

LILE GRACILIS CASTRO-AGUIRRE Y VIVERO UN CASO DE ESPECIACION POR NEOTENIA

VIVERO, J.M^{1,2} y J. ROMERO-CASTILLO¹

- 1 Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional, Prolongación Carpio y Plan de Ayala Colonia Santo Tomás México, Distrito Federal c.p. 11340, México.
- 2 Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología Instituto Politécnico Nacional. Avenida Acueducto Urb. La Laguna Ticomán México D. F. c.p. 07300, México.

RESUMEN: El género *Lile* está constituido por tres especies: *L. piquitinga* en las costas del Atlántico Americano y *L. stolifera* y *L. gracilis* en las costas del Pacífico Americano. *L. stolifera* se considera el ancestro de las otras dos y está distribuida en dos zonas; desde Bahía Magdalena Baja California Sur a Bahía de Banderas Jalisco y desde Centroamérica hasta Puerto Pizarro, Perú. *L. gracilis* se localiza en la zona intermedia de la distribución de su ancestro, es decir, desde Bahía de Banderas Jalisco hasta las costas Centroamericanas. Encontrar un mecanismo que explique el origen de *L. gracilis* a partir de *L. stolifera* es el objetivo de este trabajo. La metodología utilizada consistió en el estudio de caracteres merísticos, morfométricos y osteológicos de adultos y juveniles de *L. stolifera* y *L. gracilis* provenientes de distintas localidades. Los datos merísticos y morfométricos muestran que los adultos de ambas especies presentan diferencias entre sí, sin embargo los adultos de *L. gracilis* y los juveniles de *L. stolifera* son muy similares. Los datos osteológicos por su parte han demostrado que en el estado adulto *L. gracilis* presenta varias de sus piezas poco osificadas del mismo modo que en los juveniles de *L. stolifera*. Estos resultados sugieren que *L. gracilis* se originó a partir de *L. stolifera* por un proceso de especiación por neotenia.

ABSTRACT: The genus *Lile* is constituted by three species: *L. piquitinga* in the Atlantic coast of America, and *L. stolifera* and *L. gracilis* in the Pacific coast of America. *L. stolifera* is considered the ancestor of the other two, and are distributed in two zones; from Bahia Magdalena Baja California Sur, México to Bahía de Banderas Jalisco, Mexico and from Centralamerica to Puerto Pizarro, Perú. *L. gracilis* is distributed in the intermediate zone, from Bahia de Banderas Jalisco to Centralamerica. The mechanism to explain the origin of *L. gracilis* is the purpose of this paper. A study of meristic, morphometric and osteological characteristics in adult and juvenile specimens of *L. stolifera* and *L. gracilis* collected from several localities was realized. The meristic and morphometric data showed that the adults of *L. gracilis* and the juveniles of *L. stolifera* were very similar, in difference to the adult of the two species in which significant differences exist. The osteological data had shown the existence of unossified characters in the adult *L. gracilis*, unossified, in the same many as in the juveniles of *L. stolifera*. The results suggest that *L. gracilis* has originated from *L. stolifera* through a speciation process of neoteny.

INTRODUCCION

El género *Lile* pertenece a la subfamilia Clupeinae de la familia Clupeidae en el se agrupan a las sardinias plateadas. De acuerdo con las consideraciones hechas por CASTRO-AGUIRRE y VIVERO 1989 este género está formado por tres especies, todas ellas de distribución en el continente Americano; *L. piquitinga* del Atlántico y *L. stolifera* y *L. gracilis* en el Pacífico.

Los resultados de los estudios anatómicos demuestran que de las tres especies antes mencionadas *L. stolifera* es la que presenta más caracteres plesiomórficos (tres epurales, dentición poco desarrollada en maxilares denta-

rios y basibranquiales, mayor número de escudetes óseos ventrales y mayor número de branquiespinas entre otros) por lo que puede ser considerada el ancestro de las otras dos. A partir de este hecho es necesario considerar cuales fueron los mecanismos por los cuales se originaron dichas especies.

El caso de *L. piquitinga* no entraña mayor dificultad pues su distribución en las costas del Atlántico Americano desde Venezuela a Brasil y las diferencias morfológicas con el ancestro nos llevan a pensar en que su origen es alopatrico y que las poblaciones quedaron separadas al formarse el actual itzmo Centroamericano y el Plioceno tardío, época en la que se inició la diferenciación morfo-

lógica.

Por su parte el origen de *L. gracilis* es mucho más difícil de establecer pues presenta dos particularidades: La primera de ellas es su gran parecido morfológico externo con su ancestro pues las diferencias entre ambas especies se reducen a la altura máxima, la longitud cefálica y las manchas oscuras en la aleta caudal que sirven como factores de reconocimiento poblacional (CASTRO-AGUIRRE y VIVERO, 1989). La otra peculiaridad es su distribución geográfica. Con anterioridad se había pensado que *L. stolifera* era la única especie que habitaba el Pacífico Americano pero el trabajo de CASTRO-AGUIRRE y VIVERO (1989) mostró que esta especie solo se distribuye en las zonas cercanas a los límites tropicales, es decir, desde Bahía de Banderas Jalisco a Bahía Magdalena Baja California Sur, en el Norte de México y desde Centroamérica hasta Puerto Pizarro, Perú, quedando distribuida *L. gracilis* en la zona intermedia, esto es desde Centroamérica hasta Bahía de Banderas Jalisco, México.

Las dos características antes mencionadas dificultan la labor de dar una explicación para el origen de esta especie. En el presente trabajo se pretende dar una hipótesis para explicar dicho origen.

METODOLOGIA

Para la comparación de *L. gracilis* y *L. stolifera*, fue necesario considerar datos de tipo merístico, morfométrico y osteológico.

Las variables merísticas y morfométricas fueron las siguientes: Longitud patrón, longitud cefálica, altura máxima, longitud predorsal, longitud preanal, longitud de las aletas pélvicas, longitud preorbital, longitud postorbital, número de escamas en una serie longitudinal, número de branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, número de escudetes óseos ventrales y número de radios en las aletas dorsal, anal y pélvicas.

Los datos antes mencionados fueron obtenidos de poblaciones de adultos y juveniles de ambas especies provenientes de distintas localidades, la madurez sexual fue determinada por medio de cortes histológicos teñidos por la técnica de Hematoxilina-Eosina. Las localidades de los ejemplares estudiados se muestra a continuación:

L. gracilis: 300 adultos de las Lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca México.
600 adultos de la Laguna de Tres Palos Guerrero, México.
175 juveniles de la Laguna de Tres Palos Guerrero, México.

8 adultos de Puerto Marquéz Guerrero, México.

110 adultos de Playa Azul Michoacán, México.

40 adultos de Ciudad Lazaro Cárdenas Michoacán, México.

L. stolifera: 25 adultos de la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México.

30 adultos del Río Presidio, Sonora, México.

10 juveniles del Río Presidio, Sonora, México.

50 adultos de Mazatlán Sinaloa, México.

60 juveniles de Mazatlán, Sinaloa, México

1 adulto de Atacamlo, Ecuador.

1 adulto de Puerto Pizarro, Perú.

Los datos morfométricos fueron promediados para las población de adultos y juveniles de cada especie, estos promedios se transformaron expresándose las medidas del cuerpo como número de veces en la longitud patrón y las de la cabeza como número de veces en la longitud cefálica, con ellos se elaboró una tabla en donde se muestra la variación máxima y mínima y el promedio de cada medida en adultos y juveniles de las dos especies, para su comparación (Tabla 1). En esta misma tabla, se muestran también los datos merísticos solo que considerando la moda de cada carácter y su variación mínima y máxima.

La estructura ósea fue estudiada en ejemplares transparentados con hidróxido de potasio y teñidos con azul de alciano y alizarina para distinguir cartilago y hueso, utilizando una modificación de la técnica de HOLLISTER (1934). Cada ejemplar fue estudiado completo y posteriormente sus piezas óseas desarticuladas comparando su posición, forma, número, tamaño, número de dientes o espinas, en caso de llevarlas y nivel de osificación. Estos caracteres osteológicos fueron estudiados en ejemplares de las siguientes localidades:

L. gracilis: 10 adultos y 10 juveniles de la Laguna de Tres Palos Guerrero, México.

10 adultos de Las Lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca, México.

L. stolifera: 10 adulto y 10 juveniles de Mazatlán, Sinaloa, México.

10 adultos de Río Presidio Sonora, México.

10 adultos de la Bahía de La Paz Baja California Sur, México.

Con los resultados obtenidos se elaboró una tabla en la que se muestran las principales diferencias osteológicas entre las dos especies (Tabla 2).

TABLA 1. CARACTERES MERISTICOS Y MORFOMETRICOS EN JUVENILES Y ADULTOS DE *L. stolicifera* y *L. gracilis*

	<i>L. gracilis</i>				<i>L. stolicifera</i>			
	Adultos		Juveniles		Adultos		Juveniles	
Longitud cefálica	4.4	4.6	4.8	4.5	3.8	3.9	4.1	4.4
Altura máxima	3.9	4.1	4.3	3.9	3.0	3.1	3.3	3.8
Longitud predorsal	2.1	2.2	2.3	2.1	2.0	2.2	2.2	2.1
Longitud preanal	1.2	1.3	1.4	1.0	1.3	1.35	1.4	1.1
Longitud de aletas pélvicas	7.4	7.8	8.0	7.5	6.8	6.95	7.1	7.0
Longitud preorbital	3.3	4.1	4.9	3.4	3.0	3.5	4.0	3.8
Longitud postorbital	1.9	2.15	2.4	1.8	2.0	2.3	2.6	1.8
Nº de escamas	34	35	36	34	34	36	36	34
Nº de Branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial	38	42	42	38	38	40	42	38
Escudetes ventrales	29	29	30	29	29	29	30	29
Radio dorsales	iii 15	iii 16	iii 16	iii 15	iii 15	iii 16	iii 16	iii 15
Radio anales	ii 15	ii 16	ii 17	ii 15	ii 15	ii 16	ii 17	ii 15
Radio pélvicos		8		8		8		8

Se muestran los caracteres como número de veces en la longitud patrón en caso de aquellos que son medidas del cuerpo y en número de veces en la longitud cefálica los correspondientes a la cabeza. El número del centro es la media aritmética y los de los extremos la variación mínima (izquierda) y máxima (derecha). El número del centro es la moda del carácter en la población y los otros la variación.

TABLA 2. CARACTERES OSTEOLOGICOS DIFERENCIALES EN ADULTOS Y JUVENILES DE *L. gracilis* y *L. stolifera*

	<i>L. gracilis</i>			<i>L. stolifera</i>		
	Adultos	Juveniles	Adultos	Juveniles	Adultos	Juveniles
DENTARIO	Sin dientes	Sin dientes	Con dientes caniniformes	Sin dientes		Sin dientes
CARTILAGO DE MECKEL	Presente	Presente	Ausente	Presente		Presente
ETMOIDES	Cartilaginoso	Cartilaginoso	Completamente osificado	Cartilaginoso		Cartilaginoso
ETMOIDES LATERALES	Cartilaginoso	Cartilaginoso	Completamente osificados	Cartilaginoso		Cartilaginoso
BASIBRANQUIAL I	Cartilaginoso	Cartilaginoso	Parcialmente osificado	Cartilaginoso		Cartilaginoso
HIPURAL I	Unido al centro pleural 2	Unido al centro pleural 2	Autónomo	Unido al centro pleural 2		Unido al centro pleural 2

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del estudio merístico y morfométrico (Tabla 1) muestran que existen diferencias entre los adultos de *L. stolifera* y los adultos de *L. gracilis* sobre todo en la altura máxima, longitud predorsal, longitud preanal y longitud cefálica, sin embargo entre los adultos de *L. gracilis* y los juveniles de *L. stolifera* estas diferencias no existen, aunque eventualmente la variación en algunos de los caracteres merísticos en poblaciones de *L. gracilis* las hace diferentes, concretamente, en algunas poblaciones de Michoacán y Guerrero hay menor número de branquiespinas y escamas en una serie longitudinal.

Los datos osteológicos por su parte muestran una gran similitud entre la mayoría de las piezas óseas de las dos especies, pero concretamente los etmoides laterales, basibranquial I y cuadrados en *L. gracilis* no están osificados en el estado adulto, mientras que en *L. stolifera* la osificación es completa al alcanzar dicho estado. Del mismo modo el Hipural I es completamente autónomo del resto de la estructura caudal en el estado adulto de *L. stolifera* pero está unido en *L. gracilis* en el estado adulto, del mismo modo que sucede en los estadios juveniles de *L. stolifera*.

En concreto en *L. gracilis* existen características propias de un juvenil de su ancestro *L. stolifera* a pesar de haber alcanzado la edad adulta y por tanto la madurez sexual y la capacidad reproductiva.

CONCLUSIONES

Los datos anteriormente discutidos pueden ser explicados mediante un fenómeno descrito por STANLEY (1981) y GOULD (1977) al que se conoce con el nombre de neotenia y que ha sido considerado como el retraso evolutivo del desarrollo de los rasgos corporales debido a una mutación en un gen regulador que provocó un cambio en la etapa de madurez sexual y la consecuente persistencia de caracteres propios del estadio juvenil.

Algunos datos ecológicos observados ayudan a realfirmar esta hipótesis; comúnmente *L. stolifera* en su estado adulto presente hábitos marinos demersales, pero tiene la tendencia de reproducirse en Bahías protegidas o en estuarios y lagunas costeras, sitios en los cuales muy buena parte de las poblaciones alcanzan el estado juvenil y migran al ambiente francamente marino. *L. gracilis* por su parte es un componente permanente del medio estuario-lagunar y no penetra al ambiente francamente marino (CASTRO-AGUIRRE et al., 1977), estos hábitos propios de *L. gracilis* pudieran explicarse también como un retraso

evolutivo, que en determinadas condiciones ecológicas la pusieron en ventaja y por ende la forma neoténica prevaleció en una zona muy característica. Esto explica la razón de la distribución discontinua de *L. stolifera* en el Pacífico Americano y da una posible causa de que *L. gracilis* ocupe la zona intermedia de dicha distribución.

Los factores ecológicos que han influido en que la forma neoténica permanezca en una zona particular (desde Bahía de Banderas Jalisco hasta Centroamérica) es posible que responda a las características de esta zona zoogeográfica, sin embargo esta explicación está sujeta a una investigación más profunda.

Aunado a este estudio zoogeográfico antes planteado, es también necesario el estudio de aspectos genéticos y bioquímicos para poder de este modo enfrentar la hipótesis planteada a nuevos datos que ayuden a dilucidar los mecanismos de divergencia de *L. gracilis* a partir de su ancestro *L. stolifera*.

AGRADECIMIENTOS

Queremos hacer patente nuestro agradecimiento a AURORA GONZALEZ PEDRAZA y GUADALUPE LOPEZ MAGALLON encargadas de la colección de fauna marina del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN por todas las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo, sobre todo en lo que respecta a préstamo de material biológico y equipo de laboratorio. También queremos agradecerles a J. L. CASTRO-AGUIRRE y a M. FAVILA-CASTILLO sus sugerencias respecto a la idea original.

REFERENCIAS

- CASTRO-AGUIRRE, J. L., M.J. PARRA-ALCOCER & F. DE LA CHICA-BONILLA. 1977. Los peces de las Lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca y sus relaciones con la temperatura y salinidad. *Mem. V. Congr. Nac. Oceanogr., Mex.* 148-161.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. & J.M. VIVERO. 1989. Existencia de una nueva especie del género *Lile* Jordan y Evermann (Teleostei: Clupeidae) en la costa Occidental del Pacífico Americano. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. IPN.* Vol. 33 (en prensa).
- GOULD, S.J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. Belknap Harvard Univ. Press.