 2006. Estas fechas se deben a que la CONAPESCA ha ido incluyendo nuevos rubros a la información de siembras.

Con la finalidad de obtener la densidad estatal de siembra y de producción pesquera por hectárea se utilizaron los datos de la superficie de espejo de agua de la Carta Nacional Pesquera (SAGARPA, 2006) y el volumen de la producción pesquera de acuicultura del cuadro 1.3.3 de los anuarios estadísticos de pesca, años 2004 al 2008 (SAGARPA, 2008). Las especies listadas en los anuarios pesqueros y consideradas para este análisis fueron: bagre, carpa, charal, langostino, lobina, mojarra tilapia y trucha arcoiris (la denominación específica de estos organismos se puede consultar en el Cuadro 1). Se estableció la relación siembras/ hectárea (en número de crías por hectárea) vs el rendimiento pesquero (en toneladas/hectárea) donde el rendimiento se consideró con un año de retraso, es decir, se analizó la relación del periodo de siembras/ha 2001-2006 con el de producción pesquera/ha 2002-2007, retraso que es considerado por Fonticiella et al. (1995) y Remedios y Cabezas (1995, datos no publicados) como el periodo en que la siembra se expresa en la pesquería en el caso de cultivo semintensivo y de pesquerías sostenidas por la acuicultura.

Es muy importante hacer notar que debido a que existe una gran variabilidad interanual que provoca enorme varianza en los datos de siembras, se consideró más adecuado utilizar para los cálculos y estimaciones tanto la suma del número de crías producidas y sembradas como de la producción para los intervalos de tiempo mencionados anteriormente. Cabe mencionar que las cifras de rendimiento incluyen los sistemas controlados. En casos en los que se usen valores promedio se hará la mención correspondiente.

## Resultados

El 97% de las especies cultivadas en los centros acuícolas del gobierno federal son fundamentalmente peces, entre las que las especies de tilapia y la carpa se encuentran como las de mayor volumen de producción. Las tilapias registradas en cultivo para siembra son de 3 especies (Cuadro 1) y de éstas la producción nacional de crías fue el 48.3% del total; mientras que las carpas representadas por 8 taxa constituyeron el 45.5%. Es así que entre tilapias y carpas se produjo en el periodo mencionado, el 93.8% del total nacional.

En los centros acuícolas de la CONAPESCA, la producción de crías de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* constituyó el 1.6%. La lobina *Micropterus salmoides*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y el catán *Atractosteus spatula* mostraron un porcentaje

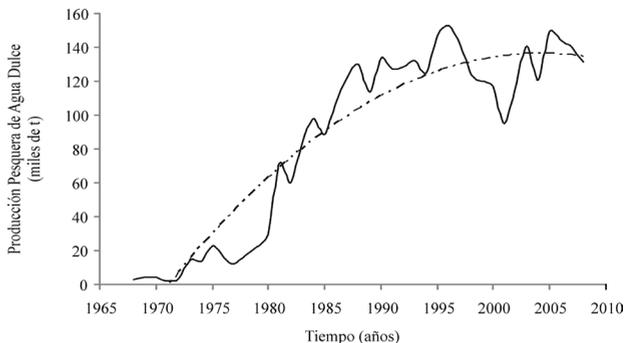
**Cuadro 1.** Especies cultivadas en los Centros Piscícolas del gobierno federal durante 2001-2009

Clave	Origen	Nombre común	Producción (%)	Nombre científico
<b>Pisces</b>				
		Tilapias	48.30	
Tn	E	Tilapia del Nilo		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
Ta	E	Tilapia azul		<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)
Tm	E	Tilapia mosámbica		<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)
		Carpas	45.50	
Cc	E	Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)
Cs	E	Carpa espejo		<i>C. c. specularis</i> Lacepède, 1803
Cr	E	Carpa Israel		<i>C. c. rubrofuscus</i> Chen y Huang, 1977
Hn	E	Carpa cabezona		<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)
Mp	E	Carpa negra		<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson, 1846)
Ci	E	Carpa herbívora		<i>Ctenopharingodon idella</i> Valenciennes 1844
Hm	E	Carpa plateada		<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)
Ab	E	Carpa Brema		<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)
Om	N**	Trucha arcoíris	1.60	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)
Cm	N?	Mojarra de Guamuchal	0.20	" <i>Cichlasoma</i> " <i>macracanthum</i> (Günther, 1864)
Ct	N	Mojarra prieta	0.10	" <i>Cichlasoma</i> " <i>trimaculatum</i> (Günther 1867)
Ms	N**	Lobina	0.40	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepede, 1802)
Ip	N**	Bagre de canal	0.70	<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)
Lm	E	Mojarra oreja azul	0.10	<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque, 1819
Al	N*	Acúmara	0.10	<i>Algansea lacustris</i> Steindachner, 1895
As	N*	Catán	0.10	<i>Atractosteus spatula</i> (Lacepède, 1803)
<b>Crustacea</b>				
Mr	E	Langostino	2.80	<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man, 1879)
<b>Amphibia</b>				
Rm	N+	Rana leopardo	0.05	<i>Rana megapoda</i> Taylor, 1942
Rc	N	Rana toro	0.05	<i>Rana catesbeiana</i> (Shaw, 1802)

**Clave:** comprende la primera letra del género y la especie; se utiliza en posteriores comentarios y/o cuadros.

**Origen:** E, exóticas; N, nativas; N\*, nativas pero se han sembrado fuera de su distribución original; N\*\*, nativas pero el cultivo se ha sostenido con ejemplares de EUA, Sudamérica y Australia; N?, especie nativa posiblemente confundida con "*Cichlasoma*" *urophthalmus*; N+, bajo protección según la NOM-059-ECOL-2001.

**Producción:** se refiere al porcentaje nacional total de crías, para la suma del periodo 2001 a 2009.



**Figura 1.** Producción pesquera en aguas interiores para el periodo 1968 a 2008. Línea continua, datos crudos de 1983 al 2008, tomados de las series históricas de los anuarios pesqueros de 1999 al 2008, Cuadro 1.4.3 (Sagarpa, 2008). Los valores anteriores a 1983 fueron tomados de los Anuarios Estadísticos Pesqueros del Departamento de Pesca (1980). Línea punteada, ajuste polinomial de ecuación: Producción pesquera de agua dulce =  $-0.1248 (\text{tiempo})^2 + 500.08 (\text{tiempo}) - 501012$  con una  $R^2 = 0.88$ .

promedio de producción de 0.4, 0.7, 0.1 y 0.1%, respectivamente. El langostino malayo, *Macrobrachium rosenbergii*, constituyó el 2.8% de la producción total de crías del gobierno federal. Las ranas leopardo y toro se producen en muy pequeñas cantidades (0.05% cada una) (Cuadro 1).

La distribución del número de centros acuícolas dependientes de la CONAPESCA no ha sido uniforme para los diferentes estados del país. El estado de Veracruz contaba con 5 centros acuícolas; Chiapas, Michoacán y Chihuahua con 3, y Guerrero y Sinaloa con 2. Los estados pertenecientes a las penínsulas de Baja California y de Yucatán (Baja California y Baja California Sur, Campeche, Yucatán y Quintana Roo), así como los estados de Sonora y Nuevo León, y el Distrito Federal no contaban con ningún centro acuícola federal. El resto de los estados del país contaba con un centro acuícola.

La producción de cada centro acuícola ha sido desigual. Para el periodo mencionado, el más prolífico en promedio fue el de Tezontepec de Aldama, Hgo., seguido en importancia por El Varejonal, Sin., La Rosa, Coah., Pabellón de Hidalgo, Ags. y Chametla, Sin. Entre los menos productivos se encontraron el de Pátzcuaro, Mich., y Tebanca, Ver., sin contar los que no han tenido registros durante algunos años o que han sido concesionados (Cuadro 2).

El promedio de producción de crías para el periodo 2001-2009 es de  $86.7 \pm 37.9$  millones de crías (Fig. 2). La tendencia general en el número de centros acuícolas y la producción de crías, y en consecuencia de siembras, ha presentado variaciones notorias durante el periodo analizado. Mientras que en 2001 había 34 granjas operando con una producción de crías de alrededor de 140 millones en 2005, esta producción se redujo a 91.5 millones producidas en 36 centros acuícolas y para el 2009 en 29 centros se produjeron solamente 48.4 millones de crías. La reducción en el periodo 2001 a 2009 en el número de crías producidas fue del 75.8% y en el número de centros acuícolas en operación del 30 %.

En 26 de los 39 centros acuícolas (66.7%) en operación se producen tilapias y en 13 (33.3%), alguna especie de carpa. Las crías de trucha arcoiris y lobina negra se producían en 6 centros acuícolas, en el 15.4% de los centros productivos del gobierno federal, mientras que el bagre de canal se produce en 2 centros y el resto de las especies sólo en 1 centro acuícola de la CONAPESCA (Cuadro 2).

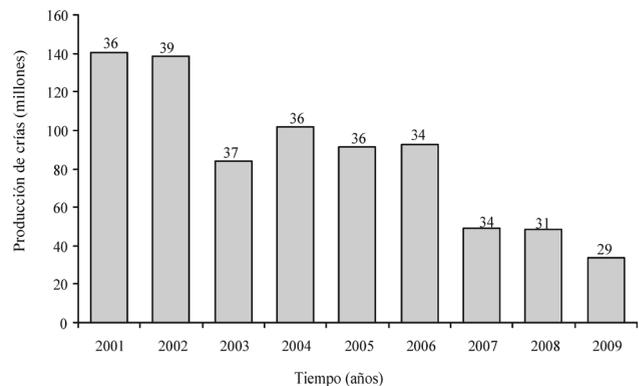
En el periodo de estudio, 2001 al 2009, los 6 estados con mayor producción de crías (cifras en paréntesis número de crías) en orden descendente fueron: Hidalgo (205 183.7); Sinaloa (123 303.4); Aguascalientes (58 661.8); Coahuila (50 464.4); Colima (35 180.7); Veracruz (33 292.9) y Durango (30 253.8). Los estados con menores producciones de crías en orden ascendente son: Puebla (1 630.8); Tamaulipas (4 466.4); Querétaro (6 019.9); Tlaxcala (6 221.1); México (7 434.6) y SLP (9 049.7) (Cuadro 2).

La figura 3 muestra la proporción de producción y siembra de crías por estado. Puede apreciarse que, si bien, todos los estados que poseen centros acuícolas llevan a cabo siembras, la proporción producción y siembras de crías en general no tiende a la unidad. La correlación entre producción de crías de los centros acuícolas y su respectiva siembra fue de 80.5%. Los principales estados altamente productivos de crías que exportan fuera de sus límites son Hidalgo, Coahuila, Aguascalientes, Colima, Guerrero y Oaxaca, mientras que los estados restantes reciben crías de otros centros acuícolas.

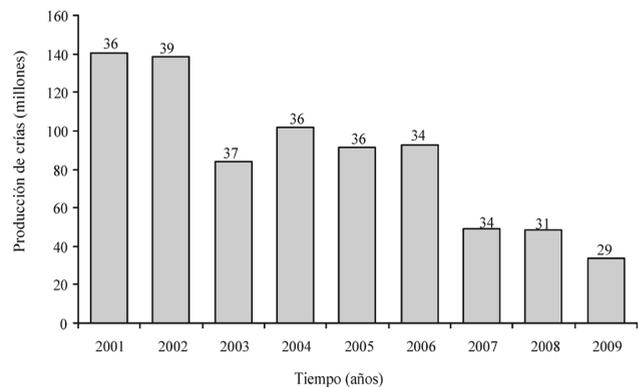
Los 6 estados con mayor siembra de crías en orden

descendente fueron (cifras en paréntesis en miles de crías): Hidalgo (139 409.3), Sinaloa (88 225.3), Oaxaca (74 628.0); México (41 324.1), Querétaro (40 204.7) y Aguascalientes (39 838.4)). Por otro lado las entidades con menor número de siembra para el mismo periodo de tiempo fueron Baja California Sur (0.0), Yucatán (9.4), Quintana Roo (11.1), Baja California (102.0) Distrito Federal (116.4) y Sonora (525.8) (Fig. 3).

Las siembras se llevan a cabo fundamentalmente en cuerpos de agua pequeños a medianos; el 29.7%, en cuerpos de agua de hasta una hectárea y el 80.1%, en cuerpos de agua menores de 500 ha; sólo el 19.9% de las siembras se realiza en cuerpos de agua mayores de 500 ha (Cuadro 3). El 40.5% de las siembras se realizó en presas y el 28.2% en estanques, 10.1% en bordos, 10.1% en lagunas y 5.4% en granjas. El 5.7% restante está registrado como siembras en esteros, diques, jagüeyes, pilas o piletas, acuarios, laboratorios y para investigación.



**Figura 2.** Producción anual de millones de crías para el periodo 2001 a 2009. El número de centros acuícolas de CONAPESCA en operación se muestra en los dígitos sobre cada una de las barras.



**Figura 3.** Millones de crías producidas y sembradas por estado para el periodo 2001 a 2006. Los valores de producción y siembras de crías fueron calculados sumando las crías de los años 2001 a 2006.

**Cuadro 2.** Producción de crías (en miles) por cada centro acuícola de la CONAPESCA para el periodo 2001 a 2009

Estado	Centro Acuicola	Especies cultivadas*	Producción de crías (miles)								
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ags	Pabellón de Hgo.	Tn, Ta, Cs, Ms	7 025.1	7 437.9	7 481.0	7 181.9	7 783.3	8 014.5	7 996.3	2 335.0	3 406.8
Coah	La Rosa	Ms, Ta, Cc, Ip	7 857.7	10 275.5	6 561.7	7 245.2	6 079.7	3 920.2	1 198.9	4 288.4	3 037.1
Col	Jala	Tn	3 441.9	2 976.4	3 278.0	2 314.7	4 352.7	2 088.5	3 245.3	2 700.0	2 358.5
	Potrero Gde.	Tn	NP	10.0	252.0	10.0	604.0	652.5	300.0	300.0	NP
	El Saucito	Tn, Ta	1 333.3	488.1	733.4	434.4	1 002.0	1 100.0	1 205.0	E	E
Chih	La Boquilla	Ip, Cs, Tn	850.5	974.5	1 161.1	1 359.6	1 475.9	1 276.4	1 003.4	1 112.6	492.1
	Guachochi	Om	380.0	339.3	189.5	636.4	865.2	484.4	630.5	368.1	535.0
	Madera	Om	NP	222.0	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Chis	Benito Juárez	Tm, Tn	1 990.0	4 251.0	1 497.3	1 563.7	1 447.3	758.1	1 242.3	324.8	813.8
	San Cristóbal	Ce, Cr	1 061.9	904.9	924.8	336.2	485.6	547.2	334.5	405.7	74.9
	El Pataste	Tm, Tn, Cm, Ct	2 131.0	2 093.0	1 257.0	453.2	170.0	4.0	NP	NP	NP
Dgo	Valle de Guadiana	Cs,Ci,Hm,Tn,Ms,Lm	7 109.6	6 791.2	4 028.8	3 201.9	2 954.5	4 811.1	368.8	560.7	427.2
Gro	Aguas Blancas	Tn	1 874.0	1 817.0	2 047.9	437.9	698.7	612.1	526.8	NP	NP
	Carrizal Lagartero	Mr	2 756.0	2 798.0	3 292.2	2 401.0	1 893.1	NP	NP	NP	NP
Gto	Jaral de Berrio	Cs, Ta	3 777.8	4 881.5	1 890.4	3 620.7	392.7	641.5	149.4	424.6	238.0
Hgo	Tezontepec	Hm,Cr,Ci,Cs,Hp,Ab	27 021.5	29 220.4	25 880.8	31 403.5	30 995.1	36 824.6	9 380.5	9 229.8	5 227.5
	Aldama	Cr, Rm	3 514.9	4 286.6	880.7	3 280.5	1 589.7	1 559.6	884.2	888.2	GE
Jal	Tizapan El Alto	Om	3 141.3	2 757.9	NP	NP	NP	NP	197.1	430.6	907.7
Mex	El Zarco	Tn, Cc, Ms	38.6	78.9	35.5	45.9	33.3	17.5	4.1	0.5	2.3
Mich	Pátzcuaro	Om	304.0	274.9	350.0	170.6	46.0	396.7	275.4	190.0	19.0
	Pucuaato	Ce, Ci, Cr, Al	5 681.8	3 501.3	1 762.6	2 104.4	1 311.3	2 135.8	1 355.5	1,416.4	1 385.6
Mor	El Rodeo	Tn	2 540.3	1 804.4	541.0	1 640.7	1 522.8	1 593.6	417.5	638.2	1 203.9
	Zacatepec	Tn	2 321.3	2 409.6	1 170.5	957.7	898.6	940.8	845.4	654.1	253.0
Nay	San Cayetano	Ta, Rc	4 173.8	4 150.3	2 480.4	3,184.4	3 548.4	1 633.8	349.0	GE	GE
Oax	Temascal	Tn	5 393.5	4 368.7	1 618.5	3 905.1	1 331.5	1 178.7	636.4	1,091.9	719.7
Pue	Apulco	Om	151.0	39.5	232.5	218.2	500.1	NP	14.5	178.8	296.2
Qro	Calamanda	Tn, Cc	1 595.0	1 081.3	1 393.7	323.5	396.5	351.4	319.7	295.3	263.5
Sin	Chametla	Ta, Tn	12 494.0	8 435.5	64.1	5 938.4	3 150.0	4 430.0	4 741.2	4 066.8	202.0
	El Varejonal	Ms, Ta, Tn	12 895.8	13 150.0	3 610.0	10 387.0	8 744.0	9 710.0	4 237.0	10 158.1	6 889.5

**Cuadro 2.** Continúa

Estado	Centro Acuicola	Especies cultivadas*	Producción de crías (miles)									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
SLP	El Peaje	Ci, Cs	630.0	1 966.1	322.6	509.0	884.0	1 181.0	1 282.5	1 403.3	871.2	
Tab	Puerto Ceiba	Tn	2 916.6	2 047.9	1 805.7	1 520.9	1 495.0	1 516.0	1 296.5	1 299.3	1 028.7	
Tamps	Tancoil	Tn, As, Ms	496.9	794.8	401.3	368.1	166.8	303.0	449.2	674.4	811.9	
Tlax	Atlangatepec	Cr, Ci	NP	718.563	949.6	609.9	869.4	697.4	954.0	689.8	732.4	
Ver	La Tortuga	Ta	2 200.2	1 242.0	916.0	1 049.5	327.0	343.5	128.8	54.7	68.5	
	Los Amates	Tn, Tm	759.6	979.9	107.2	262.1	331.2	413.3	679.0	572.0	368.4	
	Matzinga	Om	88.8	235.5	46.6	NP	C	C	C	C	C	
	Sontecomapan	Ta	7 657.0	5 916.0	1 417.7	1 816.4	1 520.5	932.3	603.9	533.3	1 018.8	
	Tebanca	Ta, Tn	213.8	38.8	45.5	72.9	106.0	226.2	NP	NP	NP	
Zac	Gral. Julian Adame	Ta	2 500.0	2 511.0	3 467.5	811.0	1 505.0	1 505.0	1 584.4	1 154.5	296.0	

\*Véase clave en el Cuadro 1; NP, no hubo producción durante ese año; C, granja acuicola concesionada en el año señalado; E, se entregó a ejidatarios; GE, administrado por el gobierno estatal.

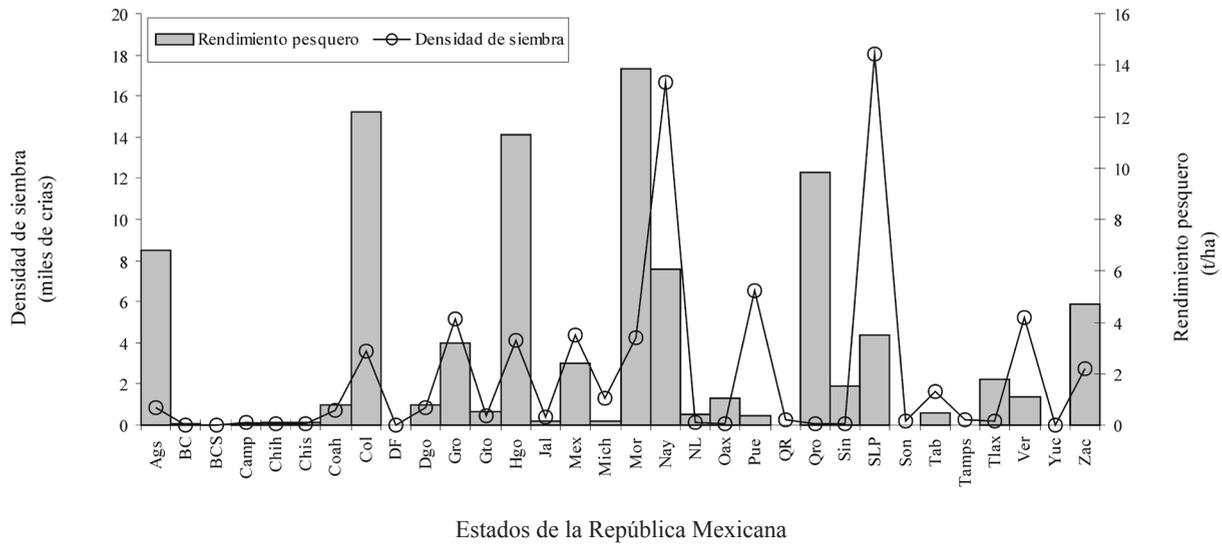
Durante el primer trimestre del año se lleva a cabo el 6.3% de las siembras; en el segundo y tercer trimestres, el 34 y 41% respectivamente, y en el último trimestre el 18.7%. Durante los primeros 6 meses del año (de enero a junio inclusive) se lleva a cabo el 40.3% de las siembras. El 47.7% se siembra con fines de repoblamiento, 31% para unidades de cultivo, 14.3% para crianza, 6.9% para engorda, y el 0.1% para otros fines.

La figura 4 muestra la densidad de siembras y rendimiento pesquero por hectárea para cada estado. De los 8 estados con mayores rendimientos pesqueros, queda claro que 3 no se relacionan con altas densidades de siembra; es el caso de Nayarit, Puebla y San Luis Potosí. Hay estados con altos niveles de densidad de siembra y bajos rendimientos pesquero; entre los que están Morelos, Colima, Hidalgo, Querétaro y Aguascalientes. El valor promedio de crías sembradas/ha para el periodo mencionado es de 500 ± 800 crías/ha/año y el del rendimiento de 0.2 ± 0.3 toneladas/ha/año.

De los modelos utilizados en la regresión entre las siembras (S) en miles de crías/ha como variable independiente y el rendimiento pesquero (R) en toneladas/ha como variable dependiente, la relación potencial mostró el mejor ajuste evaluado a través de la R<sup>2</sup> (Cuadro 4). En el inicio de la curva, con ordenada cercana a 0, a mayor densidad de siembra se obtiene mayor rendimiento pesquero. Sin embargo, como el modelo predice esta relación, llegará a un valor asintótico, donde a pesar de llevar a cabo mayor densidad de siembra el rendimiento no se incrementará. En la figura 5, como se mencionó anteriormente, se observa que hay estados del país que han llevado a cabo siembras de muy altas densidades (Morelos, Colima, Hidalgo y Querétaro) sin que correspondan los rendimientos pesqueros. Asimismo, a siembras entre 4 y 8 mil crías por hectárea pueden corresponder valores

**Cuadro 3.** Porcentaje de siembra por superficie de los cuerpos de agua

Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
0 a 1	29.7	29.7
1.1 a 5	14.7	44.4
5.1 a 30	14.7	59.1
30.1 a 60	8.5	67.6
60.1 a 100	4.4	72.0
100.1 a 500	8.1	80.1
501 a 1 000	5.3	85.4
1 001 a 6 000	6.6	92.0
6 001 a 10 000	2.9	94.9
10 001 a 20 000	4.9	99.8
>20 000	0.2	100.0



**Figura 4.** Rendimiento pesquero (t/ha de espejo de agua; línea continua) y siembras (miles de crías/ha de espejo de agua; barras grises) para cada estado de la República Mexicana. Los valores de rendimiento y siembras fueron calculados con las sumas de 6 años: de 2001 a 2006 para siembras de crías; de 2002 a 2007 para producción pesquera.

elevados de rendimiento, como es el caso de los estados de Nayarit y San Luis Potosí.

**Discusión**

Los resultados muestran una elevada correspondencia estatal entre siembras y producción de crías (80.5%), sin embargo, para algunos estados existe disparidad que puede deberse a que haya siembras debidas a producción de crías de particulares o de centros acuícolas estatales (Industria Acuícola, 2009) o a que los centros pertenecientes a la CONAPESCA envíen a diferentes estados que solicitan crías, una vez que surten su demanda interna (Jorge Valdivieso, com. personal).

En nuestro país hay una amplia variedad de registros de rendimientos según el tipo de cultivo, siembras, régimen de manejo y dimensiones de los sistemas de cultivo, como se puede observar en la figura 6. Los rendimientos más bajos corresponden a 3 tipos de grandes embalses de los cuales la zona trópico-húmeda representa los menores rendimientos mientras que los de la zona trópico subhúmeda son los mayores. El valor promedio nacional del rendimiento para el periodo 2002 a 2007 es de 200 kg/ha que se encuentra situado entre los rendimientos de pequeños y medianos embalses con siembras (Guzmán y Orbe, 2002) y los grandes embalses de la zona trópica subhúmeda (Morales, 1991).

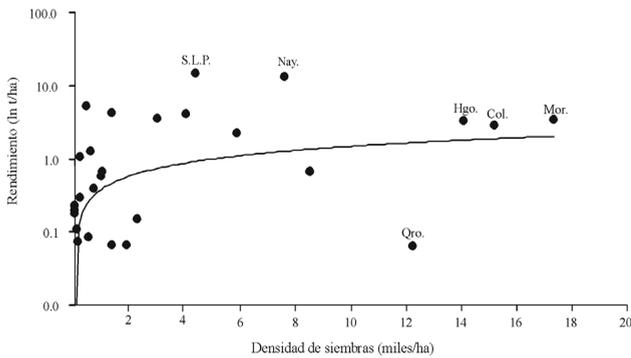
La densidad de siembra en reservorios de mayor producción pesquera en sistemas extensivos mexicanos

y cubanos es aproximadamente de 10 000 individuos/ha/año, mientras que en cultivos intensivos es alrededor de 50 000 individuos/ha/año (Quirós, 1998). Los valores de siembra predichos por el modelo son muy superiores a los de cultivos intensivos, mientras que el rendimiento, cercano a 10 t/ha, se encuentra en el intervalo de valores registrados por Quiroz (1990) y Chacón y Rosas (1999) para cultivos intensivos y semi-intensivos (Fig. 6). La densidad de siembra mostrada en este estudio es una estimación muy gruesa, pues se realizó con los valores estatales de superficie de agua; sin embargo, refleja muy altas densidades de siembra que corresponderían a sistemas intensivos, mientras que la práctica en nuestro país es en general de sistemas extensivos. Una posible explicación de los bajos rendimientos es el bajo crecimiento que se puede asociar con altas densidades de siembra ya que el 40% de éstas se llevan a cabo de enero

**Cuadro 4.** Modelos utilizados en las regresiones entre las siembras (S) en miles de crías por hectárea como variable independiente y el rendimiento pesquero (R) en toneladas por hectárea como variable dependiente

Regresión	Modelo	R <sup>2</sup>	p
Lineal simple*	R = 0.34 (S)	0.00	< 0.001
Lineal simple	R = 0.22 (S) + 1.25	0.10	< 0.001
Logarítmica	R = 0.34 ln (S) + 2.45	0.16	0.285
Potencial	R = 0.39 (S) <sup>0.58</sup>	0.40	< 0.001

\*Ordenada cero.



**Figura 5.** Relación entre densidad de siembra (miles de crías/ha) y rendimiento pesquero (t/ha). Modelo potencial ajustado:  $\text{Rendimiento} = 0.3918 (\text{siembra})^{0.5771}$ ;  $R^2 = 0.4005$ . Cada círculo negro representa un estado de la República Mexicana. Los valores de rendimiento y siembras fueron calculados con las sumas de 6 años: 2001 a 2006 para siembras de crías; 2002 a 2007 para producción pesquera.

a junio cuando los embalses se encuentran en los niveles más bajos de volumen (Hernández-Avilés et al., 2007a; Hernández-Avilés et al., 2007b). La época de siembra es un factor importante a considerar, puesto que se debe aprovechar el momento de crecimiento exponencial del crecimiento en longitud y peso del pez; bajas tasas de crecimiento se alcanzan si se siembra en época de bajas temperaturas o reducida disponibilidad de alimento (Ibáñez, 2004; Valdenberg et al., 2006). Igualmente, se ha detectado bajo crecimiento de tilapias debido a que esta especie, eminentemente tropical, se siembra en ambientes templados (Gómez-Márquez, 1998; Ibáñez, 2004) en el altiplano y zona norte del país (Kapetsky, 1997).

En cultivos extensivos, los casos de relaciones positivas entre siembras y rendimientos han sido previamente registrados (Sugunan y Katiha, 2004; Jayasinghe et al., 2006); las razones de esta relación pueden deberse a la morfometría del cuerpo de agua (área de costa), a la talla de las crías cuando se siembran (que se relaciona con la mortalidad) o a la talla de captura, entre otras variables (Lorenzen, 1995).

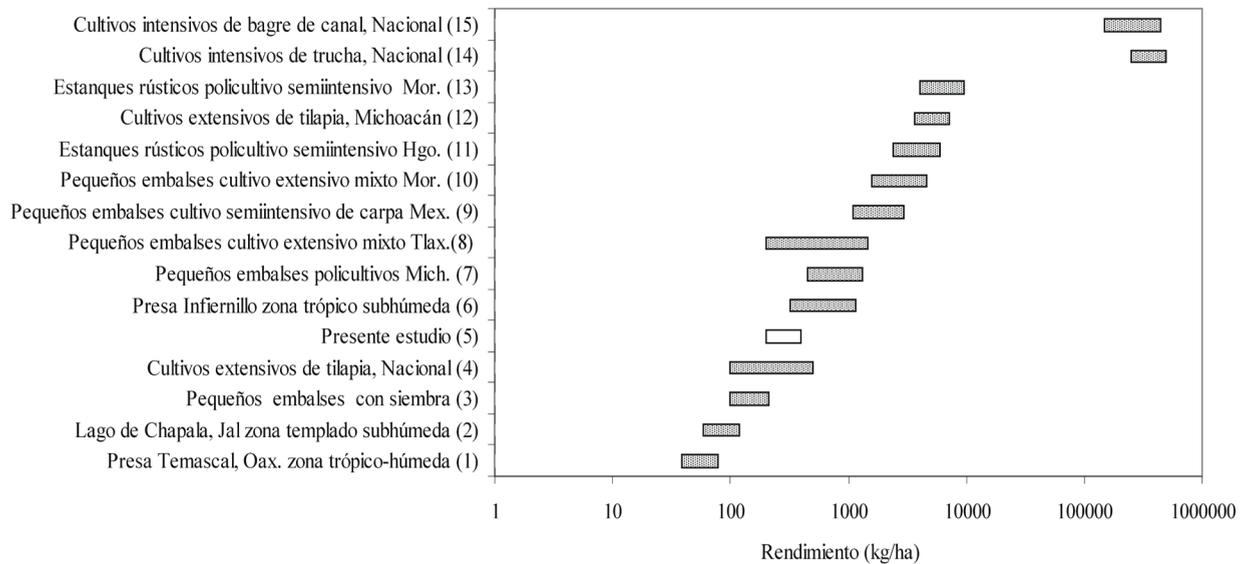
Es notoria la preferencia del gobierno federal por el cultivo de especies exóticas en sus centros acuícolas, lo que contradice el pronóstico que del futuro de la piscicultura hiciera Carranza en 1953 cuando afirmó: "...es de esperarse que en un futuro muy próximo al obtenerse condiciones de los estudios emprendidos sobre los peces indígenas, éstos substituyan a aquéllos en los trabajos de piscicultura". Veinte años después de esta afirmación, la producción pesquera de las especies exóticas alcanzó la de las nativas, y más de medio siglo después, las especies nativas representan menos del 10% de la captura. Entre tilapias y carpas, todas especies exóticas, se produjo para el periodo

mencionado anteriormente, el 93.8% del total nacional. Asimismo, las especies transplantadas son también de amplio cultivo en estos centros acuícolas. Por ejemplo, la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* es nativa del norte de México (Hendrickson et al., 2002) y su cultivo es sostenido con ejemplares traídos de EUA, Sudamérica y Australia. Otras especies son la lobina, *Micropterus salmoides*, el bagre de canal, *Ictalurus punctatus*, y el catán, *Atractosteus spatula*. *Micropterus salmoides* es originaria del río Bravo y las cabeceras de Soto la Marina y San Fernando (García de León et al., 2005) mientras que, las poblaciones nativas de *I. punctatus* se encuentran en el río Bravo, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, aunque los ejemplares empleados en la acuicultura son introducidos (CONAGUA, 2008).

A pesar de algunos intentos, en nuestro país no existe ningún centro de producción de crías que dé prioridad a las especies nativas, por ejemplo, el centro de Zacapu, Mich. que fue construido con el propósito de cultivar pescado blanco (*Menidia humboldtianum*), pero en la actualidad produce crías de carpa (Huipé, 2007). Este es el ejemplo más notorio; no sólo por el monto de la inversión, sino porque le antecede, en el mismo estado de Michoacán, el centro limnológico y piscícola de Pátzcuaro, donde su más destacado integrante, F. de Buen, investigó tanto el ambiente lacustre como el manejo del ciclo de vida de los organismos para propósitos utilitarios, con base en las especies nativas, aunque también trabajó con especies transplantadas (García de León, 1990).

Las diversas especies de tilapia y carpa son resistentes a las manipulaciones, así como a la contaminación y variaciones ambientales, con lo que su presencia asegura la producción pesquera aún en extremas condiciones (Bowen, 1988; Moreau, 1988). Sin embargo, representan afectaciones y amenazas para los sistemas ecológicos y la biodiversidad. Está documentado el caso de la tilapia que ha invadido ambientes en donde el endemismo es importante en varios cuerpos de agua de Quintana Roo (Schmitter-Soto y Caro, 1997), igualmente empiezan a aparecer en lagunas costeras del norte del Golfo de México (Gaspar-Dillanes y Barba-Torres, 2004; Díaz-Ruiz et al., 2003). La afectación de hábitats por la introducción de especies exóticas ha sido bien documentada por Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos (1984); Tapia y Zambrano (2003) y Zambrano et al. (1999). Otro de los problemas que genera la utilización de las especies exóticas en cultivos extensivos es la hibridación, introgresión y pérdida de diversidad genética (Barriga-Sosa et al., 2004).

Se ha disminuido la producción de crías en el periodo 2001-2009 en un 75.8%; la CONAPESCA menciona que reorientarán el trabajo en los Centros Acuícolas pertenecientes al sector público para transformarlos



**Figura 6.** Rendimientos nacionales, en unidades logarítmicas, según tipo de manejo. Referencias: (1) Morales 1991; (2) Guzmán y Orbe 2002; (3) Cortés 1976, Arredondo-Figueroa y García-Calderón 1982; (4) Arredondo-Figueroa y Lozano-Gracia 2003; (5) Este trabajo; (6) Jiménez-Badillo 2007; (7) Rosas 1976; (8) Hernández-Avilés 1999; (9) Sánchez y Navarrete 1987; (10) Hernández-Avilés y Peña-Mendoza 1992; (11) Arredondo-Figueroa y Lozano-Gracia 1994; (12) Chacón y Rosas 1999; (13) Quiroz 1990; (14) Chacón y Rosas 1999; (15) Chacón y Rosas 1999.

en centros de referencia dedicados a la producción y mantenimiento de productos de reconocida calidad genética y sanitaria, así como al desarrollo de líneas de investigación aplicadas a mejorar los sistemas de producción actuales en beneficio de los productores del país (CONAPESCA, 2009). Sin embargo, el fomento de las siembras de tilapia y carpa así como los cultivos semintensivos e intensivos de tilapia y trucha arcoiris en México plantea expectativas para ampliar la producción en vastas extensiones del territorio nacional. La proliferación de granjas, tanto públicas, como privadas, que enlazan una cadena que va desde la producción de crías hasta el consumidor en un mercado en expansión incide en la inercia del fomento de las especies exóticas que implica un incremento en el deterioro generalizado de la biodiversidad de los sistemas acuáticos epicontinentales de todo el país puesto que junto con la pérdida de hábitat, la introducción de especies exóticas es una de las causas más importantes de la extinción de especies nativas (Allan y Flecker, 1993; Clavero y García-Berthou, 2005). Esta situación puede agravarse aún más por el poco control de otras especies que accidentalmente se han introducido, como el *Plecostomus* y/o varias especies de la familia Loricariidae no bien conocidas principalmente del género *Pterygoplichthys*.

Ante este panorama, es necesario establecer una estrategia que disminuya la proporción de especies exóticas (Jones et al., 2007). La decisión de la CONAPESCA de no sembrar especies exóticas en los lagos puede ser el punto de partida para emprender planes y programas de repoblación

de lagos con las especies locales, las que en general son muy apreciadas por las comunidades ribereñas, como ocurre con el pescado blanco que es emblemática del centro de México. Esfuerzos en este sentido se llevan a cabo para especies de *Menidia* y *Cichlasoma* (GISAP, 2010). Es inaplazable plantear una estrategia nacional y regional que regule el uso de especies exóticas y promueva el empleo de las nativas en sistemas intensivos que incrementen los rendimientos y den mayor número de empleos.

### Agradecimientos

Especial reconocimiento para Eddi Espinosa Vergara quien ayudó a ordenar la información digital proveniente de la CONAPESCA.

### Literatura citada

- Anuario Estadístico de Pesca. 1980. Dirección General de Informática Estadística y Documentación, 1971-1980. Secretaría de Pesca. 352 p.
- Allan, J. D. y A. S. Flecker, 1993. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience* 43:32-43.
- Álvarez-Torres, P., C. Ramírez y A. Orbe. 1999. Desarrollo de la acuicultura en México y perspectivas de la acuicultura rural. Red de acuicultura rural en pequeña escala. [www.red-arpe.cl](http://www.red-arpe.cl); última consulta: 12.XI.1999.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y J. L. García-Calderón. 1982. La

- conducta físico-química y el rendimiento pesquero en un estanque de temporal trópicado utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, México. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* 12:1-60.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y S. Lozano-Gracia. 1994. Water quality and yields in policulture of nonnative cyprinids in Mexico. *Hidrobiológica* 4:1-8.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y S. Lozano-Gracia. 2003. La acuicultura en México. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D. F. 266 p.
- Barriga-Sosa, I. A., M. D. L. Jiménez-Badillo, A. L. Ibáñez y J. L. Arredondo-Figueroa. 2004. Variability of tilapias (*Oreochromis* spp.) introduced in Mexico: morphometric, meristic and genetic characters. *Journal of Applied Ichthyology* 20:7-14.
- Bondad-Reantaso, M. G. (ed.). 2007. Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 501. FAO, Roma. 628 p.
- Bowen, S. H. 1988. Detritivory and herbivory. *In* Biology and ecology of African freshwater fishes, C. Leveque, M. N. Bruton y G. W. Ssentongo (eds.). Institut de recherche pour le développement (ORSTOM). Paris. p. 243-247.
- Carranza, J. 1953. Historia de la piscicultura en México. *Biología*, t. 7. Memoria del Congreso Científico Mexicano, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. p. 159-174.
- Castelán, E. 1999. Análisis y perspectiva del recurso hídrico en México. Centro del Tercer Mundo para el Manejo del agua. Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 105 p.
- Chacón, A. y C. Rosas. 1999. Conceptos básicos de acuicultura rural. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. 157 p.
- Clavero, M. y E. García-Berthou. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution* 20:110.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Guía para la identificación de peces continentales en México relacionados con emergencias hidroecológicas. CONAGUA, México, D. F. 104 p.
- CONAPESCA (Consejo Nacional de Acuicultura y Pesca). 2009. Operación de Operación de centros acuícolas federales. [http://www.CONAPESCA.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_centros\\_acuicolas](http://www.CONAPESCA.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_centros_acuicolas); última consulta: 20.X.2010.
- Contreras-Balderas, S. y M. A. Escalante-Cavazos. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. *In* Distribution, biology and management of exotic fishes, W. R. Courtenay Jr. y J. R. Stauffer Jr. (eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. p. 102-130.
- Díaz-Ruiz, S., M. A. Pérez-Hernández y A. Aguirre-León. 2003. Caracterización de los conjuntos de peces en una laguna costera tropical del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 29:631-644.
- Fonticiella, D. W., Z. Arboleya y G. Díaz-Pérez. 1995. La repoblación como forma de manejo de pesquerías en la acuicultura de Cuba. Comisión de Pesca Continental para América Latina y el Caribe (COPEscal) Documento Ocasional 10. FAO, Roma. 45 p.
- García de León, F. J. 1990. La contribución del Dr. Fernando de Buen Lozano a la Ictiología en Michoacán. *In* Ciencia y Tecnología en Michoacán, G. Sánchez Díaz (ed.). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. p. 131-156.
- García de León, F. J., D. Gutiérrez-Tirado, D. Hendrickson y H. Espinosa-Pérez. 2005. Fish of the continental waters of Tamaulipas: diversity and conservation status. *In* Biodiversity, ecosystem and conservation in Northern Mexico, J. L. Carton, G. Ceballos y R. S. Felger (eds.). Oxford University Press, New York. p. 138-166.
- Gaspar-Dillanes, M. T. y J. F. Barba-Torres. 2004. Peces de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *In* Homenaje al doctor Andrés Reséndez Medina. Un ictiólogo mexicano, M. L. Lozano, y A. J. Contreras (eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. p. 141-191.
- GISAP. 2010. Geographical information systems and applied physiology. Disponible en: <http://www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/Conference/>; última consulta: 08.X.2010
- Gómez-Márquez, J. L. 1998. Age and growth of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 46:929-936.
- Guzmán, M. y A. Orbe. 2002. El lago de Chapala. *In* Lagos y presas de México, De la Lanza, G. y J. L. García-Calderón (eds.) AGT, México, D. F. p. 170-192.
- Hendrickson, D. A., H. Espinosa P., L. T. Findley, W. Forbes, J. R. Tomelleri, R. L. Mayden, J. L. Nielsen, B. Janssen, G. Ruiz C., A. Varela R., A. van der Heiden, F. Camarena y F. J. García de León. 2002. Mexican native trouts: a review of their history and current systematic and conservation status. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12:273-316.
- Hernández-Avilés, J. S. 1999. Limnología de pequeños embalses del estado de Tlaxcala. Tesis, Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 68 p.
- Hernández-Avilés, J. S., J. L. García-Calderón y G. de la Lanza. 2007a. A proposed limnological classification of small water bodies in base of the climate, in a tropical region: Mexico. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.* 64:63-74.
- Hernández-Avilés, J. S., J. L. García-Calderón, M. C. Galindo y J. Loera. 2007b. Microembalses: una alternativa de la limnicultura. *In* Las aguas interiores de México: conceptos y casos, G. De la Lanza y S. H. Pulido. (comps.). AGT, México. p. 599-620.

- Hernández-Avilés, J. S. y B. Peña-Mendoza. 1992. Rendimientos piscícolas en dos bordos semi-permanentes en el estado de Morelos, México. *Hidrobiológica* 13:11-23.
- Huipe, A. B. 2007. Manejo acuacultural de embalses: una propuesta para el extensionismo acuícola en la zona de influencia del centro acuícola de Zacapu. Tesis, Maestría en Ciencias (limnología y acuicultura), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 90 p.
- Ibáñez, A. L. 2004. Impact of the timing of stocking on growth and allometric index in aquaculture based fisheries. *Fisheries Management and Ecology* 11:81-87.
- Industria acuícola. Tabasco. 2009. Repoblarán cuerpos lagunares de Balancán. [http://www.industriaacuicola.com/notices\\_2009/nov09/nov09-4\\_not\\_6.htm](http://www.industriaacuicola.com/notices_2009/nov09/nov09-4_not_6.htm); última consulta: 23.XI.2009.
- Jayasinghe, U. A. D., U. S. Amarasinghe y S. S. De Silva. 2006. Culture-based fisheries in non-perennial reservoirs of Sri Lanka: influence of reservoir morphometry and stocking density on yield. *Fisheries Management and Ecology* 13:157-164.
- Jiménez-Badillo, M.L. 2007. Pesquería de la Presa Adolfo López Mateos "Infiernillo", Michoacán-Guerrero. *In* Limnología de presas mexicanas: aspectos teóricos y prácticos. F. J. L. Arredondo, Z. G. Díaz y P. J. Ponce (eds.). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa/ AGT, México, D. F. p. 554-588.
- Jones, J. P. G., F. B. Andriahajaina y N. Hockley. 2007. The potential of native species aquaculture to achieve conservation objectives: freshwater crayfish in Madagascar. *International Journal of Biodiversity Science and Management* 3:217-222.
- Kapetsky, J. M. 1997. Geography and constrains on inland fishery enhancement. *In* Inland fishery enhancements, T. Petr (ed.). Fisheries Technical Paper 374. FAO, Roma. p. 37-63.
- Lorenzen, K. 1995. Population dynamics and management of culture-based fisheries. *Fisheries Management and Ecology* 2:61-73.
- Mártir, A. 1974. Orígenes y objetivos del Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA). Secretaría de Industria y Comercio, México, D. F. 55 p.
- Montero, A. B. 2007. Freshwater fish seed resources in Mexico. *In* Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture, M. G. Bondad-Reantaso (ed.). FAO Fisheries Technical Paper 501. FAO, Roma. p. 343-359.
- Morales D, A. 1991. La tilapia en México. Biología, cultivo y pesquerías. AGT, México, D.F. 190 p.
- Moreau, Y. 1988. Physiologie de la respiration. *In* Biology and ecology of African freshwater fishes, C. Leveque, M. N. Bruton y G. W. Ssentongo (eds.). Institut de recherche pour le développement (ORSTOM), Paris. p. 113-135.
- Quirós, R. 1998. Reservoirs stockings in Latin America, an evaluation. *In* Inland fishery enhancements, T. Petr (ed.). Fisheries Technical Paper 374. FAO, Roma. p 91-117.
- Quiroz, C. H. 1990. Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivos piscícolas, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el estado de Morelos, México. Tesis, Maestría en Ciencias (Biología) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 85 p.
- Rojas-Carrillo, P. y J. I. Fernández-Méndez. 2006. La pesca en aguas continentales. *In* Pesca, acuicultura e investigación en México, P. Guzmán y D. F. Fuentes (eds.). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados, México, D. F. p. 49-67.
- Rosas, M. M. 1976. Explotación piscícola de charcos temporales y permanentes en Michoacán. Instituto Nacional de Pesca, México, D. F. p. 38. México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. Diario Oficial de la Federación, 25 de agosto.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Anuarios estadísticos de pesca 2000 a 2008, SAGARPA, México, D. F. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=31](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=31); última consulta: 06.X.2009.
- Sánchez, M. R. y N. A. Navarrete. 1987. Rendimiento de carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) en bordos del estado de México. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* 33:35-44.
- Schmitter-Soto, J. J. y C. I. Caro. 1997. Distribution of tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae), and water body characteristics in Quintana Roo, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 45:1257-1261.
- Sugunan, V. V. y P. K. Katiha. 2004. Impact of stocking on yield in small reservoirs in Andhra Pradesh, India. *Fisheries Management and Ecology* 11:65-69.
- Tapia, M. y L. Zambrano. 2003. From aquaculture goals to real social and ecological impacts: carp introduction in rural Central Mexico. *Ambio* 32:252-257.
- Valdenberg, A., A. Milstein y S. Harpaz. 2006. Effects of timing of common carp larvae stocking on zooplankton succession in earthen nursery ponds: A microcosm simulation. *Journal of the World Aquaculture Society* 37:378-387.
- Zambrano L., M. R. Perrow, C. Macías-García y V. Aguirre-Hidalgo. 1999. Impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds in Central Mexico. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6:281-288.