

CARBONATO DE CALCIO EN MOLUSCOS Y EQUINODERMOS DE ANTOFAGASTA,
CHILE

Esther Navea A.* y Oscar Miranda B.**

ABSTRACT. The percentage of CaCO_3 in three molluscs and one echinoderm species from Antofagasta were determined. No differences were found between sexes and/or sizes. However there is a monthly trend along the year within and between species.

INTRODUCCION

Fuera del uso inmediato del carbonato de calcio, proveniente de conchas, en agricultura como neutralizante por formación de coloides, o como agregado en la alimentación de aves; el carbonato de calcio y sus variaciones es de interés en biología marina tanto en la explotación y manipulación de recursos con fragilidad de conchas (Medcof 1944) como en los análisis de edades, teoría de formación de anillos de crecimiento (Pannella y MacClintock 1968); y en los fenómenos de fisiología del calcio tanto en el crecimiento normal como en los de regeneración valval e interacciones ambiente/organismo (Wilbur 1964).

En los casos de *Ostrea virginica* y *Busycon carica* se ha encontrado (Wilbur y Anderson 1950) que la anhidrasa carbónica no favorecería el crecimiento de la primera especie, mientras que en la segunda, una mayor actividad enzimática, provoca un

* Gregorio Marañón 1433, Viña del Mar, Chile.

** Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

mayor tamaño de concha, pero difiriendo dicha acción en relación con los tamaños, según las localidades.

En los equinodermos, el carbonato de las partes duras está en forma de calcita (Chave 1954, en Hedgpeth 1957: 265). Vles y Gex (1935) e Hirabayashi (1937); (también en Hedgpeth, 1957: 265) encontraron que el pH del agua de mar, que rodea a los erizos en desarrollo final de sus espículas, se eleva considerablemente. Chave (1954), (en Hedgpeth 1957: 266) sugirió que las condiciones químicas para la precipitación del CO_3 puede variar de acuerdo con la edad individual.

Shimuzu (1970) comenta que el crecimiento de la testa de erizos aún no ha sido aclarada, considerándose que el líquido perivisceral contiene minerales en un estado de pre-depósito. La especie tratada por este autor (*Strongylocentrotus intermedius*) cesa su crecimiento en verano, con un cambio estacional en la concentración de proteínas del fluido perivisceral. Heatfield (1970), encontró que la absorción de calcio por espinas fracturadas de la especie *Strongylocentrotus purpuratus* es muy rápida después de dos días de cierto reposo o retraso y está en directa proporción a la temperatura.

De acuerdo con las consideraciones anteriores se puede esperar diferencias entre especies y localidades; por lo que con el presente trabajo se intentó determinar: a) si habían diferencias significativas en el contenido de carbonato de una misma especie de acuerdo con el estado de desarrollo sexual; b) evaluar el contenido de CO_3 en especies de diferentes habitat ecológico y c) establecer la variación estacional, lo que pudo hacerse en una sola especie.

LUGAR, MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron conchas de las especies marinas:

Eurhomalea rufa (Lamarck 1818) (almeja) habitat arena (orilla)

Loxechinus albus (Molina) (erizo) habitat roca

Aulacomya ater (Molina 1782) (cholga) habitat roca

Chlamys (*Argopecten*) *purpurata* (Lamarck 1819) (ostión) habitat arena (fondo)

Chlamys (Argopecten) purpurata (Lamarck 1819) proviene de Mejillones; *Eurhomalea rufa*, *Loxechinus albus* (Lamarck 1818) de Hornito (90 kms, al Norte de Antofagasta) y *Aulacomya ater* tanto de Mejillones como de Hornito.

Se tomó una muestra de 0,5 g de concha tratando de que el pedazo fuera sacado del mismo sector junto al borde en las diferentes especies. Eje dorso ventral en los moluscos, eje ecuatorial en equinodermos. Los 0,5 g fueron dejados en 16 cc de HCl 1 N en frascos de vidrio bien tapados, hasta el término de la reacción (ausencia de burbujas).

Se hizo tantas determinaciones como conchas disponibles habían:

| | | |
|--|----|-----------------|
| <i>Eurhomalea rufa</i> (almeja) | 14 | determinaciones |
| <i>Loxechinus albus</i> (erizo) | 64 | " |
| <i>Aulacomya ater</i> (cholga) | 39 | " |
| <i>Chlamys (Argopecten) purpurata</i> (ostión) | 12 | determinaciones |

Luego se procedió a titular cada una de las muestras con NaOH 1 N usando anaranjado de metilo como indicador. Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de CaCO_3 de las conchas y testas de cada especie.

Se separaron por grupos comparando los resultados obtenidos de las diferentes conchas, las cuales estaban marcadas previamente con un número. Este número nos indicaba la fecha de muestreo, sexo, estado sexual, longitud o diámetro según la especie, estudiándose el $\text{CO}_3^{=}$ de acuerdo a estas 4 diferencias más la comparación entre especies distintas. Se realizó un análisis de varianza transformando los porcentajes de acuerdo con la tabla arco-seno, cuyo uso fue comprobado por el test de Sumatoria de Tukey (Snedecor y Cochran 1956).

RESULTADOS

Eurhomalea rufa

Comparación según su longitud total

La muestra de *Eurhomalea rufa* se separó en 3 tamaños de longitud: las pequeñas de 30 a 40 mm, las medianas de 41 a 50 mm y

las grandes de 51 a 50 mm.

Se calculó el contenido de carbonato para cada uno de estos grupos encontrándose que las muestras pequeñas tenían 97,72%, las medianas 95,15% y las grandes 97,47%. Se halló un $F = 1,26$ con 2,9 grados de libertad, valor no significativo ($p = 1\%$) (Tabla 1).

Según su desarrollo sexual

Se trató de verificar si hay diferencia entre los porcentajes según diferentes estados de maduración sexual. En muestras maduras el porcentaje es 95,81, en inmaduras hay 97,80 y en preparación existe 97,72% de CaCO_3 . Como había datos solamente en especies maduras, inmaduras y en preparación (faltó el estado de desove), se hizo el análisis de varianza entre estos 3 estados. (Tabla 2).

Según el análisis no hay diferencia significativa entre estos 3 estados con respecto al porcentaje de CaCO_3 fijado.

Loxechinus albus

Según su diámetro

Se agrupó las muestras en 3 tamaños, un primer grupo de 30 a 50 mm, un 2° grupo de 50 a 70 mm y un tercer grupo de 71 a 90 mm. En el primer grupo se encontró 82,97% de CaCO_3 , en el segundo grupo 84,53 y en el tercero 85,96%.

Según el análisis de varianza no hay diferencia significativa entre los promedios. (Tabla 3).

Según su sexo

También se analizó el porcentaje de carbonato existente entre hembras y machos sin encontrar diferencia importante según el análisis de varianza. (Tabla 4).

El porcentaje medio entre los machos fue de 85,20 y entre las hembras fue de 84,60.

Según su desarrollo sexual

Se analizaron datos correspondientes a erizos hembras en estado maduro, intermedio y en preparación. Se observa un porcentaje promedio de CaCO_3 en las hembras en maduración 85,72%.

En las hembras en preparación el porcentaje es de 83,77 y en las hembras intermedias es de 82,56%.

Según el análisis de varianza no hay diferencia significativa entre los promedios. (Tabla 5).

Según su fecha de muestreo

Se analizó el porcentaje en muestras obtenidas en diferentes épocas del año: Primavera, Verano, Otoño e Invierno encontrándose diferencias significativas entre los porcentajes de acuerdo al análisis de varianza. (Tabla 6).

Los porcentajes mayores 86,86 y 86,48 se encuentran en Invierno y en Primavera respectivamente. En Verano se encontró 82,83% y en Otoño 82,11%.

Aulacomya ater

Según su longitud

Se trabajó en el estudio del porcentaje de CaCO_3 de muestras de diferente longitud, para lo cual, las muestras se reunieron en 4 grupos; un primer grupo de 60 a 70 mm, un segundo grupo de 71 a 80 mm, un tercer grupo de 81 a 90 mm y un cuarto grupo de 91 a 100 mm. En el primer grupo se encontró 88,38% de CaCO_3 , en el 2° grupo se obtuvo 90,12%, en el tercer grupo el porcentaje fue de 89,91 y en el cuarto grupo el porcentaje encontrado fue de 89,86%.

El análisis de varianza reveló que la diferencia en los porcentajes no era significativa. (Tabla 7).

Según su sexo

En el estudio del porcentaje existente entre hembras y machos, no se encontró diferencia significativa entre los promedios de los dos sexos (Tabla 8). Sin embargo, se observa un ligero aumento en el porcentaje de los machos 91,01, mientras que en las hembras este porcentaje es menor 89,65%.

Según su desarrollo sexual

No se encontró diferencia importante entre los porcentajes de CaCO_3 , de muestras en distintos estados de desarrollo sexual según el análisis de varianza (Tabla 9). Este análisis se hizo tomando ejemplares de hembras en los estados maduros, inmaduros, indeterminado y en desove.

El porcentaje de CaCO_3 se obtuvo en las hembras en desove 91,23, las hembras maduras dieron 88,90% de $\text{CO}_3^{=}$, en las hembras en estado indeterminado el porcentaje fue de 87,70 y en las hembras inmaduras se obtuvo 88,00%.

En los machos no se efectuó el estudio por falta de ejemplares en todos los estados de desarrollo sexual.

Según la fecha de muestreo

El análisis de varianza demostró que la diferencia de porcentaje de CaCO_3 de representantes muestreados en diferentes épocas del año era significativa (Tabla 10). El estudio se hizo con muestras de Otoño, Invierno y Verano. No se hizo con especies tomadas en Primavera por no haberse hecho muestreo en esa época.

En Verano se encontró un porcentaje de 91,18 de CaCO_3 en Otoño el porcentaje fue de 89,10 y en Invierno se obtuvo 86,65% de CaCO_3 .

Contenido de CaCO_3 en las diferentes especies

Se compararon ejemplares cuyo habitat ecológico es distinto; éstas fueron:

- Eurhomalea rufa* (arena orilla)
- Loxechinus albus* (roca)
- Aulacomya ater* (roca)
- Chlamys (Argopecten) purpurata* (arena fondo)

El análisis de varianza dio diferencia significativa entre los porcentajes de CaCO_3 . (Tabla 11).

Los porcentajes mayores de CaCO_3 se encuentran en *Eurhomalea rufa* y *Chlamys (Argopecten) purpurata* 96,78 y 95,67% respectivamente, mientras que *Aulacomya ater* posee 89,65 y *Loxechinus albus* 84,88% de CaCO_3 .

CONCLUSIONES

De acuerdo a la cantidad decreciente de carbonato, el orden de importancia entre las especies es el siguiente: *Eurhomalea rufa*, *Chlamys (Argopecten) purpurata*, *Aulacomya ater* y *Loxechinus albus*.

No es posible determinar el estado de desarrollo sexual analizando los contenidos de CaCO_3 ya que las diferencias obtenidas son muy pequeñas, para una fecha determinada.

Sin embargo, se encontró una notoria variación en los porcentajes de CaCO_3 según la fecha de muestreo. Corroborando lo dicho estos resultados varían según la especie: así en *Loxechinus albus* el porcentaje de CaCO_3 es mayor en Invierno y Primavera y menor en Otoño y Verano, mientras que en *Aulacomya ater* el mayor porcentaje se encuentra en Verano y el menor en Otoño e Invierno.

No existe tampoco una diferencia notoria en el porcentaje de CaCO_3 entre las diferentes especies de *Eurhomalea rufa*, *Aulacomya ater* y *Loxechinus albus*; sin embargo, el cálculo acusa una ligera disminución entre las conchas más grandes con respecto a las más pequeñas.

Con respecto al porcentaje de CaCO_3 entre machos y hembras no se encontró una diferencia significativa en ninguna de las especies.

RESUMEN

Se realizó la determinación de CaCO_3 en conchas de *Eurhomalea rufa*, *Loxechinus albus*, *Aulacomya ater* y *Chlamys (Argopecten) purpurata* haciendo posteriormente el análisis de varianza para verificar si los porcentajes variaban de acuerdo a tamaño, con transformación arco-seno, estado sexual, sexo, fecha de muestreo. Por último se comparó el porcentaje de CaCO_3 entre las diferentes especies.

Se observó que el porcentaje no variaba en cada una de las especies, aunque cambiara su tamaño, sexo y estado sexual, mientras que el porcentaje de CaCO_3 variaba en una especie muestreada en diferentes épocas del año. Sucedió lo mismo al comparar el porcentaje en diferentes especies.

SUMMARY

The CaCO_3 content (percentage of total weight) of the bivalves *Eurhomalea rufa*, *Chlamys (Argopecten) purpurata*, *Aulacomya ater* and the echinodermata: *Loxechinus albus* were determined. The species are presented in order of decreasing calcium content. Comparisons were made using arc-sen transformation and ANOVA.

Differences are too small to assess the effect of sex, or sexual state of development on CaCO_3 content. But a notorious disparity exists between dates of sampling within species. Between species the cycles of maxima and minima also differs. *Loxechinus albus* has its peak in winter and spring, and its minima in autumn and winter; but *Aulacomya ater* has its peak in summer, and the minima in autumn and spring.

Tablas Resúmenes de Análisis de Varianza de Porcentajes de CaCO_3 .Tabla 1. Comparación en *Eurhomalea rufa* según su longitud total.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|--------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre tallas | 36,3600 | 2 | 18,1800 |
| Tallas | 128,8447 | 9 | 14,3160 |
| TOTAL | 165,2047 | 12 | |

$$F = \frac{18,1800}{14,3160} = 1,26 (2,9). \text{ Se acepta la hipótesis al } 1\%.$$

Tabla 2. Comparación en *Eurhomalea rufa* según su desarrollo sexual.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|------------------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre estados sexuales | 54,5725 | 2 | 27,2862 |
| Estados sexuales | 126,1785 | 11 | 11,4707 |
| TOTAL | 180,7510 | 14 | |

$$F = \frac{27,2862}{11,4700} = 2,37 (2,11). \text{ Se acepta la hipótesis al } 1\%.$$

Tabla 3. Comparación en *Loxechinus albus* según su diámetro.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|--------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre tallas | 28,4229 | 2 | 14,2114 |
| Tallas | 1538,5513 | 58 | 26,5438 |
| TOTAL | 1567,9742 | 61 | |

$$F = \frac{14,21}{26,5439} = 0,5353 (2,58). \text{ Se acepta la hipótesis al } 1\%.$$

Tabla 4. Comparación en *Loxechinus albus* según su sexo.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|-------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre sexos | 19,7570 | 1 | 19,7570 |
| Sexos | 280,8536 | 52 | 5,5069 |
| TOTAL | 300,6106 | 54 | |

$$F = \frac{19,757}{5,5069} = 3,587 (1,51). \quad \text{Se acepta la hipótesis al 1\%}.$$

Tabla 5. Comparación en *Loxechinus albus* según su desarrollo sexual.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|------------------------|-----------------------|----------------|-------|
| Entre estados sexuales | 46,0038 | 2 | 23,00 |
| Estados sexuales | 190,6590 | 34 | 5,607 |
| TOTAL | 236,6628 | 37 | |

$$F = \frac{23,00}{5,607} = 4,102 (2,34). \quad \text{Se acepta la hipótesis al 5\%}.$$

Tabla 6. Comparación en *Loxechinus albus* según su fecha de muestreo.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|-------------|-----------------------|----------------|--------|
| Entre lotes | 104,493 | 3 | 34,831 |
| Lotes | 46,8176 | 34 | 1,3769 |
| TOTAL | 151,3106 | 38 | |

$$F = \frac{34,831}{1,3769} = 25,2966 (3,34). \quad \text{Se rechaza la hipótesis}.$$

Tabla 7. Comparación en *Aulacomya ater* según su longitud.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|--------------|-----------------------|----------------|----------|
| Entre tallas | 4,0063 | 3 | 1,3354 |
| Tallas | 29783,6200 | 33 | 902,5339 |
| TOTAL | 29787,6263 | 37 | |

$$F = \frac{1,3354}{902,5339} = 0,014 (3,33). \quad \text{Se acepta la hipótesis al 1\%}.$$

Tabla 8. Comparación en *Aulacomya ater* según su sexo.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|-------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre sexos | 28,295 | 1 | 28,295 |
| Sexos | 459,179 | 33 | 13,9145 |
| TOTAL | 487,474 | 35 | |

$$F = \frac{28,295}{13,9145} = 2,03 (1,33). \quad \text{Se acepta la hipótesis al 1\%}.$$

Tabla 9. Comparación en *Aulacomya ater* según su desarrollo sexual.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|-------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre sexos | 39,8501 | 3 | 13,2833 |
| Sexos | 154,9313 | 16 | 96,832 |
| TOTAL | 194,7814 | 20 | |

$$F = \frac{13,2833}{96,833} = 0,1371 (3,16). \quad \text{Se acepta la hipótesis al 1\%}.$$

Tabla 10. Comparación en *Aulacomya ater* según su fecha de muestreo.

| Origen | Suma de los cuadrados | Grado libertad | Media |
|-------------|-----------------------|----------------|---------|
| Entre lotes | 138,1100 | 2 | 69,0500 |
| Lotes | 373,0329 | 36 | 10,3620 |
| TOTAL | 511,1429 | 39 | |

$$F = \frac{69,0500}{10,3620} = 6,663. \text{ Se rechaza la hipótesis.}$$

REFERENCIAS

- Hedgpeth, J.W. (Editor). Treatise on Marine Ecology and Paleocology. 1957 Geol.Soc. of America Memoir 67, 2; 1296 pp.
- Medcof, J.C. Structure, deposition and quality of oyster shell (*Ostrea virginica* Gmelin). Journ.Fish.Res.Board Canada 6 (3): 209-216.
- Pannella, G. and C. MacClintock. Biological and environmental rhythms 1968 reflected in molluscan shell growth. Journ. of Paleontology 42 (5): 64-80.
- Shimuzu, M. Calcification in sea urchins II. The seasonal changes of 1970 protein concentrations and electrophoretic patterns of both protein and mucopolysaccharides in the perivisceral fluid of a sea urchin. Bull.Jap.Soc.Sci.Fish. 36: 377-384.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. Statistical Methods. Iowa State College 1956 Press. Ames Iowa pp. 534.
- Wilbur, K.M. Physiology of Mollusca Capítulo 8. Shell formation and 1964 regeneration: 243-282; Academic Press.
- Wilbur, K.M. and N.G. Anderson. Carbonic anhidrase and growth in the 1950 Oyster and Busycon. Biol.Bull. 98 (1): 14-24.