MN HN

NOTICIARIO MENSUAL

Año XV - N.º 172 - Noviembre 1970

Santiago - Chile

CONTENIDO

KLAUS BUSSE

Nuevo método para medir flujos de agua producidos por organismos filtradores. Medición experimental en *Diplodon chilensis* (Gray), 1854. (Mollusca, Lamellibranchiata). 3

VICENTE PEREZ D'ANGELLO

Comentarios bibliográficos 11

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

Horario de visitas al Museo:

Martes a Sábados, de 9 a 18 horas.

Domingos y Festivos, de 10 a 13 y de 15 a 17,30 horas.

NOTICIARIO MENSUAL DEL
MUSEO NACIONAL DE
HISTORIA NATURAL
Director: GRETE MOSTNY G.
Casilla 787 - Santiago - Fono 90011

Este número se financia parcialmente con la colaboración de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y fue Impreso en el Museo Nacional de Historia Natural, el 7 de Noviembre de 1970.

Nuevo método para medir flujos de agua producidos por organismos filtradores.

MEDICION EXPERIMENTAL EN *DIPLODON CHILENSIS* (GRAY), 1854. (MOLLUSCA, LAMELLIBRANCHIATA).

KLAUS BUSSE [1]

1. Antecedentes.

Los moluscos lamelibranquios son conocidos como organismos filtradores, obtienen su alimento del agua que hacen circular por su aparato branquial, aprovechando partículas en suspensión, especialmente fitoplancton y/o detritus.

Al observarse la efectividad con que ejemplares de *Diplodon chilensis* (GRAY) 1854 (Det. CECILIA OSORIO) mantenidos en acuarios experimentales eran capaces de aclarar el agua enverdecida por algas clorofíceas planctónicas, surgió el problema de cómo determinar la cantidad de agua que filtra un chorito por unidad de tiempo. Para responder a esta interrogante, se diseñó y construyó el aparato que se describe en las secciones siguientes.

Se conocen varios métodos para medir los flujos de agua filtrada, por organismos, el más importante es el de GALTSOFF (1926, 1928) de estanques de nivel constante ("constant level tanks"). Se basa en la conección del lado inhalante y el exhalante del molusco (ostra [2]) respectivamente a dos estanques mantenidos a igual nivel por sistemas de rebalse. El estanque conectado al lado inhalante recibe un aporte contínuo de agua desde el exterior. Del estanque conectado al lado exhalante se recoge por un rebalse el agua que ha filtrado la ostra pudiendo así ser medida. Otros métodos consisten en medir la deflección de un cono o placa muy livianos puestos detrás del sifón anal sobre los cuales incide la corriente de agua expelida. Fueron diseñados por HOPKINS (1933) y MIRNOW (1948) respectivamente. GALTSOFF (1964) clasifica estos métodos como directos, y como indirectos aquellos que se basan en medir la disminución exponencial de la turbidez de cierto volumen de agua donde están actuando moluscos filtradores.

El método, objeto de la presente comunicación, siguiendo el criterio de GALTSOFF (*op. cit.*) debería ser incluido en los métodos directos, y se caracteriza por basarse en el registro de la rotación de una hélice.

2. Instrumento de medición (características técnicas)

2.1. Diseño general.

El fundamento de nuestro diseño consiste en registrar directamente el flujo de agua impelida, al dejarla pasar por un tubo y luego sobre una hélice de registro cuya descripción se detalla en 2.2, y cuya correlación de flujo versus velocidad de rotación aparece en 2.3.

El armazón central (fig. 1) consiste en un estanque (EC) en cuyo interior se encuentra la mayor parte del molusco incluyendo su poro exhalante. Por el otro lado el estanque central se comunica con un tubo en cuyo extremo está la hélice de registro. Todo el conjunto va en un recipiente mayor (acuario) cuyo nivel de agua (NA) no sobrepasa las paredes del estanque central. El ciclo circulatorio tiene el siguiente recorrido: acuario - sifón inha-

(2) El molusco más estudiado por GALTSOFF fue **Crassostrea virginica** GMELIN.

(1) Centro de Investigaciones Zoológicas, Casilla 147, Santiago-Chile.

lante - cámara branquial - sifón exhalante - estanque central - tubo colector - hélice - acuario.

El molusco mismo está montado sobre un carro de sujeción (CS) que tiene una perforación oval en su placa base rodeada de un reborde en que se sujeta una membrana de goma (MD) que a su vez tiene una incisión central en la cual cabe el extremo posterior del chorito. Esta membrana divisoria con su perforación cumple una doble finalidad: 1º separar, por un plano exterior al animal, su sifón inhalante del exhalante; 2º servir de sujeción posterior, la que debe ser elástica para permitirle cierto movimiento a las valvas.

La parte anterior del animal va fijada entre dos púas de bronce que encajan en dos depresiones anteriores al umbo. Fue favorable para este propósito el hecho de que *Diplodon* a menudo tiene el umbo corroido y estas depresiones en su parte anterior, las que se encuentran situadas en la cara externa frente a los dientes. Además estas concavidades se encuentran muy cerca de la línea del eje de la charnela, y de este modo las puntas de sujeción prácticamente no influyen en el movimiento de las valvas. La posición de las púas, que ejercen presión elástica sobre dichas concavidades de la concha, se pueden regular desde arriba mediante un tornillo y sujetan al molusco por medio de un brazo al carro de sujeción. Aunque la forma de fijación se parece a un aparato estereotáxico, se diferencia de él por su elasticidad.

La placa base tiene lados cortados en bisel, los que además son convergentes entre sí. Esto permite colocar el conjunto con la preparación adosado a una pared del estanque central que tiene dos rieles convergentes donde encaja la placa base coincidiendo su perforación con otra semejante de la pared del estanque central.

El material de construcción es lucita de 4 mm y las dimensiones externas del estanque son aproximadamente 16 cm x 10 cm x 7 cm.

2.2. Parte sensible (hélice y tubo colector).

La parte sensible del aparato (fig 1) consiste en una hélice (H_1) y un tubo colector (TC) que conduce el flujo de agua verticalmente y en forma ascendente hacia esta hélice, la que gira libremente sobre dicho tubo, estando suspendida sobre un pivote central de eje vertical.

El tubo colector tiene forma de corneta, su extremo ancho (de entrada) se abre hacia un lado y va embutido en el orificio de salida del estanque central; hacia el otro extremo el tubo colector se estrecha hasta terminar con un diámetro interno de 0,95 cm indicando su abertura de salida hacia arriba.

Es importante que el diámetro más angosto del tubo colector sea notablemente mayor que el diámetro del sifón exhalante del molusco para que la resistencia que él oponga al flujo sea la menor posible, menor en varios órdenes de magnitud a la resistencia que el propio sifón exhalante y las branquias oponen al flujo. Por otro lado este diámetro no debe ser elegido desmesuradamente grande, para asegurar con ésto velocidades lineales y por lo tanto también una energía cinética del líquido que sea capaz de mover la hélice. Se debió llegar por ésto a una solución de compromiso.

De la relación aproximada de POISIEUILLE para el flujo de líquidos dentro de un tubo al hacer constante la longitud del tubo, la presión del líquido y su viscosidad, la resistencia que opone el tubo al paso del agua es función inversa de la cuarta potencia del diámetro:

$$R = k \frac{1}{d^4}$$

en que R sería la resistencia, d el diámetro del tubo y k una constante de proporcionalidad.

Al estimar el diámetro máximo de la abertura exhalante del chorito en 3 mm y aquel del tubo colector del aparato en 9,5 mm se puede esperar que la resistencia que opone dicho tubo a la circulación del agua es del orden de 1/100 de la resistencia que opone la abertura del molusco. Con la hélice puesta, la resistencia

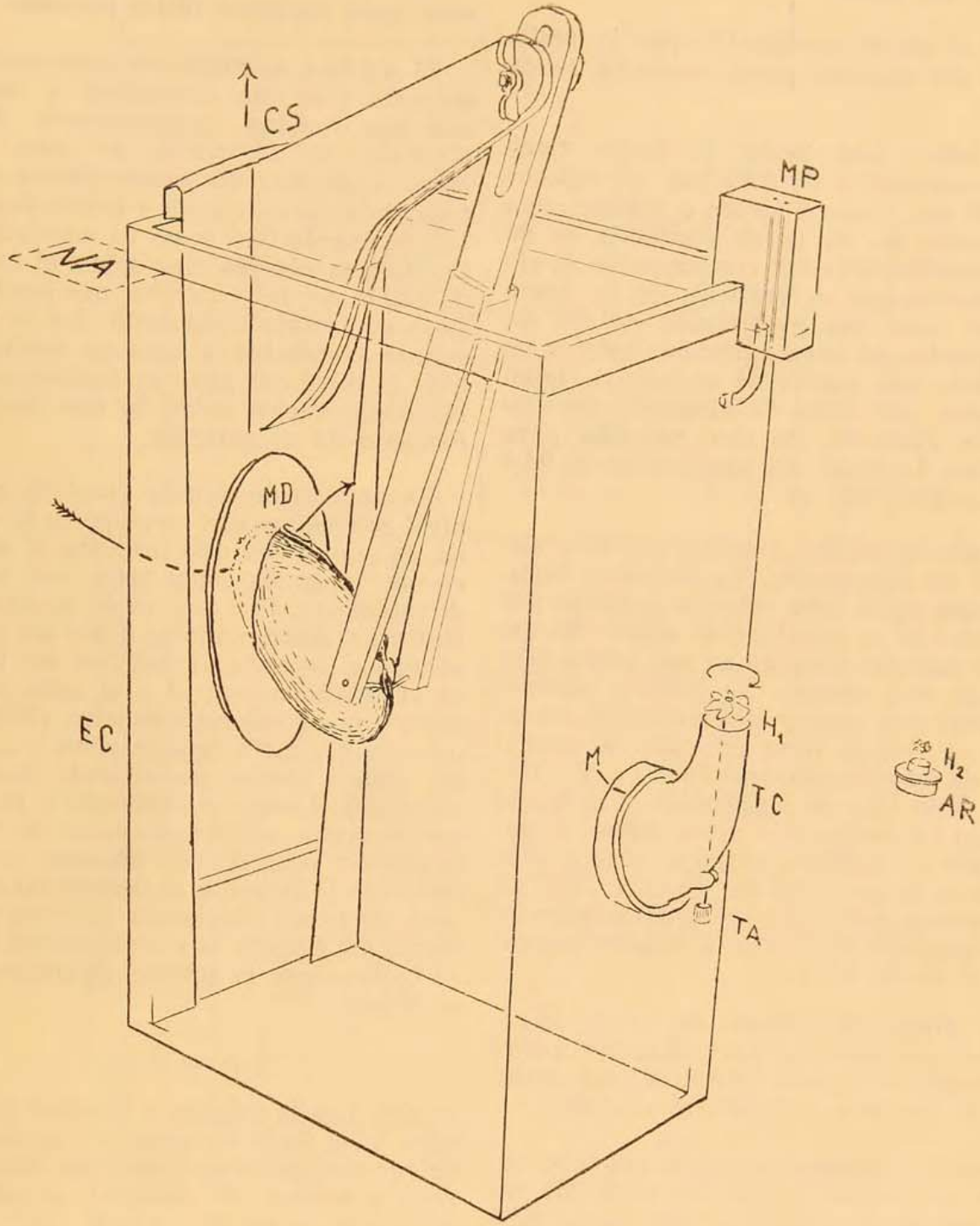

Fig. 1.

Esquema del instrumento medidor de flujos de filtración con ejemplar de **Diplodon** montado AR anillo de reducción para H_2; CS carro de sujeción; EC estanque central; H_1 y H_2 hélices de registro para diferentes sensibilidades; M marcas que deben coincidir en tubo colector y estanque central; MD membrana divisoria: MP micropiesómetro; NA nivel de agua; TA tornillo de ajuste para la altura de H_1 y H_2; TC tubo colector. Escala: arista vertical 16 cm.

del tubo es aproximadamente 1,3 veces aquella sin hélice.

Así el error introducido por la resistencia del aparato puede ascender hasta 1,3%.

La hélice está hecha de lucita, tiene una envergadura de 0,87 cm, un espesor de 0,40 cm; posee 6 álabes o paletas cuya inclinación en su parte periférica es de aproximadamente 48° con respecto al eje de rotación que es vertical. En su parte central tiene una perforación de 0,2 cm de diámetro en cuyo extremo superior va embutida una piedra de brújula de igual diámetro que sirve de elemento de suspensión giratoria, de roce pequeño, para la hélice. La masa del conjunto es de 94,4 mg ($= 9{,}4 \cdot 10^{-2}$ g).

El pivote central constituye el otro elemento de suspensión. Va montado verticalmente en el tubo colector pasando por el centro de su abertura de salida. Su extremo superior termina en una punta muy fina de una aleación de iridio y platino, material muy duro y resistente a la corrosión; la cúspide tiene un radio de curvatura de aproximadamente 6 μ ($= 6 \cdot 10^{-4}$ cm). Este tipo de suspensión y el hecho de que la fuerza que actúa sobre la superficie de contacto entre la piedra y la aguja es de solo 19,0 mg ($= 1{,}9 \cdot 10^{-2}$ g) (peso de la hélice bajo el agua en reposo) ha permitido disminuir a valores tolerables el efecto del roce.

La altura del extremo del pivote es regulable por tener su parte inferior forma de tornillo de ajuste (TA), el cual se deja fijo una vez calibrado el aparato.

Sobre el extremo de salida del tubo colector es posible colocar un anillo de reducción cuyo borde superior queda 0,21 cm más arriba del tubo colector primitivo. Su diámetro interno es de 0,45 cm y adapta el conducto de salida para una hélice similar a la anteriormente descrita pero más pequeña: Su envergadura es de 0,41 cm, su espesor es 0,2 cm, su masa 15,9 mg ($= 1{,}59 \cdot 10^{-2}$ g) y su peso sumergida en el agua 7,5 mg ($= 7{,}5 \cdot 10^{-3}$ g). En ella la relación velocidad de rotación/flujo es aproximadamente 14 veces mayor que en la otra hélice. Sirve, por esto, para registrar flujos menores.

El sistema de medición tiene cierta semejanza con una corredera, o también con una turbina, especialmente la de KAPLAN. Se diferencia de esta, entre otras cosas, por no poseer placas deflectoras, porque su rodete o hélice tiene álabes de ángulo fijo, y no va montada dentro de una cápsula sino sobre el extremo de salida del tubo colector que conduce el flujo en sentido ascendente. Así la hélice, que se encuentra a algunos centímetros bajo el nivel del agua es fácilmente visible desde varios lados, lo que facilita el recuento de su rotación.

La presión de líquido (medida en desnivel piesométrico, o presión de la columna de agua) con que funciona el sistema es muy pequeña como para ser medida directamente. Por esta razón se midió con flujos bastante mayores a los del funcionamiento, leyendo el desnivel del líquido en el estanque central y el agua circundante con un micropiesómetro (MP) que por dos capilares iguales eleva y aproxima ambos niveles permitiendo comparar su altura. Luego se extrapoló a los valores menores, correspondientes al funcionamiento normal del aparato, echando mano de la relación de POISIEUILLE de la cual, al hacer constantes longitud y diámetro del tubo, y la viscosidad del líquido se obtiene que la presión es proporcional al flujo:

$$h = c\,\phi$$

en que h es la presión o desnivel piesométrico, ϕ el flujo de agua y c la constante de proporcionalidad. Con esta relación se llegó a valores de desnivel piesométrico del orden de los 40 μ ($= 4 \cdot 10^{-3}$ cm) al ser el flujo de 1 litro/hora ($= 3{,}2 \cdot 10^{-1}$ cm^3/seg).

De acuerdo con estos valores y teniendo en cuenta que la potencia neta de una caída de agua es directamente proporcional al flujo, la densidad del líquido, la aceleración de gravedad y la altura, se obtiene:

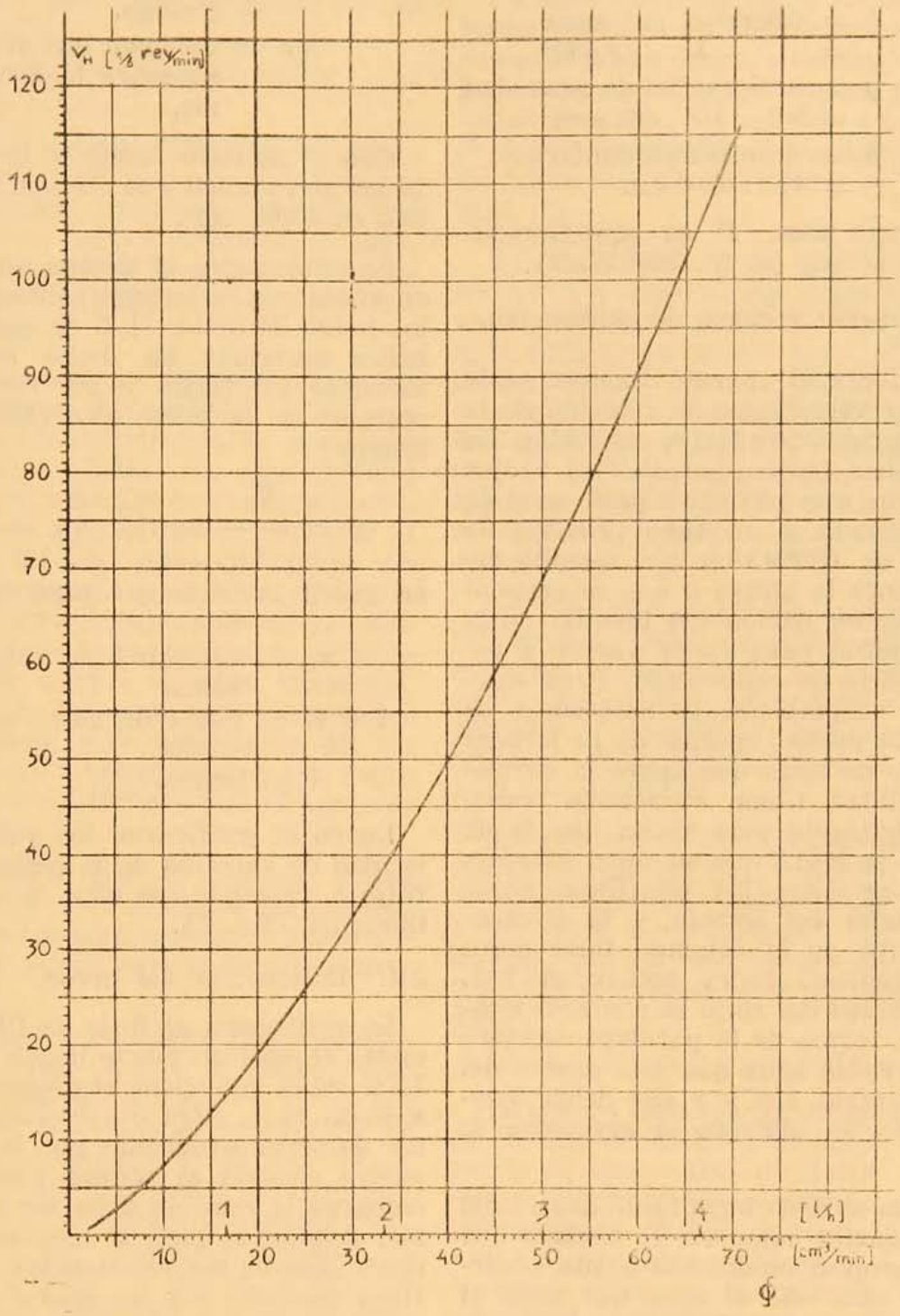

Fig. 2.

Curva de calibración de la hélice H_1 del aparato mostrado en fig. 1. Indica la correlación entre flujo de filtración (abscisas) y la velocidad de rotación de la hélice (ordenadas); esta última está expresada en 1/6 rev/min (= sextos de vuelta o pasos de álabe por minuto); el flujo de filtración está expresado en cm^3/min (= centimetros cúbicos o mililitros por minuto) y también en l/h (= litros por hora).

$$P = \phi \, \delta \, g \, h$$

en que ϕ = flujo
= $3{,}2 \cdot 10^{-1}$ cm³/seg
δ = densidad del agua
= 1 g/cm³
g = aceleración de gravedad
= $9{,}8 \cdot 10^{2}$ cm /seg²
h = desnivel piesométrico
= $4 \cdot 10^{-3}$ cm

La potencia neta, P es aproximadamente $3 \cdot 10^{-1}$ erg (= $3 \cdot 10^{-8}$ Watt).

2.3. Calibración y curva de calibración.

Para calibrar el aparato fue necesario cronometrar velocidades de rotación de la hélice producidas por flujos conocidos. La unidad básica para producir los flujos conocidos fue una jeringa hipodérmica de 20 cc conectada a un tubo provisto de una pinza de HOFMANN con tornillo regulable. Tanto la altura a que se suspendió como la regulación del tornillo de la pinza, sirvieron para hacer variar a voluntad el flujo de calibración. Para obtener flujos aceptablemente uniformes, se montó en la parte superior de la jeringa un depósito de agua que cubre el émbolo en su totalidad. Como su sección transversal es bastante más ancha que la de la jeringa, se logró que su nivel de agua variara poco entre las posiciones superior e inferior del émbolo, y la diferencia de altura de la columna total entre ambas posiciones fuera menor al 1%. La uniformidad del flujo se controló también por la forma de la parábola descrita por el chorro de agua que caía dentro del estanque central (EC) y que debía detenerse en forma abrupta al evacuarse la jeringa.

Esta agua se distribuye tanto dentro del estanque central como en el acuario que lo rodea, proporcionalmente a sus superficies, por esto sólo el agua que llega al acuario pasa realmente sobre la hélice de acuerdo con la siguiente relación:

$$Vr = Vj \frac{A_2}{A_1 + A_2}$$

en que A_1 = superficie libre del agua del acuario.
A_2 = superficie libre del agua del estanque central.
Vj = volumen total medido en la jeringa.
Vr = volumen que realmente pasa sobre la hélice al acuario.

Con el acuario usado y la jeringa de 20 cc, el volumen que circula sobre la hélice es 18,62 cm³.

Se cronometró el tiempo que demoraba en evacuarse la jeringa contando también los pasos de álabe (1/6 de vueltas) de la hélice ocurridas en dicho tiempo obteniéndose los flujos y las velocidades de rotación de la hélice al dividir por dicho tiempo:

$$\phi = \frac{V_r}{t} \quad : \quad v_H = \frac{1/6\,N}{t}$$

en que ϕ = flujo que pasa sobre la hélice
v_H = velocidad de rotación de la hélice
1/6 N = pasos de álabe = sextos de vuelta
t = tiempo

Luego se graficaron los valores de velocidad de rotación de la hélice v_H versus flujo ϕ, trazando con ellos la curva de calibración (fig. 2).

2.4. Estimación del error.

La resistencia al flujo de filtración que opone el aparato puede llegar a ser hasta 1,3% de la que opone el propio organismo a dicho flujo, cifra considerada como factor de error producido por la resistencia pasiva opuesta al animal (ver 2.2.). Sin embargo la relación debe ser más favorable, debido a que, al desconocerlas, se desestimaron las resistencias internas al flujo opuestas por el aparato branquial del molusco. Por esta razón, y por la probable capacidad reguladora del molusco, compensadora de las resistencias extrañas, no se justifica agregar algún factor de corrección al flujo efectivo medido.

Al estar aproximadamente bien nivelado el aparato, y no influir corrientes ex-

trañas, los demás factores de error se mantienen dentro del orden de magnitud indicado. Por esto, parece apropiado que el error total debe ser estimado en un porcentaje bajo.

3. Montaje y medición experimental.

El estanque central (EC, fig. 1) unido al tubo colector (TC), cuya posición correcta se obtiene haciendo coincidir dos marcas (M) en tubo y estanque, se coloca en el acuario hasta la marca (NA) sin alcanzar a sumergirlo completamente. Debe ser nivelado.

El molusco puede ser montado fuera del agua en el carro de sujeción (CS) que lleva la membrana divisoria de goma con incisión central (MD). En esta incisión se introduce el extremo posterior del chorito; luego se fija la parte anterior al umbo entre las dos púas de bronce del brazo de sujeción. La membrana divisoria debe pasar sobre aquel punto de las valvas bajo el cual se encuentra la división entre el sifón anal y el sifón branquial. La posición de la membrana con respecto a los sifones, y la inclinación del eje longitudinal del animal pueden ser regulados desde el tornillo que fija el brazo de sujeción.

Ahora el carro con el molusco puede ser colocado adosado a una de las paredes perforadas del estanque central, entre cuyos rieles se acuña por su propia gravedad.

A continuación se coloca muy cuidadosamente mediante pinzas la hélice sobre el pivote central del orificio de salida del tubo colector, teniendo la precaución de llenar de agua la perforación central de la hélice sin dejar burbujas. Esto se puede conseguir con una pipeta de punta fina.

Si, al dejar caer una gota de agua en el estanque, la hélice se mueve, el aparato está listo para funcionar. Según las condiciones ambientales y la propia disposición del molusco, este puede empezar a filtrar después de algunos minutos, pero a veces puede demorarse varios días en comenzar.

Es conveniente controlar si la membrana divisoria se ajusta bien alrededor de las valvas, tarea que se puede facilitar con un pequeño espejo de dentista.

La determinación de la filtración se ha hecho hasta ahora contando las vueltas o pasos de álabe durante determinado tiempo, o cronometrando cierto número de pasos o vueltas. De acuerdo a la velocidad de rotación obtenida se puede leer el flujo de filtración directamente de la curva (fig. 2).

Así el sistema se ha tenido funcionando durante semanas sin haber razones para desmontarlo. Sólo el funcionamiento muy prolongado puede traer el problema de crecimiento de algas sobre la hélice lo que falsearía los resultados. Pero, la hélice puede ser retirada y limpiada en cualquier momento. Ha sucedido también que algún caracol del acuario ha pretendido subirse a la hélice bloqueándola con sus secreciones.

La filtración contínua, propulsada por movimiento ciliar, es registrada por una rotación contínua de la hélice hacia la derecha. En cambio, el cierre de valvas, evocable al golpear el estanque, se registra por un brusco retroceso de la hélice hacia la izquierda.

En ejemplares de *Diplodon chilensis* de aproximadamente 15 gramos de peso vivo se han registrado flujos de filtración de 1 a 2 litros por individuo y por hora, habiendo también valores menores y largos períodos sin registro de actividad filtradora.

4. Proyecciones.

Siendo un aparato relativamente sencillo en cuanto diseño y montaje, su virtud reside en tener una precisión aceptable, poder funcionar como sistema cerrado, y ejercer muy escasa resistencia al flujo ajena al organismo filtrador. La energía necesaria para su funcionamiento es aportada exclusivamente por el animal, siendo la potencia que actúa en el tubo colector y la hélice sumamente pequeña. En el caso de que fuera aprovechable se necesitarían del orden de mil millones de choritos para encender una ampolleta. El desnivel piesométrico que debe vencer el molusco es del orden de micrones hasta de-

cenas de micrones. Los desniveles en el sistema de "estanques de nivel constante" (cf. GALTSOFF, 1926, 1928, 1964) deben ser difíciles de mantener tan pequeños, debido a los fenómenos de tensión superficial que actúan en el rebalse cuyo error es difícil de ponderar.

El punto más débil de nuestro método en cambio es aquel ligado al roce que se logró hacer pequeño, aunque no despreciable, mediante la suspensión tipo brújula. Este método es aún perfeccionable, especialmente corrigiendo la forma hidrodinámica de los elementos sensibles que aún debe distar de su forma "ideal".

Ya que el recuento visual de las revoluciones de la hélice por unidad de tiempo resulta tedioso, existe el proyecto de acoplar un aparato electrónico que cuente los destellos de un rayo luminoso que es interferido intermintententemente por el paso de las álabes de la hélice.

5. Agradecimientos.

Quiero expresar mis agradecimientos;

A mis profesores que han patrocinado este trabajo Prof. CECILIA OSORIO. Prof. CARLOS GRANDJOT y Prof. NIBALDO BAHAMONDE.

A mis padres, señores ALFREDO y ALLI BUSSE, quienes me han dado todo tipo de facilidades; al Prof. IVAN SOLIS quien me facilitó interesante literatura; como a los profesores WILLIAM DUARTE y CARLOS JARA que aportaron importantes materiales de laboratorio y a mi hermana Sra. HILDA B. DE RADEFELDT por su ayuda técnica en los dibujos.

6. Resumen.

Un método para medir flujos de filtración producidos por organismos filtradores de plancton fue diseñado y descrito en sus características técnicas. Se basa en el registro de la rotación de una hélice producida por medio del flujo de agua movido por el animal y que es conducido hacia ella. El aparato registra fielmente flujos dentro de un rango desde varios centímetros cúbicos hasta pocos litros por hora, correspondiendo así a los valores observados experimentalmente en ejemplares del molusco **Diplodon chilensis.**

La disminución posible del flujo efectivo debida a la resistencia pasiva que opone el aparato puede llegar a ser hasta 1,3%. El error total del método de medición se estimó en un bajo porcentaje.

7. Zusammenfassung.

Ein Messverfahren des Wasserdurchflusses planktonfiltrierender Wasserlebewesen wurde entwickelt und in seinen technischen Einzelheiten beschrieben. Das Prinzip beruht auf einer Schraube, welche durch den zu ihr geleiteten Wasserstrom, den das Tier fördert, in Umlauf gesetzt wird. Das Gerät zeigt Werte von mehreren Kubikzentimetern bis zu wenigen Litern in der Stunde zuverlässig an. Seine Empfindlichkeit entspricht somit den Filtrationsraten, die bei den als Versuchstiere verwendeten Muscheln **Diplodon chilensis** beobachtet wurden.

Die mögliche, durch den Widerstand des Apparates hervorgerufene Abbremsung des Stromes, dürfte bis 1,3% betragen. Die gesamte Unsicherheit der Messmethode ist mit wenigen Prozent veranschlagt.

8. Summary.

A method for measuring waterflow produced by plancton-filtrating organisms was designed and described in its technical properties. It is based on a propeller that is put into rotation by means of the current moved by the animal. The device records amounts from many mililiters to few liters per hour accurately, correspondig to the range of filtration rate observed experimentally in the molluso **Diplodon chilensis.**

The possible disminishing of the waterflow due to the passive resistance of the apparatus may be till to 1,3%. The whole error of the method was estimated to be of few percent.

9. Referencias bibliográficas

GALTSOFF, PAUL S.

1926. New methods to measure the rate of flow produced by the gills of oyster and other molluscs. Science **63** (1926): 233-234.

1928. Experimental study of the function of the oyster gills and its bearing on the problems of oyster culture and sanitary control of the oyster industry. Bull. US. Bur. of Fisheries **44** (1035): **1-39**.

1964. The American Oyster **Crassostrea virginica** GMELIN. Bull. U.S. Bur. of Fisheries **64**:185-194.

HOPKINS, A. E.

1933. Experiments on the feeding behavior of the oyster, **Ostrea gigas.** Journ. Exptl. Zool. **64**(3) 469-494.

MIRNOW, G. N.

1948. Filtration and feeding in Black Sea mussels. Trudy Sevastopolskoi Biologicheskoi Stantsii **6**:338-352.

Comentarios bibliográficas

V. PÉREZ-D'ANGELLO

A REVISION OF THE SCENOPINIDAE (DIPTERA) OF THE WORLD. L. P. KELSEY. U. S. Nat. Mus. Bull. 277. Smithsonian Institution. 1969.

Este trabajo es el único que trata a los Scenopinidae a nivel mundial desde la revisión de Kröber en 1937 (Ein Beitrag zur Kenntnis der Omphraliden (Scenopinidae), Diptera. Stettin ent. Zeitung, **98**:211-231, 2 figs.).

En esta publicación de Kelsey, la familia Scenopinidae comprende 214 especies, distribuidas en 16 géneros y 4 subgéneros. Está dividido en: notas biológicas, métodos, presentación, sistemática, clave para los géneros y bibliografía.

Para nuestro país se cita una sola especie: **Heteromphrale chilensis** (KROBER).

NOTA: con ésta, las referencias completas para la única especie de Scenopinidae de Chile son las siguientes:

Género **Heteromphrale** KROBER 1937

chilensis (KROBER) Ent. Mitt. **17**:31, fig. 1 **Pseudatrichia** (1928); EDWARDS Dipt. Patag. S. Chile **5**(3):258, **Pseudatrichia** (1932); KROBER Stettin. ent. Zeitung **98**221 (1937); STUARDO ORTIZ Cat. Dipt. Chile :78, **Pseudatrichia** (1946); HARDY A Cat. Dipt Amer. U. S. States **32**:32.1-32.2 (1956); KELSEY U. S. Nat. Mus. Bull. **277**:12, 286, fig. 186 (1969).

★ ★ ★ ★

De cobre y bronce fueron hechas las campanas y las joyas de la antigüedad.

★ ★

El cobre ha sido primer actor a través de todas las edades de la humanidad.

★ ★

En cobre y bronce se fundieron las campanas que llamaron a la libertad.

★ ★

El cobre juega un papel fundamental en los usos domésticos, en los transportes y en las comunicaciones.

★ ★

GENTILEZA DE SOC. MINERA "EL TENIENTE" S. A.

★ ★ ★ ★