

Oceanología

Dirección de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar

NO 5 VOLUMEN

SEP



SECT

CONTENIDO

Determinación de los tiempos de congelación para ancas de rana toro (<i>Rana castebeiana</i>), empleando un método de contacto indirecto <i>David Valdés Reyner</i>	7
Mecanización con líneas y redes de enmalle de los procesos de la pesca en las embarcaciones menores en la costa del banco de Campeche <i>José Rodrigo Santana Zetina</i>	40
Evaluación del crecimiento larval del camarón blanco (<i>Penaeus vannamei</i>) bajo dos regímenes de alimentación <i>Abraham B. Salazar Godoy, Víctor Gendrop F., Antonio Silva Loera.</i>	71
Análisis ecológico de los peces demersales en la plataforma continental de Alvarado, Veracruz, México <i>Jonathan Franco López Jonathan, Ma. Isabel Castro-González, Rafael Chávez López, Carlos Bedia Sánchez, José Luis SilencioBarrieta y Edgar Peláez Rodríguez</i>	89
Relaciones biométricas longitud-longitud del camarón café <i>Penaeus aztecus</i> (Decápoda: Penaeidae) <i>Facundo Rivera Becerril, Luis Montenegro Pérez</i>	101
Ciclo reproductivo y aspectos poblacionales de <i>Mugil Curema</i> (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) de la laguna costera Agua Dulce, Jalisco, México. <i>Gabriela Lucano Ramírez, José Emilio Michel-Morfin</i>	105
Dispositivo excluidor de tortugas marinas "FED-INP". <i>Andrés Bonilla Ibarra, Andrés Ramos Flores, Ma. Margarita Vergara de los Ríos</i>	117
Utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en el estado de Tabasco. <i>Luis López-Guerrero, Ma. Teresa Barreiro-Güemes</i>	125
Evaluación morfométrica de la población de <i>Artemia Franciscana</i> de Yavaros, Sonora <i>Jorge Castro Mejía, Aida Malpica Sánchez, Juana López Contreras, Germán Castro Mejía, Thalía Castro Barrera, Ramón de Lara A.</i>	143
Estudio citogenético de macroalgas marinas con posibilidades de explotación <i>Ma. Edith Ponce-Márquez, Angeles Aguilar Santamaría, Deni Rodríguez-Vargas, Alberto Sarmiento-Montiel</i>	155

ESTUDIO CITOGENÉTICO DE MACROALGAS MARINAS CON POSIBILIDADES DE EXPLOTACIÓN.

Ponce-Márquez,

Ma. Edith*,

Aguilar Santamaría M. Angeles*,

Rodríguez-Vargas, Deni**,

Sarmiento-Montiel, Alberto*

RESUMEN

El 72% de la superficie terrestre está cubierta por mares y océanos en los que habitan una gran diversidad de organismos marinos, tanto de origen vegetal como animal, los cuales poseen propiedades específicas que pueden ser utilizadas y aprovechadas por el hombre en forma racional. La vegetación marina es un ejemplo de lo anterior cuya importancia se manifiesta no sólo por su gran productividad sino por sus diversas alternativas de uso. Tal es el caso de las macroalgas marinas, que se han venido utilizando como fuente directa de alimento; en la producción de agar, carrageninas y alginatos; como materia prima de productos industriales; como fertilizantes, entre otros. Esto ha motivado que en los últimos 30 años se dé un incremento en el número de investigaciones sobre las algas marinas, no obstante, la mayoría de estos estudios se han realizado sobre taxonomía, distribución y ecología, existiendo muy pocos estudios sobre genética de las especies, lo que nos permitiría conocer aun más, la biología de las algas con probabilidades de explotación, tales el caso de las especies *Gelidium sclerophyllum* (W.R. Taylor) y *Anhelftiopsis gigantoides* (J. Agardh) cuya importancia radica en la producción de Agar y Carrageeninas respectivamente.

* Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. División CBS. Depto de Hidrobiología. Laboratorio de Fisiología y Laboratorio de Genética. Apdo. Postal 55-535. C.P. 09340, México D.F. ** Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias (mepm@xanum.uam.mx).

El objetivo del presente trabajo es determinar el número cromosómico de ambas especies que se distribuyen en las costas de Guerrero. El análisis cromosómico se realizó siguiendo las técnicas citogenéticas con acetoorceína y aplastamiento, obteniéndose los siguientes resultados: se determinó el número haploide de *Ahnfeltiopsis gigartinooides* el cual fue de $n=4$ y el número diploide de *Gelidium sclerophyllum*, que fue de $2n=4+1$ detectándose células tetraploides $4n$ lo que nos indica la presencia de una posible poliploidía en la especie. Es necesario e importante dar continuidad a los estudios genéticos de las algas para así poder aportar una mayor información en el uso y aprovechamiento del recurso ficológico en nuestro país.

Palabras claves: Citogenética, macroalgas, número cromosómico haploide y diploide.

INTRODUCCIÓN

México en su extenso litoral marino, cuenta con una gran diversidad y abundancia de macroalgas marinas, quienes carecen hasta el momento de estudios citogenéticos, ya que la mayoría de los estudios que se han realizado sobre las macroalgas han sido enfocados principalmente a la taxonomía, distribución y ecología. En la actualidad se requiere de conocer más a cerca de la biología de las especies, siendo así de suma importancia la realización de estudios citogenéticos, ya que a través del análisis de los cromosomas se puede obtener información que permita aclarar problemas taxonómicos y sistemáticos; asimismo, provee de criterios adicionales para distinguir relaciones estrechas entre especies, esto permite reconocer las diferencias, similitudes y variaciones de los ciclos de vida de diversos grupos algales, entre otros. Existe un gran número de especies de algas en las costas de Guerrero, que se pueden considerar como un recurso con posibilidades de explotación, como es el caso de las especies *Gelidium sclerophyllum* y *Ahnfeltiopsis gigartinooides*.

El género *Gelidium* es considerado una de las fuentes de agar de mayor importancia comercial, en el mundo (Macler y West, 1987), ya que los polisacáridos que de sus paredes se extraen, son de muy buena calidad y producen un agar muy fino; desafortunadamente el género es poco abundante y aunado a una sobreexplotación de las especies de importancia comercial así como la creciente necesidad del producto, ha estimulado la realización de estudios ficológicos sobre la posibilidad de cultivarlos en forma masiva.

La especie *Ahnfeltiopsis gigartinooides* pertenece a la familia Phyllophoraceae quien se caracteriza por producir carrageeninas, extracto mucilaginoso que se utiliza en la industria de la alimentación como agente

estabilizador o espesante, en la elaboración de cosméticos, como insecticidas pulverizantes y pinturas de agua, entre otros. Esta especie en particular presenta problemas de ubicación taxonómica ya que para algunos autores la especie *Ahnfeltiopsis gigartinooides*, se encuentra en sinonimia con la especie *Ahnfeltia gigartinooides*, sin embargo otros autores están considerando reubicar la especie en otra categoría, por poseer características morfológicas diferentes a las del género.

En este sentido, resulta fundamental el desarrollo de una línea de investigación sobre problemas citogenéticos que permita un conocimiento más profundo de la relación entre la variabilidad genética y la productividad de las especies, asimismo que nos proporcione los elementos necesarios para aclarar la problemática taxonómica de algunas especies.

ANTECEDENTES

Los primeros estudios sobre genética de algas fueron realizados en los años 40s principalmente en microalgas, posteriormente se realizaron en macroalgas. Los antecedentes actuales de algunos estudios sobre citogenética de algas marinas se muestra en la Tabla 1, en la que se evidencia la escasa información con que cuentan hasta el momento. Se ha trabajado el 5% de las especies de Rhodophyta (Cole, 1990), el 12% en las especies de Phaeophyta (Lewis, 1996) y aún se desconoce el porcentaje de especie trabajado en Chlorophyta (Kaprana, 1993).

Runess (1978) indica que la capacidad de variación estructural y reproductiva en algas marinas es mayor que en cualquier otro grupo de plantas; este grado de plasticidad tiene como resultado numerosas dificultades en los estudios taxonómicos, investigaciones ecológicas e interpretaciones de historia de vida, particularmente en los miembros de Florideophyceae, sin embargo también ocurre en los otros grupos algales. Esto trae como consecuencia la necesidad de realizar investigaciones de citogenética en la taxonomía experimental. La fertilización entre individuos de diferentes poblaciones nos permite aclarar problemas existentes de ubicaciones taxonómicas, a través de las modernas técnicas de hibridación celular y ADN (ácido desoxirribonucleico) como lo demuestran los estudios realizados por Edwards, (1970) quien realizó la cruce entre dos especies de algas rojas (*Polysiphonia*).

A través de las técnicas citogenéticas se han podido resolver algunos problemas sistemáticos, como la identificación de géneros y especies de la familia Gracilariaceae, por la gran similitud en os caracteres morfológicos que presentan (Fredericq y Hommersand, 1989b, 1990).

La genética a permitido conocer más cerca de la alternancia de fases en su historia de vida, así como el de elucidar una asociación estrecha que guardaba con especies del género *Bangia* y esto se ha determinado a través de estudios cariológicos (Krapraun *et al.* 1991).

Las investigaciones citogenéticas han dado a conocer el número de cromosomas del género *Codium*, así como una descripción detallada de la secuencia de división celular a pesar de presentar núcleos muy pequeños de 2-6 m a través de estudios cariológicos realizados por Krapraun y Martín (1987), así como la determinación del ácido desoxirribonucleico (ADN) nuclear utilizando las técnicas de microfluorimetría (Krapraun *et al.* 1988).

Las algas no han sido una excepción en la utilización de la genética para la obtención de mejores beneficios a través del mejoramiento de las especies de importancia comercial, como lo serían en la producción de agar, carrageninas, alginatos y fertilizantes entre otras cosas, por ejemplo los estudios realizados en especies de *Gracilaria tikvahiae* para mejorar las poblaciones en cultivo, por medio de la selección y propagación clonal (Neish y Shacklock 197; Doty, 197 Ryther *et al.* 197; Waalan, 1979) para obtener un genotipo óptimo o bien a través del uso de agentes mutagénicos en beneficio de la población (Patwary y van der Meer, 1982) y obtener mejores resultados en la producción del agar.

Kapraun (1993), menciona que a mediados del presente siglo, existían pocos fitólogos y en menor proporción los que se dedicaban a estudios sobre genética en algas, actualmente ha aumentado el interés de los investigadores sobre el conocimiento genético de las algas en el mundo, sin embargo, México carece de estudios genéticos y citogenéticos en las especies de algas marinas que se distribuyen a lo largo de su extenso litoral, es por ello que resulta de gran importancia continuar con este tipo de estudios, que resultan de gran interés para aquellas especies de importancia comercial que pueden ser o son explotadas en nuestro país.

TABLA 1. EN EL SIGUIENTE CUADRO SE INDICAN ALGUNAS DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE CITOGENÉTICA EN ALGAS MARINAS.

ESPECIE	LUGAR	AUTOR
CHLOROPHYTA		
<i>Ulva oxysperma</i>		Kapraun, 1989.
<i>Codium fragile</i>		
<i>Codium tomentosoides</i>	Carolina del Norte	Kapraun y Martín, 1987.
<i>Codium decorticatum</i>	E.U.	
<i>Codium isthmocladium</i>		

ESPECIE	LUGAR	AUTOR
CHLOROPHYTA		
<i>Codium decorticatum</i>	Atlántico Norte	Kapraun <i>et al.</i> 1988.
<i>Codium intertextum</i>		
<i>Codium taylori</i>	Bermudas E.U.	Kapraun y Brenden, 1988.
<i>Cladophoropsis membranacea</i>		
<i>Cladophoropsis sp.</i>	India	Chowdary y Singh, 1984.
<i>Valoniopsis sp.</i>	-	
<i>Briopsis hyphoides</i>	-	
<i>Briopsis pennata</i>	-	Kapraun y Shipley, 1990.
<i>Briopsis plumosa</i>	-	
<i>Cladophora sp.</i>	-	Wik-Sjostedt, 1970.
RHODOPHYTA		
<i>Gelidium latifolium</i>	Irlanda	Maggs y Rico, 1991.
<i>Gelidium pusillum</i>	Carolina del Norte E.U.A	Kapraun y Bailey, 1989.
<i>Gelidium pristoides</i>	-	
<i>Gelidium sesquipedale</i>	-	Carter, 1993.
<i>Gelidium vagum</i>	Japón	Dixon, 1954.
<i>Bangia sp.</i>	-	Kaneko, 1966
<i>Gracilaria foliifera</i>	-	Cole <i>et al.</i> 1983.
<i>Gracilaria sp.</i>	-	McLachlan <i>et al.</i> 1977.
<i>Gracilaria verucosa</i>	Francia	Godin, <i>et al.</i> 1993.
<i>Porphyra schizophylla</i>		
<i>Porphyra kanakaensis</i>		
<i>Porphyra perforata</i>		
<i>Porphyra brumalis</i>		
<i>Porphyra miniata</i>	E.U.A	Mumford y Cole, 1977.
<i>Porphyra pseudolanceolata</i>		
<i>Porphyra umbilicatis</i>		
<i>Porphyra lanceolata</i>		
<i>Porphyra umbilicatis</i>		
<i>Pporphyra carolinensis</i>	Atlántico Norte	Kapraun y Freshwater, 1987
<i>Porphyra rosengurttii</i>	y	
<i>Porphyra spiralis</i>	Mediterráneo	
<i>Porphyra amplifolia</i>	-	Kapraun <i>et al.</i> 1991.
<i>Porphyra sp.</i>	-	Dutcher, 1990.
<i>Gracilaria sp.</i>	-	
<i>Gracilariopsis sp.</i>	-	van der Meer y Todd, 1977
<i>Gracilariopsis sp.</i>	-	van der Meer, 1977.
<i>Gracilaria sp.</i>	-	

El objetivo del presente estudio fue la determinación del número cromosómico de las especies *Gelidium sclerophyllum* y *Ahnfeltiopsis gigartinoidea* que se encuentran presentes en el Pacífico Tropical Mexicano, ubicadas en la zona intermareal rocosa de Playa "Las Cuatas", Ixtapa, Zihuatanejo, Gro. (Fig. 1)

MATERIAL Y MÉTODO

Los ejemplares fueron colectados de forma manual en la zona intermareal, (Knudsen, 1966; Ortega, et al. 1993), desprendiendo con una espátula o cuchillo el alga desde la parte basal de su talo, esto es muy importante para no eliminar la zona de crecimiento que se requiere para los estudios citogenéticos, así como las estructuras reproductoras y los propágulos que presenten los organismos; los ejemplares se fijaron con etal - ácido acético glacial 3:1 (Austin, 1959), durante un período del 12 a 24 hs. para posteriormente cambiarse a etanol al 70%.

Para el análisis cromosómico se hicieron cortes de las zonas de crecimiento apical, generalmente procedente de ápices vegetativos y solo ocasionalmente en ápices de ramas tetrasporangiales, estos fragmentos se tñieron con orceína acto-clorídrica al 2% y se aplastaron para proceder a la observación microscópica. Se revisaron 20 mitosis de excelente calidad por talo, en un total de 10 individuos, se realizaron los conteos correspondientes y se obtuvieron los porcentajes para cada uno de los números cromosómicos encontrados. Las mitosis de mejor calidad fueron seleccionadas para ser fotografiadas y con ellas obtener el cariotipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis cromosómico de cada una de las especies se consiguió establecer el número cromosómico más frecuente en células meristemáticas apicales, en el caso de la especie *Gelidium sclerophyllum*, se pudo determinar el número cromosómico en células vegetativas del esporofito, siendo el número diploide $2n = 4+1$ y también se detectaron células tetraploides $4n$ lo que nos indica la presencia de posibles poliploidías en la especie, sin embargo estas células se presentaron en los individuos $2n$ tetraesporofito, por lo que se considera conveniente realizar un mayor número de pruebas para confirmar la poliploidía de la especie. La poliploidía es común en todo el reino vegetal y se le considera como un factor de evolución en las plantas (Jackson, 1976) aunque como nichols, (1980= menciona, la poliploidía es eucariontes no vasculares ha sido poco estudiada. Drew (1934, 1939 y 1943) detectó la presencia de poliploidía en ejemplares de Ceramiales, *Spermothamnion repens* y *Plumaria elegans*, reportando ejemplares haploides, diploides y tetraploides, colectados en diferentes épocas del año y con una amplia distribución. Los cromosomas de *Gelidium sclerophyllum* son genéticamente circularmente u ovalados y de tamaño pequeño, aproximadamente de 0.8 m de diámetro, no obstante se puede observar claramente dentro del

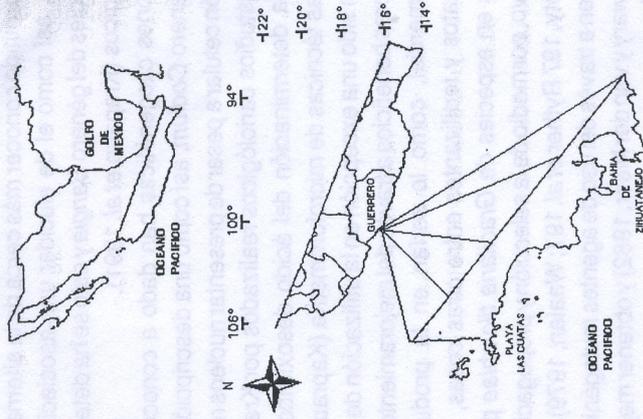


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

citoplasma; los datos cromosómicos obtenidos concuerdan con los reportados en la literatura para algunas especies de *Gelidium* donde comúnmente se expresan en intervalos numéricos como es el caso de *Gelidium sclerophyllum*. Carter (1993) menciona que el número cromosómico reportado para ciertas especies del género, varía enormemente. Dixon (1954) reporta para *G. latifolium* (Grev.) Born. et Thur. y *G. corneum* (Hudson) Lamour de las islas Británicas un valor de $n = 4.5$ y $2n = 9-10$ y más recientemente Maggs y Rico (1991) determinaron el número cromosómico para *G. latifolium* var. *luxurians*, observando un valor de $n = 29$ y $2n = 58$ en Irlanda. Se podría pensar que las diferencias que existen en el número cromosómico de las especies *G. latifolium*, *G. corneum* y *G. sclerophyllum* es el resultado de una euploidía como ventaja biológica del género (Carter, 1993).

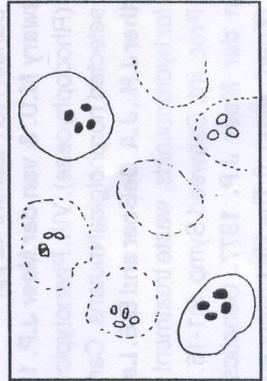
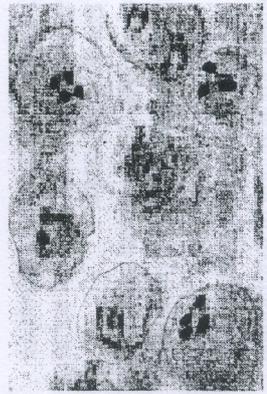
El número cromosómico de la especie *Ahnfeltiopsis gigantimoides* se determinó en el tejido meristemático en los ápices de células vegetativas del talo gametofítico, en donde se presentaron numerosas mitosis. Los núcleos mitóticos tienen un diámetro de aproximadamente 2.5μ . Los cromosomas fueron claramente visibles en algunas de las células, estimándose el número haploide de $n = 4$. Los cromosomas tienen formas generalmente ovaladas,

sin embargo, los más pequeños tienden a ser circulares. Los talos gametofíticos y esporifíticos de la especie son morfológicamente distintos, el talo esporifítico es de tipo costroso, hasta el momento solo se ha podido determinar el número cromosómico en el talo gametofito de la especie, por lo que se está considerando la realización del estudio en el talo esporifítico para poder confirmar el valor haploide y determinar el valor diploide de la especie.

Se dice que a través del análisis comparativo del tamaño y forma de los cromosomas se pueden realizar comparaciones entre especies, por medio de la elaboración de diagramas o mapas cariotípicos comparativos con la ayuda de la fotografía (Austin, 1969; Yabu, 1969). Cole, (1983) menciona que el tamaño relativo de los cromosomas dentro de la apariencia complementaria permanece constante durante la profase en el proceso de contracción, siendo esta una medida absoluta como dato aceptable para la comparación intra e interespecífica.

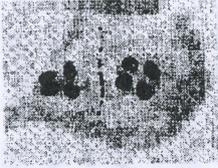
Los resultados obtenidos por *Ahnfeltiopsis gigartinoïdes* coinciden con los datos reportados para la especie *Ahnfeltia plicata* cuyo número haploide es de $n=4,8$ (Gregory, 1930), esto en un momento dado nos permitiría relacionar a la especie *Ahnfeltiopsis gigartinoïdes* con especies del género *Ahnfeltia*, confirmando la sinonimia que para algunos autores tiene con *Ahnfeltia gigartinoïdes*, sin embargo esto no es suficiente, se requiere de determinar el cariotipo de todas las especies que conforman al género, para así poder realizar un análisis comparativo y poder aportar mayor información que permita darle a nuestra especie una ubicación taxonómica real.

En el caso de las poblaciones mexicanas de especies algales carecen de estudios citogenéticos, por lo que se torna necesario realizar un mayor número de investigaciones para poder así poder aportar una mayor información en el uso y aprovechamiento del recurso fitológico en nuestro país.



GELIDIUM SCLEROPHYLLUM

FIGURA 2. CROMOSOMAS DE LA ESPECIE GELIDIUM SCLEROPHYLLUM



AHNFELTIOPSIS GIGARTINOÏDES

BIBLIOGRAFÍA

- Austin, A.P. 1959.** Iron-alum aceto-carmin staining for chromosomes and other anatomical features of Rhodophyceae. *Stain. Technol.* 34: 69-75.
- Carter, A.R., 1993.** Chromosome observations relating to bispore production in *Gelidium prisoïdes* (Gelidiales, Rhodophyta). *Bot. Mar.* 36: 253-256.
- Chowdhary, Y.B.K. and S. Singh 1984.** Karyological studies on *Valoniopsis Boergs*, and *Cladophoropsis Boergs*. from Indian coast. *Phykos* 23: 178-184.
- Cole, K.M., B.J. Hymes and R.G. Sheath. 1983.** Karyotypes and reproductive seasonality of the genus *Bangia* (Rhodophyta) in British Columbia, Canadá, *J. Phycol.* 19: 136-145.
- Cole, K.M. 1990.** Chromosomes. In: *Biology of the Red algae.* (ed. by Cole, K.M. and R.G. Sheath) cap. 4: 73 - 102. Cambridge University Press.
- Dixon, P.S. 1954.** Nuclear observations of two British species of *Gelidium*. *Br. Phycol. Bull.* 1:4
- Doty, M. S. 1979.** Status of marine agronomy with special reference to the tropics. *Proc. int. Seaweed Symp.* 9:35-58.
- Dutcher, J.A. 1990.** A cytogenetic investigation of the marine red algae *Gracilaria* and *Gracilariaopsis*. Uppubbl. M.S. Thesis University of North Carolina at Wilmington 100 pp.
- Drew, K.M. 1934.** Contributions to the cytology of *Spermothamnion turnei* (Mert.) Aresch. I. The diploid generation. *Ann. Bot.* 48:549-73
- Drew, K.M. 1939.** An investigation of *Plumaria elegans* (Bonnem) Schmitz with special reference to triploid plants bearing parasporangia. *Ann. Bot. N.S.* 3:347-67
- Drew, K.M. 1943.** Contribution to the cytology of *Spermothamnion turnei* (Mert.) Aresch. II. The haploid and triploid generations. *Ann. Bot. N.S.* 7:209-34
- Edwards, P. 1970.** Attempted hybridization in the red algal genus *Polysiphonia*. *Nature.* 226:467-468.

- Fredericq, S., Hommersand M.H. 1989a.** Proposal of the reproductive development of *Gracilaria verrucosa*. *Journal of Phycology* 25:213-227.
- Fredericq, S. & Hommersand M.H. 1989b.** Comparative morphology and taxonomic status of *Gracilariopsis* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*). *Journal of Phycology* 25:228-241.
- Fredericq, S. & Hommersand M.H. 1990.** Diagnoses and key to the genera of the *Gracilareaceae* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*). *Hydrobiologia* 204 I 205: 173-178.
- Godin, J., Destombe C. and Maggs C.A. 1993.** Unusual chromosome number of *Gracilaria verrucosa* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) in the Cape Gris-Nez are, Northern France. *Phycol.* 32 (4): 291-294.
- Jackson, R.C. 1976.** Evolution and systematic significance of polyploidy. *Annu. Rev. Ecol. System.* 7: 209-34
- Kaneko, T. 1966.** Morphological and developmental studies of *Gelidiales*. I Behavior of the nucleus in early stages of tetraspore germination in *Gelidium vagum* Okamura. *Bull. Jap. Soc. Phycol* 14:62-70.
- Kapraun, D.F. and J.C. Bailey. 1989.** Karyology and nuclear DNA content of *Gelidium pusillum* (*Gelidiales*, *Rhodophyta*) from North Carolina, USA. *Jpn. j. Phycol.* (Sorui) 37: 201-207.
- Kapraun, D.F. 1989.** Kariological investigations of chromosomoe variation patterns associated with speciation in some *Rhodophyta*. In: *Coastal Oceanography: North Carolina Model.* ed. E. Y. R. George, in Press. Chapel Hill: university of North Carolina Press.
- Kapraun, D.F. 1993.** Karyology of marine green algae. *Phycologia* 32: (1), 1-21.
- Kapraun, D.F. and J.C. Bailey. 1989.** Karyology and nuclear DNA content of *Gelidium pusillum* (*Gelidiales*, *Rhodophyta*) from North Carolina, USA. *Jpn. J. Phycol.* (Sorui) 37:201-207.
- Kapraun, D.F. and J.A. Brenden. 1988.** Kariology studies of *Cladophoropsis* (*Siphonocladales*, *Chorophyta*) from Bermuda. *Bot. Mar* 31:515-520.
- Kapraun, D.F. & D.W. Freshwater 1987.** Kariological studies of five species of *Porphyra* (*Bangiales*, *Rhodophyta*) from the North Atlantic and Mediterranean. *Phycologia* 26:82-87
- Kapraun, D.F., Hindson T.K. & Lemus A.J. 1991.** Karyology and cytophotometric estimation of inter and intraspecific nuclear DNA variation in four species of *Porphyra* (*Rhodophyta*). *Phycologia* 30: 458-466.
- Kapraun, D.F., Martin D.J. 1987.** Kariological studies of three species of *Codium* (*Codiales*, *Chlorophyta*) from coastal North Carolina. *Phycologia* 26: 228-234.
- Kapraun, D.F. & Shipley M.J. 1990.** Karyology and nuclear DNA quantification in *Bryopsis* (*Codiales*, *Chlorophyta*) from North Carolina USA. *Phycologia* 29: 443-453.
- Kapraun, D.F., Gargiulo G.M. & Tripodi G. 1988** Nuclear DNA and Karyology variation in species of *Codium* (*Codiales*, *Chlorophyta*) from the North Atlantic. *Phycologia* 27: 273-282.
- Knudsen, J.W. 1966.** Biological techniques. Harper e Row Publishers. New York 26-37.
- Lewis, R.J. 1966.** Chromosomes of the brown algae. *Phycologia* 35 (1): 19-40.
- MacIer, B.A. and West, J.A. 1997.** Life history and physiology of the red alga, *Gelidium coulteri*, in unialgal culture. *Aquaculture* 61: 281-293.
- Maggs, C.A. & J.M. Rico 1991.** A karyological demonstration of meiosis in *Gelidium latifolium* (*Gelidiaceae*, *Rhodophyta*) from Ireland. *Phycologia* 30: 487-494.
- McLachlan, J., van der Meer, J. P. and Bird, N.L. 1977.** Chromosome numbers of *Gracilaria folifera* and *Gracilaria* sp. (*Rhodophyta*) and attempted hybridization. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 57: 1137-1141.
- Mumford Jr., T.F. & Cole K. 1977.** Chromosome numbers for fifteen species in the genus *Porphyra* (*Bangiales*, *Rhodophyta*) from the west coast of North America. *Phycologia* 16: 373-373.
- Neish, A.C. and P.F. Shacklock. 1971.** Greenhouse experiments (1971) on the propagation of strain T4 of *Irisch Moss*. *Tech. Rep No.* 14 Atlantic Regional Laboratory National Research Council of Canadá, Halifax, N.S.
- Nichols, H.W. 1980.** Polyploidy in Algae. In: *Polyploidy: Biological Relevance*, de. W.H. Lewis, pp. 151-61. New York: Plenum.
- Ortega M.M., J.L. Godínez y M.M. Ruvalcaba 1993.** Una clave de campo de las algas pardas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. AGT Editors 42 pp.
- Patwary M.U. & van der Meer J.P. 1982.** Genetics of *Gracilaria tikvahiae* (*Rhodophyceae*). VIII. Phenotypic and genetic characterization of some selected morphological mutants. *Can. J. Bot* 60: 2556-2564.
- Ryther J.H., J.A. DeBoer and B.E. LaPointe. 1979.** Cultivation of seaweed for hydrocolloids, waste treatment and biomass for energy conversions. *Proc. int. Seaweed Symp.* 9:1-16.
- van der Meer J.P. 1977.** Genetics of *Gracilaria* sp. (*Rhodophyceae*, *Gigartinales*). II The life history and genetic implications of cytokinesic failure during tetraspore formation. *Phycologia* 16:367-371.

- van der Meer J.P. & E.R. Todd. 1977.** Genetics of *Gracilaria* sp. (Rhodophyceae, Gigartinales). VI. Mitotic recombination and its relationship to mife phases in the life history. *Can. J. Bot* 55: 2810-2817.
- Waaland J.R. 1979.** Growth and strain selection in *Gigartina exasperata* (Florideiphyceae). *Proc. int. Seaweed Symp.* 9:-241.248.
- Wik-Sjostedt, A. 1970.** Cytogenetic investigations in *Cladophora*. *Hereditas* 66: 233-262.