UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD MATEMATICAS Y
CIENCIAS NATURALES
VALPARAISO

INSTRUMENTACION PARA EL ANALISIS DE MUESTRAS DE ZOOPLANCTON

SONIA E. CALBUCHEO ROJAS

DIRECTOR DE TESIS:
CARLOS MELO U.

M
43i
977

SEMINARIO DE TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE
TECNICO DE LABORATORIO
-1977-

morc 51642

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE MATEMATICAS Y

CIENCIAS NATURALES

VALPARAISO

M
C143i
1977

INSTRUMENTACION PARA EL ANALISIS DE MUESTRAS DE ZOOPLANCTON

SONIA ELIZABETH CALBUCHEO ROJAS

INSTITUTO DE OCEANOLOGIA
BIBLIOTECA
3862
Universidad de Valparaíso

DIRECTOR DE TESIS

CARLOS MELO

SEMINARIO TESIS PARA OPTAR AL

TITULO DE TECNICO DE LABORATORIO

1977

4.309 /Don. /4.83
3862

ZOOPLANCTON / MUESTREO / KRILL /

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al profesor-guía de este Seminario-Tesis, señor Carlos Melo , por su valiosa ayuda que contribuyó a hacer posible la realización de este trabajo.

A la señora Nora Aguirre C. por la supervisión que me brindó en la confección de esquemas y dibujos.

A la señora María Cristina Simpson por su valiosa ayuda en los Análisis Estadísticos.

Agradezco sinceramente a todas aquellas personas que material o moralmente me brindaron su ayuda y me alentaron a seguir adelante .

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

Mis mas sinceros agradecimientos al profesor-guía de este Seminario-Tesis, señor Carlos Melo , por su valiosa ayuda que contribuyó a hacer posible la realización de este trabajo.

A la señora Nora Aguirre C. por la supervisión que me brindó en la confección de esquemas y dibujos.

A la señora María Cristina Simpson por su valiosa ayuda en los Análisis Estadísticos.

Agradezco sinceramente a todas aquellas personas que material o moralmente me brindaron su ayuda y me alentaron a seguir adelante .

SUMARIO

I IMTRODUCCION

II MATERIAL Y METODOS

a.- Fraccionador Folsom

b.- Medición y pesaje de F. mucronata.

III RESULTADOS

IV CONCLUSIONES

V RESUMEN

VI BIBLIOGRAFIA

I INTRODUCCION

Uno de los grupos vivientes mas numerosos e importantes que habitan el océano es el plancton, que desempeña un papel fundamental en la economía marina (Ommenney, 1966). Podemos considerar:

a.- Fitoplancton o plancton vegetal formado por organismos autótrofos encargados de la obtención de la energía por medio de la fotosíntesis.

b.- Zooplancton o plancton animal cuyos individuos son esencialmente herbívoros ya que su fuente de alimentación la constituye el fitoplancton.

Los organismos planctónicos se caracterizan por poseer medios de locomoción limitados o carecer de ellos por lo cual son arrastrados pasivamente por los movimientos oceánicos.

Según Margalef (1972) el tamaño de estos individuos oscila aproximadamente entre 5 a 50 mm.

A causa de las características del plancton : abundancia y reducido tamaño de sus componentes, un volumen pequeño de agua de mar podría contener una gran concentración de organismos planctónicos. Este es el principal obstáculo con que se enfrenta el científico dedicado a su estudio, especialmente en relación a un análisis cuantitativo de ellos en un

tiempo determinado.

Debido a la imposibilidad práctica de efectuar un análisis total de la muestra obtenida surge la necesidad de encontrar un método que permita trabajar con una fracción representativa de la muestra total, cuyos resultados permitan estimar el número total de organismos que se encuentran en determinado volumen de agua de mar.

Dadas las características del material planctónico, los diferentes grados de flotabilidad, la diversidad de forma de sus componentes y el hecho de que se hallen inmersos en líquido hacen practicamente imposible el uso de aparatos utilizados comunmente en la subdivisión de muestras de material seco (arena, grano).

Considerando las características del material planctónico anteriormente enunciadas, Theodore R. Folsom (1948) ideó un aparato que permite obtener fracciones de una muestra total.

Uno de los objetivos del presente trabajo fué construir un fraccionador Folsom (Folsom splitter), su posterior calibración, la apreciación de las ventajas e inconvenientes de su uso y evaluar la eficacia del submuestreo.

Otro objetivo de este trabajo fué obtener adiestramiento en técnicas de manipulación y medición que usual-

mente se llevan a cabo en un laboratorio de zooplancton como ser : cálculo de peso húmedo, peso seco, medición de los ejemplares ya sea en su longitud total o de diferentes porciones del cuerpo, utilizadas generalmente en la estimación del crecimiento relativo de los especímenes.

Se escogió como sujeto de estudio a una especie de eufaúsido (Euphausia mucronata) por ser uno de los grupos zooplanctónicos de interés científico tanto desde el punto de vista oceanográfico y por constituir una fuente alimentaria fundamental para muchas especies explotadas por el hombre (Antezana, 1970).

E. mucronata se distribuye en la corriente Chileno-Peruana entre 3.5° S y 37° S y su área de dispersión no alcanza las Islas Galápagos (Brinton, 1962). Según Antezana (1970) se extendería hasta los 42° S e indica que fué una de las especies mas frecuentes y abundantes encontradas, llegando a veces a ser dominante o exclusiva con respecto a otras especies de eufaúsidos.

II MATERIAL Y METODOS

a.-FRACCIONADOR FOLSOM.

El instrumento utilizado en el presente trabajo fue construído siguiendo en su forma general el creado por Folsom (Fig.1a). Hecho enteramente de acrílico está formado por un tambor cilíndrico provisto de un eje que lo atraviesa, este eje termina en dos mangos apoyados en dos columnas de acrílico permitiendo girar manualmente el tambor aproximadamente en 180°. Las columnas descansan en una plataforma que lleva en su parte posterior un nivel y 4 piezas de apoyo en sus extremos, dos de las cuales llevan tornillos ajustables que permiten la nivelación del aparato antes de cualquier fraccionamiento. En la parte anterior de la plataforma van ubicados los vasos de recepción que son los encargados de recibir las submuestras obtenidas. La capacidad volumétrica de estos vasos es proporcional al volumen útil del tambor (Fig. 1b).

Los ejemplares usados en los submuestreos provienen del material colectado en la Estación 64 de la Expedición Krill (Tabla Nº 1).

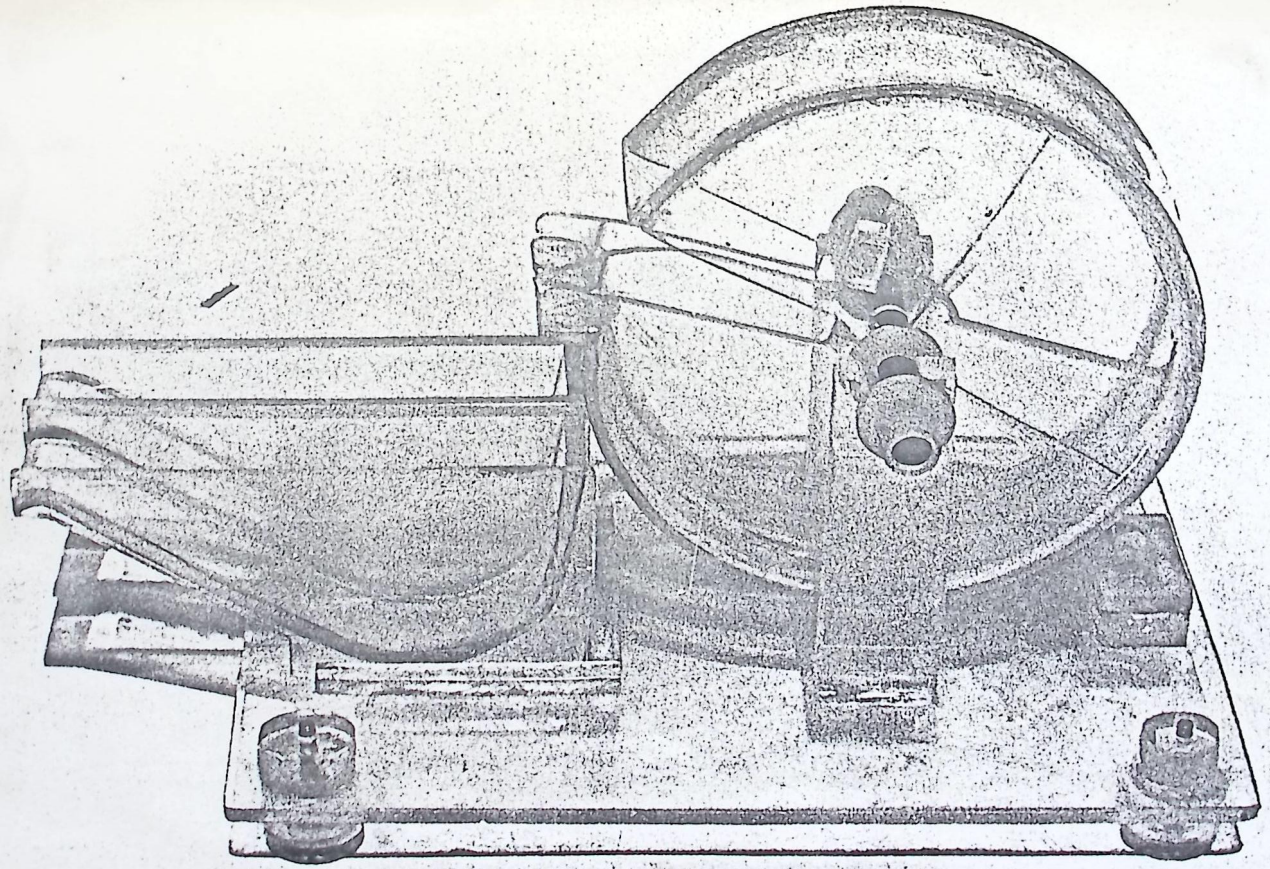

Fig 1a: Fraccionador Folsom

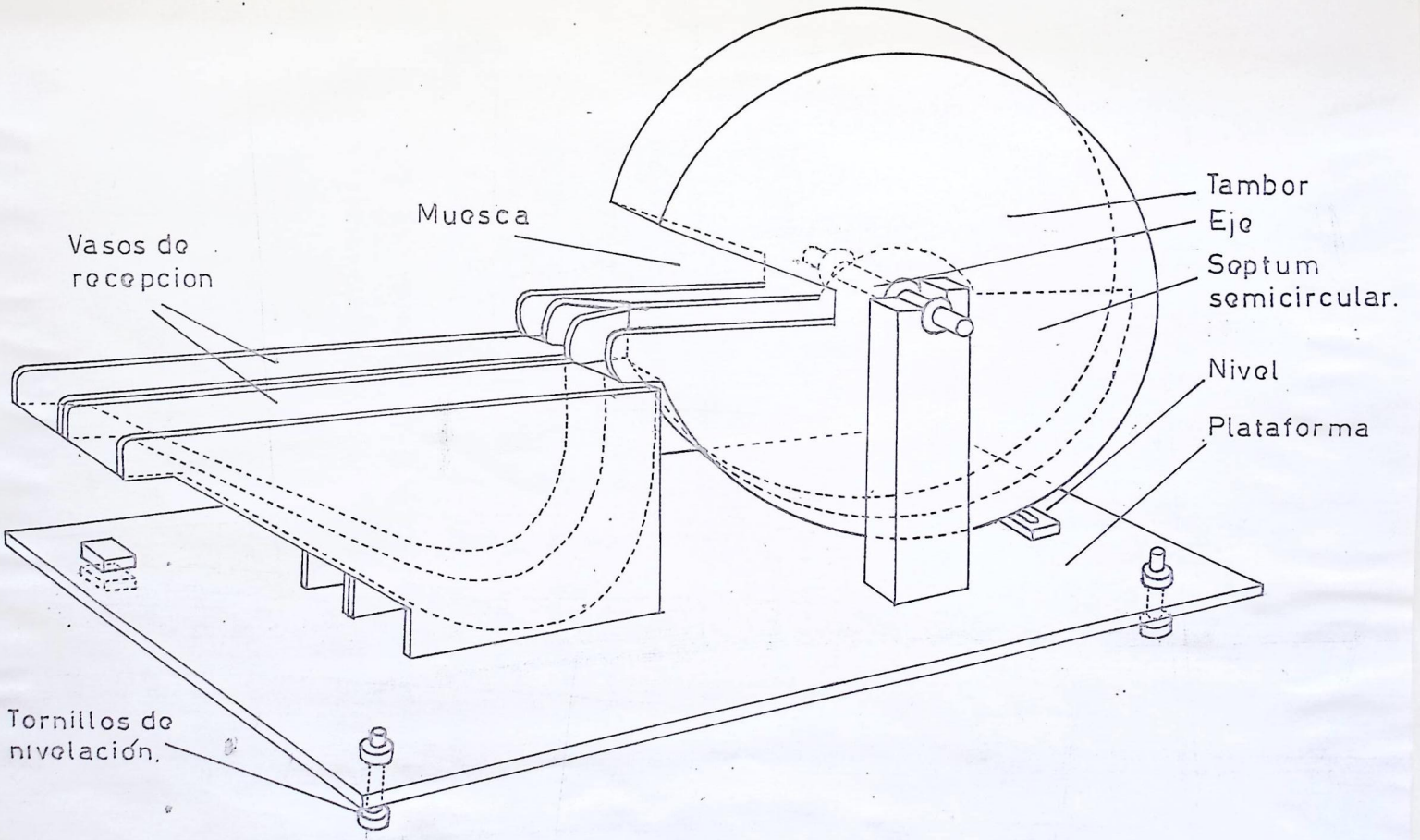

Fig 1b: Esquema general del fraccionador Folsom. (Folsom Splitter).

TABLA N°1: Datos correspondientes al material utilizado

Muest. N°	Exped.	Est. N°	Prof. mts.	Red μ	Fecha 1974	Hora
1	Krill	64	28-56	333	4-8	1240-1302
2	Krill	64	28	333	31-7	2238-2258
3	Krill	39(3)	0-56	—	11-12-7	—
4	Krill	61	—	—	29-7	1820

La metodología usada para verificar la eficacia del fraccionador Folsom es la siguiente:

1.- La muestra total es vaciada en una bandeja extrayendo de ella los especímenes escasos y de tamaño mayor al resto de los individuos.

2.- Se procede a separar en los diferentes grupos taxonómicos existentes en la muestra (quetognatos, eufausidos, medusas, etc.) los que se depositan en cápsulas para cada grupo.

Además se optó por analizar los copépodos en forma separada debido a su alto porcentaje con respecto al total (92.2 %). Sin embargo, para no excluirlos del todo de este fraccionamiento en conjunto se

eligieron los ejemplares de mayor tamaño para que queden representados en la muestra.

3.- Se cuentan los organismos de cada grupo. Para facilitar esta tarea se utiliza una placa de Borgorov (Fig 1c), consistente en una caja rectangular de acrílico dividida en varias secciones rectangulares (17x9 cm.).

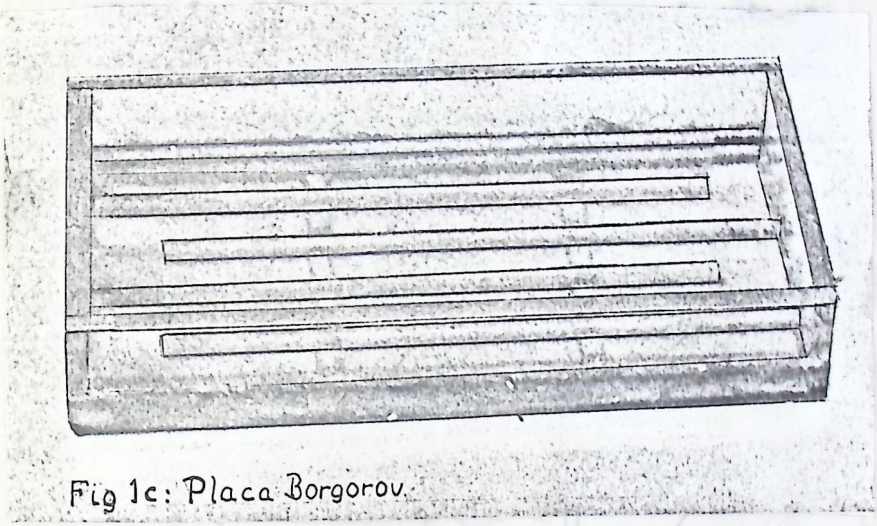

Fig 1c: Placa Borgorov.

4.- Una vez contabilizado los ejemplares de los diferentes grupos se procede a reunir totalmente la muestra y se vacia en el tambor del fraccionador que se encuentra en posición de Llenado, o sea, con la muesca hacia atrás (Fig 2), enseguida tomando el tambor por los mangos del eje se gira repetidas veces en sentido antero-posterior y en

forma cuidadosa para que todos los organismos se mezclen y distribuyan homogeneamente evitando asi que se formen cúmulos de animales. Esto ocurre al enredarse entre ellos por sus apéndices. Al suceder ésto, es indispensable separarlos cuidadosamente por medio de agujas de disección.
El nivel de agua dentro del tambor no debe sobrepasar los 2/3 de la mitad del volumen de este para que no quede remanente al ser vaciada la muestra en los vasos de recepción.

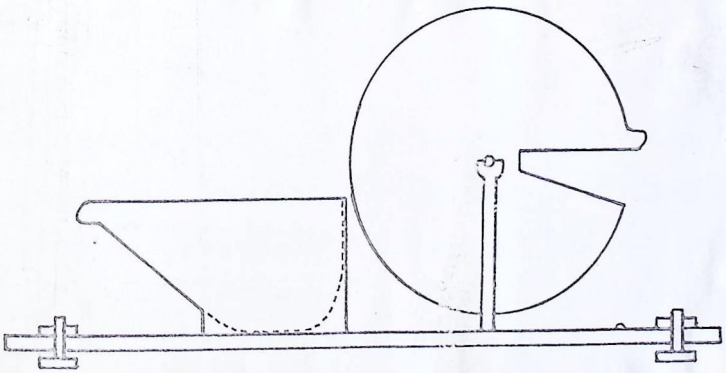

Fig 2 : Posicion de Llenado

5.- Se deja el tambor en posición de Vaciado (Fig 3), es decir, con la muesca hacia los vasos quedando

de esta manera la muestra subdividida por medio de un septum semicircular que posee el tambor en su interior.

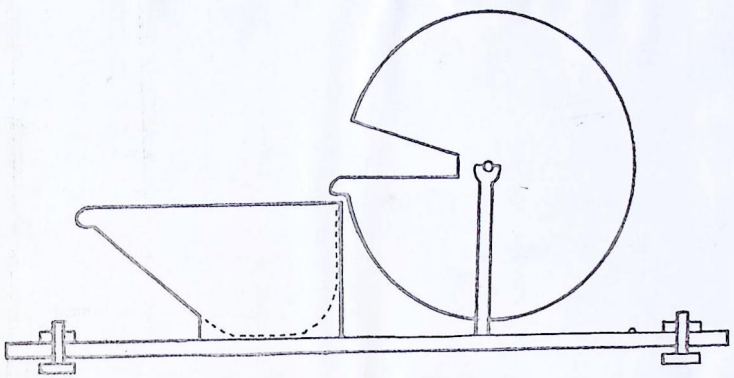

Fig 3 : Posición de Vaciado

6.- Tomando el tambor por los mangos del eje se vacia íntegra la muestra ya subdividida en los vasos de recepción. Como es probable que queden organismos adosados a las paredes del tambor, este es lavado con una pizeta subdividiendo nuevamente el remanente.

7.- A continuación se separan los ejemplares de cada submuestra obtenida en los respectivos grupos taxonómicos y, utilizando la placa de Borgorov como se hizo con la muestra total se procede a contar los individuos.

Como se desea averiguar la efectividad del fraccionador

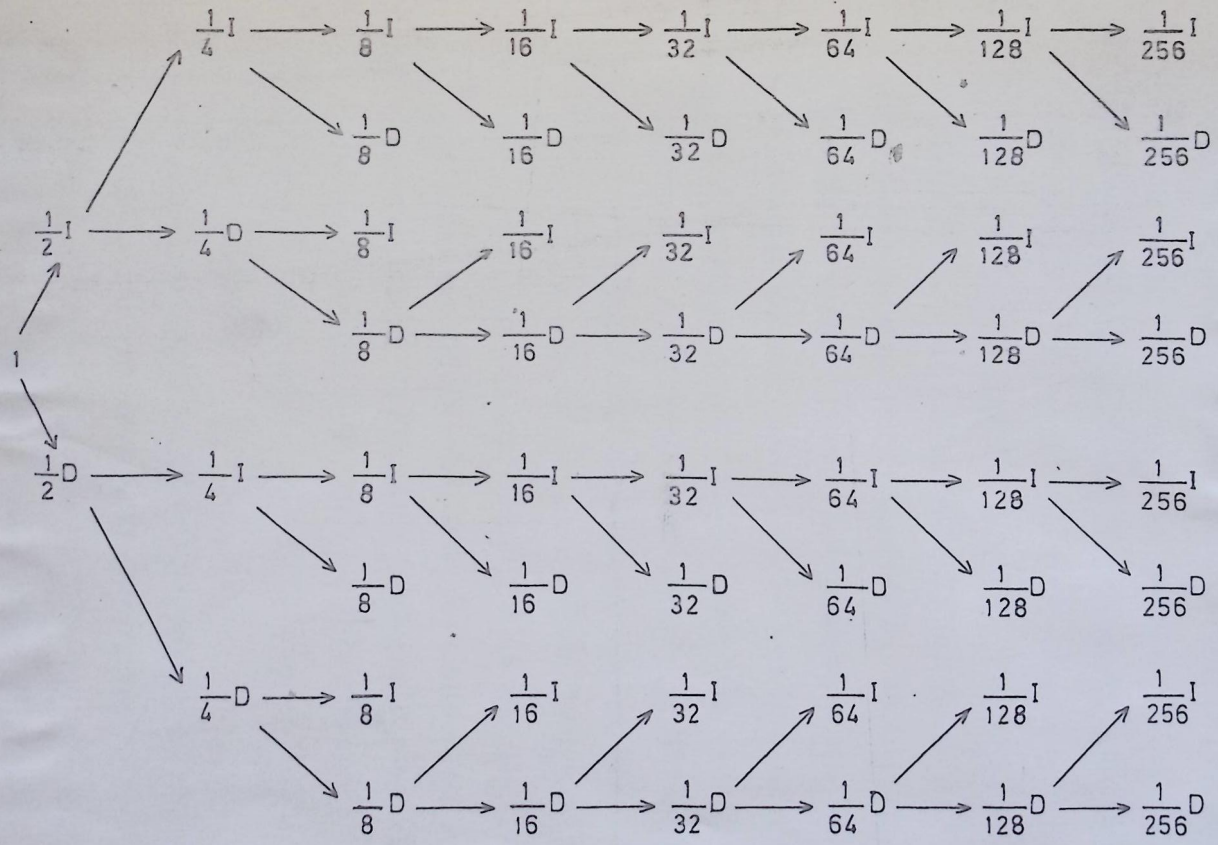

Fig 4 : Explicación esquemática del método utilizado en el fraccionamiento de la muestra

nador tanto en las subdivisiones como para determinar la eficacia de ambos lados se utilizó el criterio de selección de muestras descrito en la Fig. 4, que permite analizar independientemente cada lado. Se recurrió a la placa de Bergerov mientras las submuestras fueron numerosas , lo que obligó primeramente a hacer una diferenciación por grupo y luego el conteo de cada uno por separado. Sin embargo, cuando la muestra ha sido fraccionada varias veces, es posible colocar los especímenes en una cápsula Petri separando y contando directamente cada grupo existente. El criterio aplicado en la subdivisión de los copépodos está determinado por el azar. Por medio de una moneda se fue eligiendo la muestra que volvería a ser subdividida. No obstante hay que hacer notar que debido a la gran cantidad de ejemplares y el tiempo disponible no fue posible realizar mas observaciones para una misma subdivisión. La Figura 5 indica cómo y cúales fueron las submuestras divididas.

Como este material consiste únicamente de copépodos no hubo necesidad de separar por grupos antes de contar los individuos como se hizo anteriormente. Pero, debido a su abundancia y para facilitar el

conteo se separó en porciones que posteriormente fueron vaciadas en la placa de Borgorov para realizar el conteje.

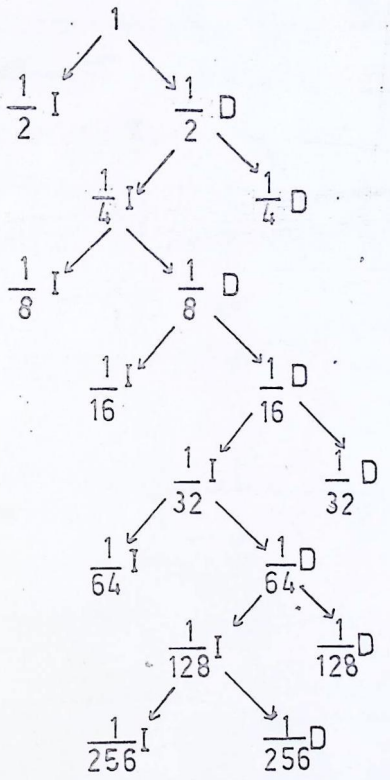

Fig 5 : Fraccionamiento de los copépodos utilizando el azar.

8.- Los valores obtenidos de los fraccionamientos serán posteriormente analizados mediante el Test de χ^2. Este test consiste en una prueba estadística que permite comparar los resultados obtenidos en una experiencia real con los resultados teóricos de acuerdo a alguna distribución o hipótesis previa. Ello permite conocer con un nivel de significación determinado si los resultados concuerdan o no con lo esperado teóricamente, rechazando o aceptando la hipótesis de nulidad planteada con anterioridad (Cortada, 1960).

$$\chi^2 = \sum \frac{(F_o - F_t)^2}{F_t}$$

en dónde:

F_o : Frecuencia de los hechos observados o hallados experimentalmente.

F_t : Frecuencia teórica esperada.

b.- MEDICION Y PESAJE DE EUPHAUSIA MUCRONATA.

El material examinado províene de una selección de E. mucronata que abarca todos los rangos de longitud disponibles de larvas, juveniles y adultos que se encuentran en las muestras provenientes de la Expedición Krill (Tabla Nº 2).

TABLA N°2: Rango de selección de ejemplares por muestra segun su longitud cefalotorácica para la obtención del peso individual y en conjunto

	Ejemplares para peso individual	Ejemplares para peso en conjunto
Muestra 2	0.780 - 3.991	0.779 - 2.502
Muestra 3	———	2.548 - 3.728
Muestra 4	4.024 - 5.921	3.794 - 5.461

Las mediciones fueron hechas con una lupa binocular (Leitz) procediéndose de la siguiente manera:

1.- El ejemplar es colocado en una cápsula plástica con agua para mayor facilidad en el manejo, allí se ubica dorsalmente por medio de agujas de disección y se miden las longitudes parciales (Fig 6).

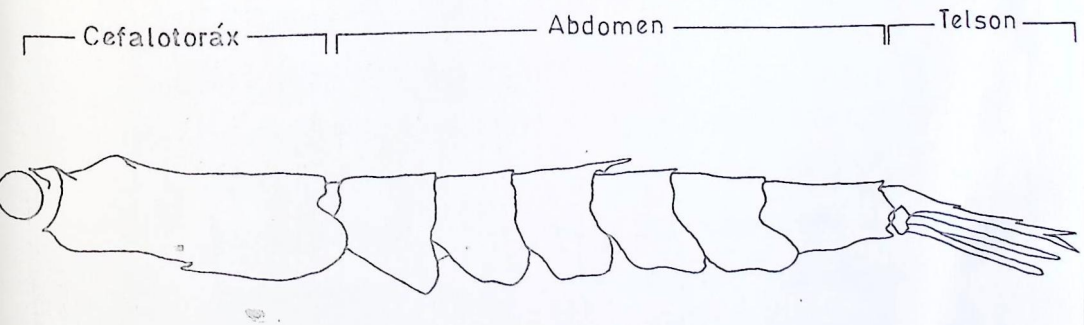

Fig 6 : Vista lateral de Euphausia mucronata indicando las regiones del cuerpo que fueron medidas.

a.- Longitud cefalotoráxica: Distancia desde el extremo del rostro hasta el límite posterior del caparazón.

b.- Longitud del abdomen : Distancia desde el límite posterior del caparazón hasta el borde posterior del sexto y último segmento abdominal.

c.- Longitud del telson : La que abarca desde el borde posterior del último segmento abdominal hasta el extremo final del telson incluyendo sus espinas.

La suma de las tres longitudes parciales da la longitud total.

$$LT = L_c + L_a + L_t$$

donde:

LT : Longitud total.

L_c : Longitud cefalotoráxica.

L_a : Longitud del abdomen

L_t : Longitud del telson.

2.- Se procedió a calcular el peso húmedo del ejemplar (entendiéndose por tal al peso de los constituyentes orgánicos e inorgánicos del cuerpo con su contenido normal de agua) removiéndose los líquidos intersticiales colocándolo en papel absorbente por breve tiempo (J. Beer, 1976). El período de absorción va a ser proporcional al tamaño del animal.

3.- Se deposita el ejemplar en un portaobjeto obteniéndose su peso húmedo por medio de una balanza Becker's Sons de 0.00001 gr. de precisión.

4.- Se coloca el individuo dentro de una caja de material plástico para calcular posteriormente su peso seco (peso de las materias orgánicas e inorgánicas, J. Beer). En cada caja se dejaron 5 ejemplares con sus respectivos portaobjetos por espacio de 24 horas, pasado ese tiempo se pesan nuevamente para obtener el peso seco. Los especímenes son colocados en portaobjetos, tanto para la obtención de peso húmedo y seco, para facilitar su manipulación y pesaje. Dado el tamaño y la fragilidad de estos organismos deben ser siempre manipulados por medio de pinzas para evitar su deterioro.

El peso húmedo y seco se obtiene indirectamente a través de la siguiente ecuación.

a) $P_h = P_e - P_p$

b) $P_s = P_e - P_p$

donde:

P_h : Peso húmedo

P_s : Peso seco

P_e : Peso del portaobjeto con el ejemplar

P_p : Peso del portaobjeto.

Las etapas anteriores indican el método usado para la obtención de peso por individuo, pero como también se desea calcular el peso por grupo de ejemplares para obtener un peso representativo de determinada talla, se establecen conjuntos de 10 individuos en un mismo portaobjetos y, siguiendo el mismo método para pesos individuales se calcula el peso húmedo y seco por conjunto.

5.- Una vez obtenido el peso seco de los organismos estos son devueltos a la muestra de donde provienen.

III RESULTADOS

La muestra total fue subdividida hasta 1/256 fracción. Las figuras 7 y 8 muestran los resultados generales obtenidos en los fraccionamientos esquematizados de acuerdo al criterio de selección aplicado.

Los valores que se obtuvieron en las subdivisiones para los respectivos grupos taxonómicos se encuentran en las Tablas Nº 3, 4, 5, 6 y 7.

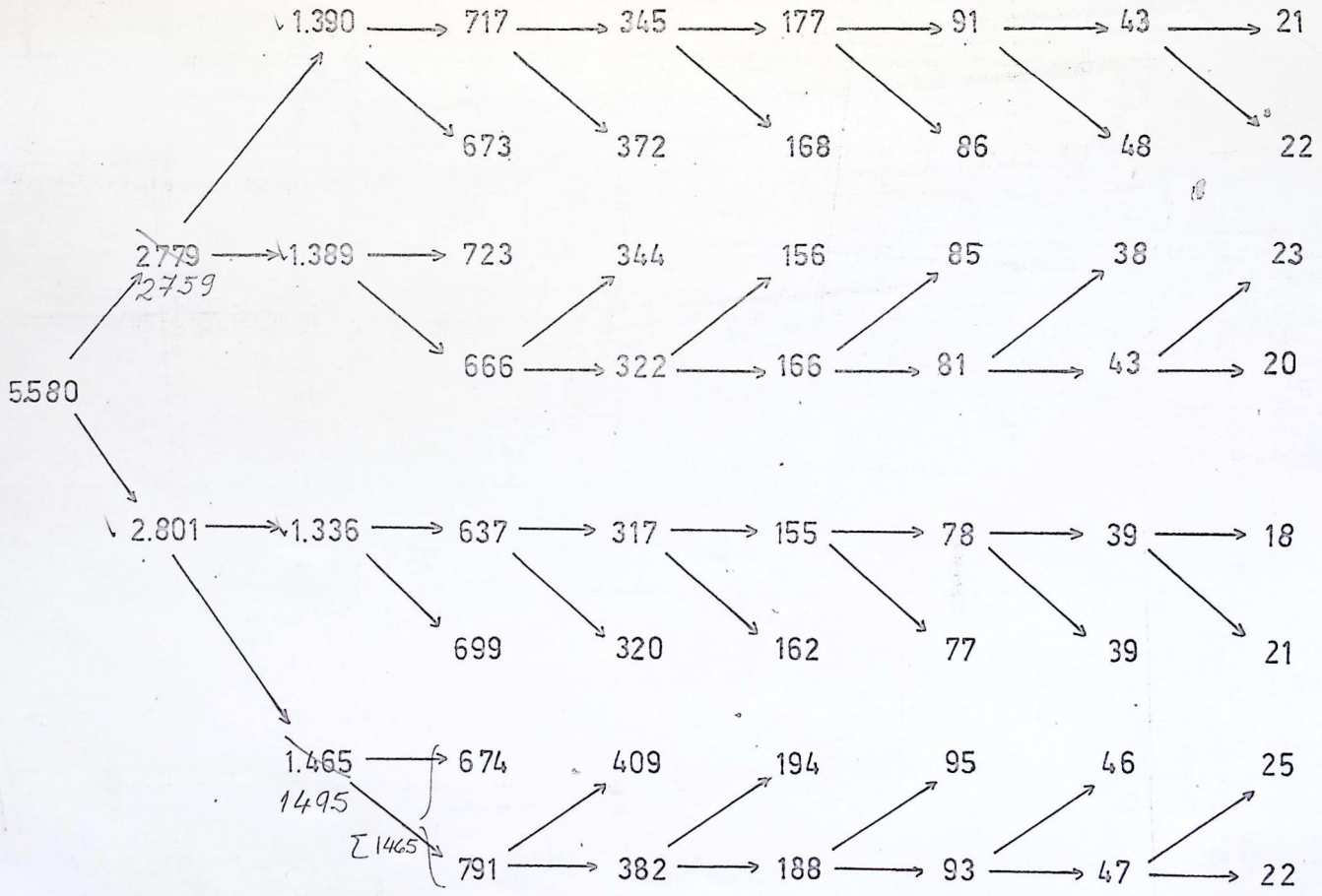

Fig 7 : Criterio aplicado en el fraccionamiento de la muestra indicando el número de organismos obtenidos en cada subdivisión.

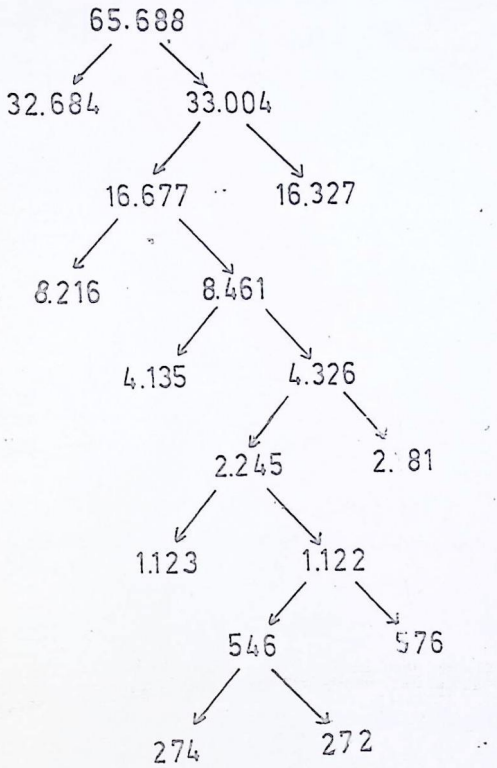

Fig 8 : Valores obtenidos en el fraccionamiento de los copépodos.

Tabla Nº 3; Número de individuos de la muestra total y valores obtenidos del primer fraccionamiento.

Grupos	Muestra total	1/2 izquierdo	1/2 derecho
Quetognato	3.662	~~1.779~~ 1799	1.863
Eufaúsido	1.640	843	797
Poliqueto	40	19	21
Medusa	49	24	25
Copépodo	34	15	19
Apendicularia	28	13	15
Larvas de Pez	79	42	37
Larvas Crust.	48	24	24
Total	~~5.586~~ 5580	~~2.781~~ 2779	~~2.805~~ 2801

Muestra total
- 1/2 izquierdo
  - 1/4 izquierdo = Fracción A
  - 1/4 derecho = Fracción B
- 1/2 derecho
  - 1/4 izquierdo = Fracción C
  - 1/4 derecho = Fracción D

TABLA Nº 4 : Fracción A

Fracción	1/4 I	1/4 I		1/8 I		1/16 I		1/32 I		1/64 I		1/128 I	
		1/8 D	1/8 I	1/16 D	1/16 I	1/32 D	1/32 I	1/64 D	1/64 I	1/128 D	1/128 I	1/256 D	1/256 I
Quetognato	872	420	452	239	213	98	115	58	57	31	26	12	14
Eufaúsido	443	213	230	113	117	61	56	24	32	16	16	9	7
Poliqueto	11	6	5	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-
Medusa	11	7	4	4	3	2	1	-	1	1	-	-	-
Copépodo	8	3	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apendicularia	7	4	3	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-
Larvas de Pez	26	13	13	6	7	4	3	2	1	-	1	1	-
Larvas Crust.	12	7	5	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-
Total parcial	1.390	673	717	372	345	168	177	86	91	48	43	22	21
Total	1.390	1.390		717		345		117		91		43	

TABLA Nº 5 : Fracción B

		1/4 D		1/8 D		1/16 D		1/32 D		1/64 D		1/128 D	
Fracción	1/4 D	1/8 I	1/8 D	1/16 I	1/16 D	1/32 I	1/32 D	1/64 I	1/64 D	1/128 I	1/128 D	1/256 I	1/256 D
Quetognato	927	443	484	230	213	102	111	59	52	24	28	15	13
Eufaúsido	400	195	205	99	96	49	47	23	24	13	11	6	5
Poliqueto	8	5	3	2	3	-	3	-	3	1	2	1	1
Medusa	13	6	7	3	3	2	1	1	-	-	-	-	-
Copépodo	7	4	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Apendicularia	6	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larvas de Pez	16	4	12	2	2	-	2	-	2	-	2	1	1
Larvas Crust.	12	7	5	4	3	1	2	2	-	-	-	-	-
Total parcial	1.389	666	723	344	322	156	166	85	81	38	43	23	20
Total	1.389	1.389		666		322		166		81		43	

TABLA Nº 6 : Fracción C

		1/4 I		1/8 I		1/16 I		1/32 I		1/64 I		1/128 I	
Fracción	1/4 I	1/8 D	1/8 I	1/16 D	1/16 I	1/32 D	1/32 I	1/64 D	1/64 I	1/128 D	1/128 I	1/256 D	1/256 I
Quetognato	848	460	389	191	197	106	91	46	45	21	24	14	10
Eufaúsido	419	206	213	113	100	44	56	29	27	14	13	4	7
Poliqueto	12	6	6	3	3	2	1	1	-	-	-	-	-
Medusa	10	6	4	1	3	1	2	1	1	1	-	-	-
Copépodo	9	5	4	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Apendicularia	6	1	5	2	3	2	1	-	1	-	1	1	-
Larvas de Pez	19	10	9	4	5	3	2	-	2	1	1	-	1
Larvas Crust.	13	5	8	4	4	2	2	-	2	2	-	-	-
Total parcial	1.336	699	637	320	317	162	155	77	78	39	39	21	18
Total	1.336	1.336		637		317		155		78		39	

TABLA Nº 7 : Fracción D

		1/4 D		1/8 D		1/16 D		1/32 D		1/64 D		1/128 D	
Fracción	1D/4	1I/8	1D/8	1I/16	1D/32	1I/32	1D/32	1I/64	1D/64	1 I/128	1 D/128	1 I/256	1 D/256
Quetognato	1.045	486	529	289	240	117	123	63	60	29	31	14	17
Eufaúsido	378	161	217	97	120	64	56	30	26	14	12	9	3
Poliqueto	9	3	6	4	2	1	1	-	1	-	1	-	1
Medusa	15	8	7	4	3	2	1	1	-	-	-	-	-
Copépodo	10	4	6	3	3	2	1	1	-	-	-	-	-
Apendicularia	9	2	7	2	5	3	2	-	2	1	1	1	-
Larvas de Pez	18	7	11	5	6	4	2	-	2	-	2	1	1
Larvas Crust.	11	3	8	5	3	1	2	-	2	2	-	-	-
Total parcial	1.465 ~~1.495~~	674	791	409	382	194	188	95	93	46	47	25	22
Total	1.465	1.465		791		382		188		93		47	

ANALISIS ESTADISTICO MEDIANTE TEST DE χ^2

1.- H_o : La cantidad en que se presentan los diferentes grupos en la fracción izquierda y derecha es proporcional al total.

H_1 : La cantidad en que se presentan los diferentes grupos en la fracción izquierda y derecha no es proporcional al total.

2.- $\alpha = 0.05$

3.- $\chi^2 = \sum \frac{(F_o - F_t)^2}{F_t}$

4.- R.C. $= \{\chi^2 \text{ obs.} / \chi^2 \text{ obs.} > 0.95\ \chi^2_7\}$

1/4 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	F_t'	$\frac{(F_o-F_t')^2}{F_t'}$
Quetognato	860	915.5	894.499	1.3306
Eufaúsido	451	410	400.594	2.308
Poliqueto	11.5	10	9.771	0.306
Medusa	10.5	12.25	11.969	0.180
Copépodo	8.5	8.5	8.305	0.005
Apendicularia	6.5	7	6.839	0.017
Larvas de Pez	22.5	19.75	19.297	0.532
Larvas Crust.	12.5	12	11.725	0.051
Total	1363.0	1395.0	1362.999	4.729

F_t' : Frecuencia teórica proporcional al total de individuos obtenido en cada fraccionamiento.

$F_t' = \frac{F_t \times \sum F_o}{\sum F_t}$

1/8 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	F_t'	$\frac{(F_o-F_t')^2}{F_t'}$
Quetognato	452.5	457.75	451.351	0.0038
Eufaúsido	202.25	205	202.134	0.0002
Poliqueto	4.25	5.0	4.930	0.0933
Medusa	5.75	6.125	6.039	0.0136
Copépodo	4.	4.25	4,191	0.0085
Apendicularia	3.5	3.5	3.451	0.0007
Larvas de Pez	10.25	9.875	9.737	0.0275
Larvas Crust.	5.25	6	5.916	0.0746
Total	687.75	697.5	687.749	0.2217

1/ 16 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	F_t'	$\frac{(F_o-F_t')^2}{F_t'}$
Quetognato	232.25	228.875	232.156	0.00004
Eufaúsido	103.25	102.5	103.970	0.00499
Poliqueto	2.5	2.5	2.496	0.00051
Medusa	3.25	3.063	3.107	0.0066
Copépodo	1.75	2.125	2.156	0.0765
Apendicularia	2	1.75	1.775	0.0286
Larvas de Pez	4.75	4.938	5.009	0.0134
Larvas Crust.	4.0	3.0	3.043	0.3010
Total	353.75	348.751	353.752	0.43161

1/32 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	106.25	114.438	112,387	0.335
Eufaúsido	57	51.25	50.331	01884
Poliqueto	0.75	1.25	1.228	0.186
Medusa	1.75	1.531	1.504	0.040
Copépodo	1.0	1.063	1.044	0.002
Apendicularia	1.25	0.875	0.859	0.178
Larvas de Pez	2.25	2.569	2.425	0.013
Larvas Crust.	1.0	1.50	1.473	0.152
Total	171.25	174.376	171.251	1.790

1/64 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	106.25	57.219	57.260	0.028
Eufaúsido	25.643	25.625	25.643	0.216
Poliqueto	-	0.625	0.625	0.625
Medusa	1	0.766	0.767	0.071
Copépodo	0.25	0.531	0.531	0.149
Apendicularia	0.25	0.438	0.438	0.081
Larvas de Pez	0.75	1.234	1.235	0.191
Larvas Crust.	1.0	0.75	0.751	0.083
Total	87.25	87.188	87.250	1.445

1/128 izquierdo:

Grupos	F_o	F_t	F_t'	$\frac{(F_o-F_t')^2}{F_t'}$
Quetognato	25.75	28.609	27.234	0.081
Eufaúsido	14.0	12.813	12.197	0.267
Poliqueto	0.25	0.313	0.298	0.008
Medusa	-	0.383	0.365	0.365
Copépodo	-	0.266	0.253	0.253
Apendicularia	0.5	0.219	0.209	0.0004
Larvas de Pez	0.5	0.617	0.587	0.013
Larvas Crust.	0.5	0.375	0.357	0.057
Total	41.5	43.595	41.5	1.449

1/ 256 izquierdo

Grupos	F_o	F_t	F_t'	$\frac{(F_o-F_t')^2}{F_t'}$
Quetognato	14.75	14.305	15.259	0.017
Eufaúsido	7.25	6.406	6.833	0.026
Poliqueto	0.25	0.156	0.166	0.043
Medusa	-	0.191	0.204	0.204
Copépodo	-	0.133	0.142	0.142
Apendicularia	0.25	0.109	0.116	0.155
Larvas de Pez	0.75	0.309	0.330	0.535
Larvas Crust.	-	0.188	0.201	0.201
Total	23.25	21.797	23.251	1.323

1/4 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	971	915,5	936.501	1.271
Eufaúsido	389	410.0	419.405	2.204
Poliqueto	8.5	10.0	10.229	0.292
Medusa	14	12.25	12.531	0.172
Copépodo	8.5	8.5	8.695	0.004
Apendicularia	7.5	7.0	7.161	0.016
Larvas de Pez	17	19.75	20.203	0.508
Larvas Crust.	11.5	12.0	12.275	0.049
Total	1427.0	1395.0	1427	4.516

1/8 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	463	457.75	464.149	0.0028
Eufaúsido	207.75	205.0	207.866	0.00006
Poliqueto	5.75	5.0	5.070	0.091
Medusa	6.5	6.125	6.211	0.014
Copépodo	4.5	4.25	4.309	0.009
Apendicularia	3.5	3.5	3.549	0.0007
Larvas de Pez	9.5	9.875	10.013	0.026
Larvas Crust.	6.75	6.0	6.084	0.2154
Total	707.25	697.5	707.251	0.216

1/16 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	220.75	228.875	229.038	0.300
Fufaúsido	110.5	102.5	102.573	0.613
Poliqueto	3	2.5	2.502	0.099
Medusa	2	3.063	3.065	0.370
Copépodo	3	2.125	2.127	0.358
Apendicularia	2.25	1.75	1.751	0.142
Larvas de Pez	4.5	4.938	4.942	0.040
Larvas Crust.	3.0	3.0	3.002	0.000
Total	349.0	348.751	349.0	1.922

1/32 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	109.5	114.438	112.222	0.066
Fufaúsido	52	51.25	50.258	0.060
Poliqueto	1.5	1.25	1.226	0.061
Medusa	1.25	1.531	1.501	0.042
Copépodo	0.75	1.063	1.026	0.082
Apendicularia	1.0	0.875	0.858	0.024
Larvas de Pez	2.75	2.469	2.421	0.045
Larvas Crust.	2.25	1.5	1.471	0.413
Total	171.0	174.376	170.999	0.793

1/64 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	54	57.219	55.291	0.030
Eufaúsido	25.75	25.625	24.762	0.040
Poliqueto	1.5	0.625	0.604	1.329
Medusa	2.5	0.766	0.740	0.325
Copépodo	-	0.531	0.513	0.513
Apendicularia	0.75	1.063	0.423	0.253
Larvas de Pez	1.5	.875	1.192	0.164
Larvas Crust.	0.5	0.75	0.725	0.070
Total	84.25	87.188	84.25	2.722

1/128 derecho :

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	27.75	28.609	29.039	0.0572
Eufaúsido	13.25	12.813	13.008	0.0045
Poliqueto	0.75	0.313	0.317	0.5914
Medusas	0.5	0.383	0.390	0.0310
Copépodo	-	0.266	0.270	0.270
Apendicularia	0.25	0.219	0.222	0.3532
Larvas de Pez	1.25	0.617	0.626	0.6219
Larvas Crust.	0.5	0.375	0.376	0.0409
Total	44.25	43.595	44.248	1.9701

1/256 derecho:

Grupos	F_o	F_t	$F_{t'}$	$\frac{(F_o-F_{t'})^2}{F_{t'}}$
Quetognato	14	14.305	13.782	0.0034
Eufaúsido	5.25	6.406	6.178	0.1377
Poliqueto	0.5	0.156	0.150	0.8167
Medusa	-	0.191	0.184	0.184
Copépodo	-	0.133	0.129	0.129
Apendicularia	0.25	0.109	0.105	0.2001
Larvas de Pez	1.0	0.309	0.299	1.6434
Larvas Crust. 6	-	0.188	0.181	01181
Total	21.0	21.797	21.002	3.2953

QUETOGNATOS:

F_o	F_t	F_t	$\frac{(F_o-F_t)^2}{F_t}$
32.684	33.004	32.844	1.5588
16.327	16.677	16.502	3.7116
8.216	8.461	8.338,5	3.5992
4.135	4.326	4.230,5	4.3116
2.181	2.245	2.213	0.9254
1.123	1.122	1.122,5	0.0004
576	546	561	0.8022
272	274	273	0.0074

IV CONCLUSIONES

1.- El instrumento construído permite obtener una fracción pequeña y representativa de la muestra original facilmente contable y, a partir de ella, estimar el número de organismos en la muestra total con un porcentaje de variación no significativo con pecto a la cantidad de especímenes de la muestra total.

2.- Los valores de χ^2 obtenidos para un nivel de significación $\alpha = 0.05$ permiten afirmar que:

a.- Los valores de χ^2 para las diferentes fracciones en relación al nivel crítico de aceptación son "no significativos" lo que permite aceptar con seguridad el fraccionador Folsom construído como un submuestrador conveniente para utilizarlo en la subdivisión de muestras zooplanctónicas.

b.- Las submuestras obtenidas de un mismo fraccionamiento pueden ser igualmente utilizables ya que la variación que existe entre la cantidad de ejemplares obtenidos en cada vaso de recepción es "no significativa" con respecto a los valores esperados.

RESUMEN

Se construyó un fraccionador Folsom el que se utilizó con muestras zooplanctónicas provenientes de la Expedición Krill. Estas muestras fueron subdivididas hasta 1/256 fradción y las cantidades obtenidas de los diferentes fraccionamientos fueron analizadas por medio del Test de χ^2.

Los resultados derivados de este test nos permiten afirmar que:

- El fraccionador Folsom es un aparato conveniente para utilizarlo en la subdivisión de muestras zooplanctónicas.
- A partir de una fracción pequeña se puede estimar la cantidad de organismos en una muestra con una variación no significativa con respecto a los valores esperados.

Paralelamente se obtuvo adiestramiento en la manipulación y medición de eufaúsidos (E. mucronata) que pertenecen a muestras de la Expedición Krill.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES A OBSERVAR
CON EL MATERIAL UTILIZADO.

1.- Los aparatos a utilizar deben estar en óptimas condiciones. Así, tanto la balanza como el fraccionador deben estar nivelados y limpios antes de ser usados.

2.- Para evitar la pérdida de material o mediciones mal tomadas causadas por factores ajenos al trabajo mismo se debe elegir un lugar de trabajo estable y firme.

3.- Al trabajar con material zooplanctónico se debe examinar la muestra a subdividir por medio de una lupa para observar los individuos mas pequeño* y evitar que queden excluídos del análisis.

4.- La manipulación de las muestras debe ser realizada cuidadosamente debido a la fragilidad de los individuos que pertenecen a ella evitando que sufran deterioro.

5.- Los portaobjetos usados para la obtención de peso seco y húmedo deben estar perfectamente limpios

ya que los ejemplares son tan pequeños que cualquier partícula de polvo y dada la sensibilidad de la balanza haría variar los valores obtenidos.

6.- Todos los pesajes deben ser repetidos a lo menos dos veces para que los datos finales tengan la mayor exactitud.

BIBLIOGRAFIA

Antezana, T. 1972. Eufáusidos en la Costa de Chile. Su Rol en la Economía del mar. Rev. Biol. Mar. Valparaíso. 14(2) : 22-25.

Arana, E. P. y Pizarro, C. M. 1971. Características morfométricas y distribución de tallas y sexos de J. frontalis de la Isla de Robinson Crusoe. Invest. marinas. U. C. V. 2(5); 96-98.

Beers, J. R. 1976. Zooplankton, fixation and preservation. The Unesco Press. (3): 49-69.

Brinton, E. y Wyllie, J. G. 1976. Distributional Atlas of Euphausiids Growth Stages off Southern California. CALCOFI. Atlas Nº 24 : 7-8 .

Cortada de Kohan, N. y Carro, J. M. 1968. Estadística Aplicada. Edit. Univ. de Bs. Aires.

Chin Chun Li, 1969. Introducción a la Estadística experimental. Edic. Omega S. A. Barcelona.

Fagetti, E. y Fischer, W. 1964. Resultados cuantitativos del Zooplancton colectado frente a la Costa Chilena por la Expedición Mar Chile I , Rev. Biol. Mar. 11(4) : 138-144.

González, L. A. 1975. Técnicas para la alimentación de Eufaúsidos en condiciones de laboratorio. Seminario-Tesis.

Kóvalik, V. y Nad. 1966. The Ocean World. Washington Square Press. Inc. New York. (7): 84-85.

Margalef, R. y Vives, F. 1972. Ecología marina. Fundación La Salle. Edit. Dossat. (14): 532-533.

Mauchline, J. y Fisher, L. R. 1969. The Biology of Euphausiids. Advances in Marine Biology. New York, Academic Press. (7).

Mc Ewen, G., Johnson, M. W. y Folsom, Th. R. 1956. A statystical Analysis of the Performance of the Folsom Plankton Sample Splitter, Based upon Test Observations. Scripps Institution of Oceanography. University of California. Contribution Nº 689 : 502-527.

Motoda, S. 1975. Preliminary Processing of Plankton Samples. Bulletin of Plankton Society of Japan. University of Tokyo. 21(2): 122-123.

Ommanney, F. D. 1966. El Océano. Fondo de Cultura económica. Méjico-Buenos Aires.