

CONTENIDOS DE CARBONO Y NITROGENO EN ZOOPLANKTON Y
PASTO MARINO (*Zostera marina*) DE BAHIA
SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA.

CARBON AND NITROGEN CONTENT OF ZOOPLANKTON AND EELGRASS
(*Zostera marina*) FROM SAN QUINTIN BAY, BAJA CALIFORNIA.

por/by

Blanca Claudia Farfán
y
Saúl Alvarez Borrego
Departamento de Oceanografía
Centro de Investigación Científica y
de Educación Superior de Ensenada, B.C.
Espinoza No. 843
Ensenada, Baja California, México.

RESUMEN

Se hicieron determinaciones de peso seco, peso orgánico seco, carbón y nitrógeno total en el zooplancton (0.46-1 mm) y pastos flotantes de la Bahía de San Quintín, B.C., México, para el verano. En base al peso seco, los porcentajes promedios del peso orgánico seco, carbón y nitrógeno total del zooplancton fueron: 90.6, 36.7 y 10.3 respectivamente. Estas relaciones porcentuales en *Zostera marina* fueron: 61.6, 21.4 y 1.2 respectivamente. En promedio, la razón C/N en el zooplancton fué 3.6 y en el pasto 20.2. Los contenidos de carbono y nitrógeno del zooplancton presentaron un alto coeficiente de correlación lineal. 0.93 al 99.99% de nivel de confianza. Este coeficiente fué bajo en el pasto marino, 0.64, posiblemente debido a la diferente composición de edades y grados de descomposición de las hojas analizadas.

ABSTRACT

Dry total weight, dry organic weight, total carbon and nitrogen were determined on zooplankton (0.46-1 mm) and floating seagrass from San Quintín Bay, Baja California, Mexico, during Summer. Average percentages of dry organic weight, total carbon and nitrogen on dry weight basis in zooplankton were: 90.6, 36.7 and 10.3 respectively. These percent relationships in *Zostera marina* were 61.6, 21.4 and 1.2 respectively. The average C/N ratio in zooplankton was 3.6 and 20.2 in eel-

CARBONO Y NITROGENO EN ZOOPLANCTON Y PASTO MARINO

grass. Carbon and nitrogen content in zooplankton had a high linear correlation coefficient, 0.93 at 99.99% confidence level. This coefficient was low for eelgrass, 0.64, possibly due to the different age class composition and degrees of decay of the leaf material analyzed.

INTRODUCCION

Para tener una comprensión adecuada del flujo de materiales entre los diferentes componentes de un ecosistema de laguna costera, es necesario conocer la composición química elemental de los diferentes tipos de organismos presentes. No existían datos publicados sobre los contenidos de carbono y nitrógeno en el pasto *Zostera marina* ni del zooplancton de las lagunas costeras de Baja California. El objetivo de este trabajo fué estudiar la materia orgánica seca y los contenidos de carbono y nitrógeno de hojas a la deriva de *Zostera marina* y zooplancton (0.46-1 mm) de la Bahía de San Quintín, una laguna costera del noroeste de Baja California. En base al peso seco, nuestros resultados muestran que los contenidos promedios del carbono y nitrógeno del zooplancton en verano fueron 36.7 y 10.3% respectivamente, y los de *Zostera marina* fueron 21.4 y 1.2%.

INTRODUCTION

To have a proper understanding of the flux of materials between different components in a coastal lagoon ecosystem, a knowledge of the elemental chemical composition of the different types of organisms is necessary. There are no data reported in the literature on the carbon and nitrogen contents in the eelgrass *Zostera marina* and zooplankton from coastal lagoons of Baja California. The objective of this work is to study the dry organic matter, carbon and nitrogen contents of floating leaves of *Zostera marina* and zooplankton (0.46-1 mm) from San Quintín Bay, a coastal lagoon of northwest Baja California. The average carbon and nitrogen content of zooplankton, during Summer on dry weight basis, were 36.7 and 10.3% respectively; and those of *Zostera marina* were 21.4 and 1.2%.

METODOS

El muestreo se llevó a cabo en la boca de Bahía San Quintín del 25 de junio al 5 de julio de 1979 (Fig.1). Durante este período, se colectaron 83 muestras de zooplancton y 153 de pastos marinos flotantes. Las muestras de zooplancton se colectaron con una red cónica standard para plánton (465 μ de apertura y 0.5 m de diámetro) en un arrastre sub-superficial de 5 minutos. La red estaba equipada con un flujómetro T.S.K. Las muestras se preservaron en formalina neutra al 5%.

FARFAN-ALVAREZ

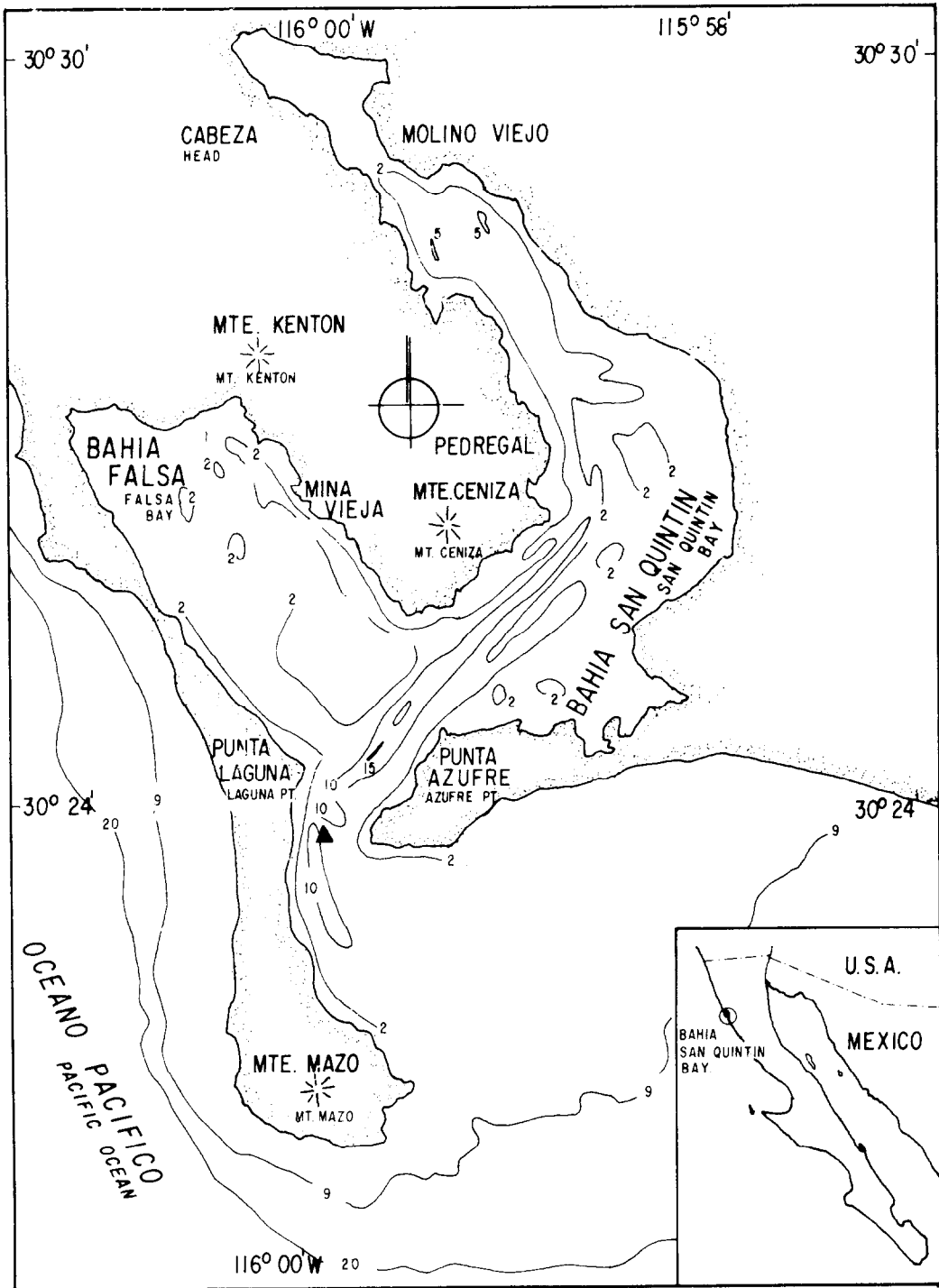


Fig. 1 Localización del muestreo ▲
 Sampling location ▲

CARBON AND NITROGEN IN ZOOPLANKTON AND EELGRASS

Debido a la hidrólisis de lípidos y a otras alteraciones en la composición química del zooplancton preservado en formol (Morris, 1972), los valores aquí reportados pueden estar ligeramente subestimados. El pasto marino flotante se colectó en un arrastre horizontal de 10 m. La red utilizada medía 30x30 cm y tenía una luz de 1 mm. Las muestras se congelaron para su posterior análisis.

Las muestras de pasto marino flotante y zooplancton se enjuagaron brevemente con agua destilada y se secaron a 60°C hasta obtener peso constante. Antes de secarse, se removieron los zooplanctones mayores de 1 mm y material no planctónico. Las muestras secas se pulverizaron con mortero. De cada muestra se pesaron y analizaron dos alícuotas: una para peso orgánico seco por diferencias gravimétricas después de incinerar las muestras a 500°C; y la otra para contenido de carbono y nitrógeno en un analizador CHN, Hewlett-Packard modelo 185 B. Se aplicó el método de regresión lineal simple a los datos.

METHODS

Sampling was carried out at the mouth of San Quintin Bay from 25 June to 5 July of 1979 (Fig. 1). During this period, 83 zooplankton and 153 floating seagrass samples were collected. Zooplankton samples were taken using a standard conical plankton net (464 μ mesh aperture and 0.5 m in diameter) in a 5 minute near-surface tow. The plankton net was equipped with a T.S.K. flow-meter. Samples were preserved in a 5% neutral formalin solution. Due to lipid hydrolysis and to other alterations in the chemical composition of preserved zooplankton in formol (Morris, 1972), the values reported herein might be slightly underestimated. Floating seagrass was collected in a 10 m horizontal haul. The squared net used measured 30x30 cm and had 1 mm mesh opening. Samples were frozen for later analysis.

Floating seagrass and zooplankton samples were briefly rinsed with distilled water and dried at 60°C to constant weight. Before drying, zooplankters larger than 1 mm and non planktonic material were removed. The dried samples were ground to a powder with a mortar and pestle. Two pre-weighted aliquots were analyzed: one for dry organic weight by gravimetric difference after incineration at 500°C; and the other for carbon and nitrogen contents, in a Hewlett-Packard CHN analyzer, model 185 B. Simple linear regression was applied to the data.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base al peso seco, los porcentajes promedios de carbono y nitrógeno total en 10 alícuotas de una muestra pulverizada de zooplancton fueron 33.1 y 11.0 respectivamente. Sus desviaciones estandard fueron 1.83 y 0.09 respectivamente. El

promedio de 10 determinaciones en una muestra pulverizada de pastos flotantes fue 15.4 de carbono y 0.8 de nitrógeno. Sus desviaciones estándar fueron 0.85 y 0.01 respectivamente. La precisión de nuestras determinaciones de carbono y nitrógeno, se comparan favorablemente a los métodos de oxidación por persulfatos y Kjeldahl, respectivamente (Morrison et al, 1968; Sharp, 1973).

A "grosso modo", los copépodos Calanoideos representaron más del 80% de la biomasa del zooplancton. Los rangos en la composición química elemental del zooplancton (Tabla I) pueden resultar principalmente de la presencia de algunas formas holoplanctónicas y meroplanctónicas tales como anfípodos, decápodos y zoeas de brachiuros y Paguridae. Solía aceptarse que el promedio de carbono en el zooplancton era 60% del peso seco (Cushing et al, 1958). Omori (1969) encontró que tal cifra era adecuada sólo para especies subárticas, y que en otras regiones el promedio podría considerarse entre 35 y 45%. El contenido promedio de carbón encontrado en este estudio 36.7%, estuvo dentro de esos valores. La razón C/N del zooplancton fue comparable a los reportados para crustáceos (Beers, 1966; Omori, 1969). Se encontró un alto coeficiente de correlación lineal entre el contenido de carbono y nitrógeno en el zooplancton (Tabla II). Esto explica la pequeña variación de la razón C/N en comparación a las variaciones de los valores absolutos del carbono y del nitrógeno. El peso orgánico seco del zooplancton también presentó un alto coeficiente de correlación con el peso seco.

Los relativamente pocos datos disponibles en la composición química de *Zostera marina* provienen mayormente de lechos estudiados en la costa americana del Atlántico Norte. Harrison y Mann (1973) han encontrado que las hojas muertas de *Zostera marina* varía de 62 hasta 73% en su contenido de materia orgánica, 26.5 a 31.8% en carbono y 1.0 a 1.7% en nitrógeno (todos ellos en base al peso seco). En este trabajo los rangos fueron mayores: 51 a 73% de materia orgánica seca, 12.6 a 35.5% de carbono (Tabla I). Posiblemente los rangos mayores resultaron de la abundancia variable de epífitas, tales como bryozoarios y algas rojas calcáreas sobre las hojas a la deriva. Harrison y Mann (1973) observaron baja abundancia de epibiontes en sus muestras. Los coeficientes de correlación lineal bajos encontrados en las relaciones de nitrógeno, comparados a los de materia orgánica seca y carbono (Tabla II), estuvieron posiblemente relacionados con la diferente composición de edades y grados de descomposición de las hojas analizadas. En las hojas viejas, la materia orgánica seca y el carbono disminuyen ligeramente, el nitrógeno sufre cambios mayores (Harrison y Mann, 1973). Cuando las hojas mueren o son arrancadas, la lixiviación causa una posterior pérdida de material orgánico. En este

CARBONO Y NITROGENO EN ZOOPLANCTON Y PASTO MARINO

ZOOPLANCTON	MEDIA \bar{X}	DESVIACION ESTANDAR	RANGO	No.
PESO ORGANICO SECO (POS)	90.5	3.99	76.38 - 95.22	39
CARBON (C)	36.7	4.72	10.33 - 47.85	83
NITROGENO (N)	10.3	1.64	2.23 - 13.36	83
RAZON C/N	3.6	0.49	2.00 - 5.32	83
<i>Zostera marina</i>				
PESO ORGANICO SECO (POS)	61.5	5.46	51.51 - 72.80	84
CARBON (C)	21.4	3.95	12.60 - 35.51	153
NITROGENO (N)	1.1	0.38	0.49 - 3.06	153
RAZON C/N	20.2	7.12	9.49 - 39.57	153

Tabla I Estadística de las varias propiedades químicas medidas en el zooplancton y *Zostera marina*.

Statistics of the various chemical properties measured on zooplankton and eelgrass. POS= Dry organic weight; C= Carbon content; N= Nitrogen content.

Ecuación de regresión $y = mx + b$		r^2	No.	p
Zooplancton	POS = 0.902 (PS) + (0.0543)	0.987	39	0.01
	C = 0.323 (PS) + (61.81)	0.840	83	0.01
	N = 0.1093 (PS) + (-8.78)	0.821	83	0.01
	N = 0.331 (C) + (-25.1)	0.933	83	0.01
<i>Zostera marina</i>	POS = 0.602 (PS) + (0.0170)	0.977	84	0.01
	C = 0.182 (PS) + (67.8)	0.862	153	0.01
	N = 0.0156 (PS) + (-8.41)	0.675	153	0.01
	N = 0.0684 (C) + (-5.82)	0.636	153	0.01

Tabla II Regresiones lineales de las varias propiedades químicas medidas en el zooplancton y pastos marinos a la deriva. POS= Peso orgánico seco; PS= Peso seco total; C= carbono; N= Nitrógeno.

Linear regressions of the various chemical properties measured in zooplankton and floating eelgrass. POS= Dry organic weight; PS= Dry total weight; C= Carbon content; N= Nitrogen content.

proceso, las pérdidas de nitrógeno son mayores que las de carbono (Harrison y Mann, 1975). La razón promedio de C/N fué similar a la encontrada por Gorsline y Stewart (1962) en los sedimentos asociados con las áreas de pastos en la Bahía de San Quintín.

RESULTS AND DISCUSSION

The average carbon and nitrogen percentages on dry weight basis, of ten aliquotes from a pulverized zooplankton sample were 33.1 and 11.0 respectively. Their standard deviations were 1.83 and 0.09 respectively. The averages from ten determinations in a pulverized floating seagrass sample were 15.4 of carbon and 0.8 nitrogen. Their standard deviations were 0.85 and 0.01 respectively. The precision of our determinations compared favorable to the persulfate and Kjeldahl methods (Morrison et al, 1968; Sharp, 1973).

Roughly, Calanoidea copepods represented more than 80% of the zooplankton biomass. The ranges in the elemental chemical composition of zooplankton (Table I) could be the result of the variable presence of a few holoplanktonic and meroplanktonic forms such as Amphipoda, Decapoda, Brachiura and Paguridae zoea. It was generally accepted that the average carbon content amounts to 60% of the zooplankton dry weight (Cushing et al, 1958). Omori (1969) found that this value was only acceptable for subarctic species, and that in other regions the average may be considered to lie between 35 and 45%. The average carbon content found in this study 36.7%, was within these values. The zooplankton C/N ratios were comparable to those reported for crustaceans (Beers, 1966; Omori, 1969). We found a high linear correlation coefficient for zooplankton carbon and nitrogen content (Table II). This explains the smaller variations of the C/N ratio compared to the variation of carbon and nitrogen absolute values. Zooplankton dry organic weight also had a high correlation coefficient with dry weight.

The relatively few data available on eelgrass (*Zostera marina*) chemical composition is mostly from beds studied in the North Atlantic coast of America. Harrison and Mann (1973) have found that dead leaves of eelgrass range from 62 to 77% organic matter, 26.5 to 31.8% carbon and 1.0 to 1.7 nitrogen (all in dry weight basis). In this study, the ranges were wider: 51 to 73% organic matter, 12.6 to 35.5% organic carbon and 0.49 to 3.06 organic nitrogen (Table I). The wider ranges possibly resulted from the variable abundance of epiphytic bryozoans and calcareous red algae on the floating leaves. Harrison and Mann (1973) observed low abundance of epibiontes on their samples. The lower correlation coefficients of the nitrogen relationships, compared to those of organic matter and carbon contents (Table II), were possibly related to the di-

CARBON AND NITROGEN IN ZOOPLANKTON AND EELGRASS

fferent age class compositions and degree of decay of the leaf material analyzed. Dry organic matter and carbon decrease somewhat in scensening leaves, it is nitrogen, however, that changes the most (Harrison and Mann, 1973). At the time of leaf-fall or when they are torn off, leaching causes further loss of organics. In this process, nitrogen losses are greater than carbon losses (Harrison and Mann, 1973). The mean C/N ratio was similar to that found by Gorsline and Stewart (1962) in sediments of San Quintin Bay associated with grass flats areas.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. E.H. Renger del Grupo de Investigaciones de Cadenas Alimenticias del Instituto Scripps de Oceanografía por permitirnos usar e instruirnos en el manejo del analizador elemental para el exámen de carbono y nitrógeno de las muestras.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Mr. E.H. Renger from the Food Chain Research Group of Scripps Institute of Oceanography, for allowing us the use and training in the operation of the elemental analyzer for the carbon and nitrogen determinations

BIBLIOGRAFIA/BIBLIOGRAPHY

- BEERS, J.T., 1966. Studies on the chemical composition of the major zooplankton groups in the Sargasso Sea off Bermuda. *Limnol. Oceanogr.*, 11:520-528.
- CUSHING, D.H., G.F. Humphrey, K. Banse and T. Laevastu, 1958. Report on the Committee on Terms and Equivalent. *Rapp. P. v. Réun. Cons. perm. Int. Explor. Mer.*, 144:15-16.
- GORSLINE, D.F. and R.A. Stewart, 1962. Benthic marine exploration of Bahia de San Quintin, B.C. 1960-1961. *Pacific Nat.*, 2:254-280.
- HARRISON, P.G. and K.H. Mann, 1975. Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera marina*) on the Atlantic Coast of Canada. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 32:615-621.
- HARRISON, P.G. and K.H. Mann, 1975. Detritus formation from eelgrass (*Zostera marina*). The relative effects of fragmentation, leaching and decay. *Limnol. Oceanogr.*, 20:924-934.

FARFAN-ALVAREZ

- MORRISON, G.F., R.B. Carson, D.S. Shearer and W.T Jopkiewicz, 1968. Comparison of the Automatic Dumas (Coleman model 29A Nitrogen Analyzer II) with Kjeldahl methods for the determination of total nitrogen in agricultural materials. J. Assoc. Off Anal. Chem., 51:216-219.
- MORRIS, R.J., 1972. The preservation of some oceanic animals for lipid analysis. J. Fish. Res. Bd. Canada 29:1303-1307.
- OMORI, M., 1969. Weight and chemical composition of some important oceanic zooplankton in the North Pacific Ocean. Mar. Biol. 3:4-10.
- SHARP, J.M., 1973. Total organic carbon in seawater. Comparison of measurements using persulfate oxidation and high temperature combustion. Mar. Chem. 1:221-229.