

PERIODICIDAD EN LAS VARIACIONES BIOMETRICAS DE *LOXECHINUS ALBUS* MOLINA

JUAN GUTIÉRREZ M.* e INÉS OTSU V.*

INTRODUCCION

Loxechinus albus se distribuye en: islas Galápagos; desde Ecuador hacia el sur, a lo largo de toda la costa sudamericana; Estrecho de Magallanes, excepto en su desembocadura atlántica, y en el océano Atlántico en las islas de los Estados y Observatorio (Fenucci, 1967).

En las costas chilenas, el erizo blanco, *Loxechinus albus* Mol., es el único erizo comestible, con un alto porcentaje de sustancias nutritivas. Creemos necesario efectuar un estudio completo de este equinodermo, especialmente en sus características taxonómicas y biométricas, fecundación artificial y desarrollo, con la intención de establecer las condiciones óptimas para realizar un cultivo artificial de la especie, que permitiría repoblar los lugares donde ya no se le encuentra debido a la sobreexplotación.

Nuestro laboratorio inicia estas investigaciones efectuando un estudio de las variaciones biométricas de *Loxechinus albus* en diferentes épocas del año. Para la obtención de las muestras se eligió el sitio denominado caleta de Hornos (Hornito), en el extremo norte de la bahía de Mejillones, situado en Lat. 22°54'50"S y Long. 70° 18' 30" W, en la provincia de Antofagasta.

MATERIAL Y METODOS

En el área de muestreo, *Loxechinus albus* se ubica en la zona inframareal adherido a las rocas mediante sus patas ambulacrales. Durante la-baja marea, los que se ubican más a la orilla pueden ser extraídos sin necesidad de buceo, desprendiéndolos con un "chope" (cuña metálica usada por los pescadores artesanales para desprender animales de las rocas).

Se obtuvieron 2 y 3 muestras mensuales durante los años 1965-1966, con muestras complementarias en enero, febrero y marzo de 1971. Se analizó un total de 1.838 individuos, con un promedio mensual de 141.

En el laboratorio las muestras fueron sometidas a los siguientes análisis:

1. Peso total, usando una balanza Sartorius con una precisión de 0.01 g.
2. Diámetro (que en adelante denominamos talla) y alto, con un vernier a una precisión de 0,1 mm.
3. Peso de las gónadas, en una balanza de precisión Sartorius, con 0.01 g de precisión.
4. Diferenciación sexual, mediante frotis al microscopio.

5. Características de las gónadas (aspecto, color, consistencia y tamaño).
6. Diámetro ovular con microscopio de ocular graduado.

Las regresiones y algunos parámetros estadísticos fueron calculados en una computadora electrónica IBM 1130 del Centro de Computación de la Universidad del Norte.

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN POR TALLA Y SEXO

Considerando los modos máximos en la distribución de frecuencia de talla por sexo entre julio de 1965 y marzo de 1966, el desplazamiento para ambos sexos es casi idéntico (2 mm), siendo 16 mm para los machos y 14 mm para las hembras. Se calcula un incremento mensual de 2 mm, por lo cual se deduce que a la talla máxima de la especie (106 mm) obtenida por el método de Walford (Fig. 1) la edad promedio sería de 5 años aproximadamente.

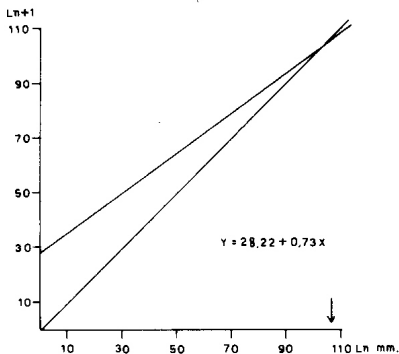


Fig. 1. Recta de Walford para el cálculo de la talla máxima promedio.

Para una comparación visual se entregan los gráficos de la frecuencia de talla por sexo, agrupada en meses estacionales (debido a la baja frecuencia mensual), incluyendo los correspondientes a los muestreos complementarios de 1971 (enero, febrero y marzo), cuyos modos coinciden con los mismos meses del año 1966 (Fig. 2).

En dicho gráfico se puede observar la ausencia de tallas grandes debido probablemente a la sobreexplotación, que involucra a la vez la disminución considerable de tallas pequeñas.

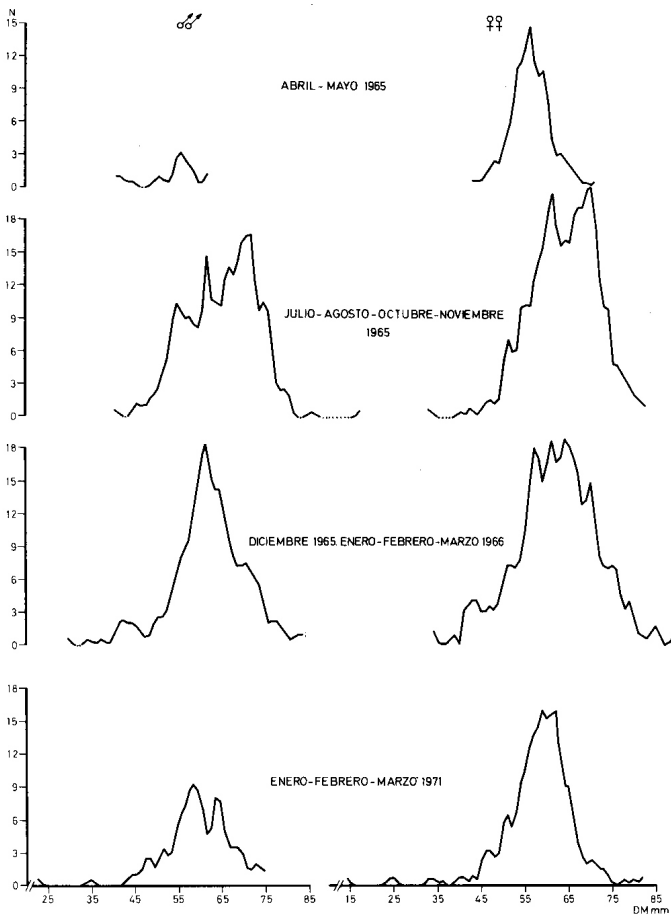


Fig. 2. Frecuencia periódica de talla (D.M.) por sexo.

RELACIÓN ENTRE LA TALLA Y EL ALTO

Se calculó la regresión para la relación talla y alto en todos los meses, obteniéndose siempre una regresión lineal cuyas leves variaciones mensuales no son significativas. La ecuación tipo para esta relación es la siguiente:

$$Y = 3.75 X^{0.79} \text{ (Fig. 3)}$$

Las primeras mediciones de alto y talla se efectuaron sin considerar las espinas; para tal efecto fueron eliminadas en las zonas de contacto con el vernier. Paralelamente y con el propósito de ahorrar tiempo, se hicieron mediciones de alto y talla incluyendo las espinas. Al comparar las mediciones en uno y otro caso, la diferencia no superaba el 1% en los individuos de mayor talla y en los de talla menor la diferencia disminuía casi a 0. Por consiguiente, en el resto de las muestras se midió el alto y la talla conservando las espinas.

RELACIÓN ENTRE LA TALLA Y EL PESO TOTAL

La relación talla-peso indica que no existe en este aspecto diferencia sexual comparando las regresiones de machos y de hembras.

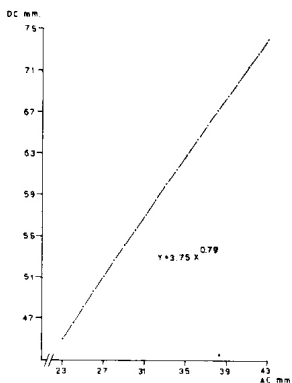


Fig. 3. Relación talla (DC) alto (AC).

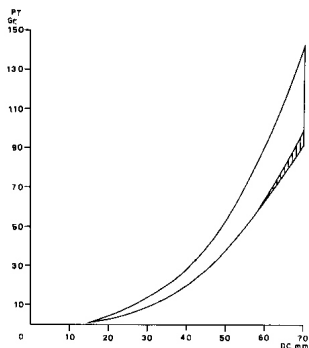


Fig. 4. Relación talla (DC) y peso total (PT) para hembras y machos (con sombreado la variación para los machos).

Para apreciar el incremento de peso por aumento de talla se graficaron las regresiones de los diferentes meses, obteniéndose gráficos casi idénticos para machos y para hembras.

La amplitud de la variación del peso en diámetros iguales se aprecia en el mismo gráfico, que superpuestos, aumenta levemente la amplitud de peso en los machos a partir de la talla 60 a 70 mm (indicada con sombreado en el gráfico, figura 4).

La ecuación tipo de la regresión sería $Y = 0.0004 X^{2.966}$ para las hembras, y para los machos $Y = 0.0006 X^{2.835}$.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN (K)

El factor K es considerado como un índice de bienestar corporal del animal o como un índice de engorde. En su variación influye de manera significativa el aumento o la disminución de la masa gonadal, en los periodos de prefreza y postfreza, respectivamente. El factor K se calculó con base a la fórmula atribuida a D'Arcy W. Thompson,

Fulton, Duncker y Larsen: $K = \frac{P}{L^3} 1000$ P = peso total; L = diámetro.

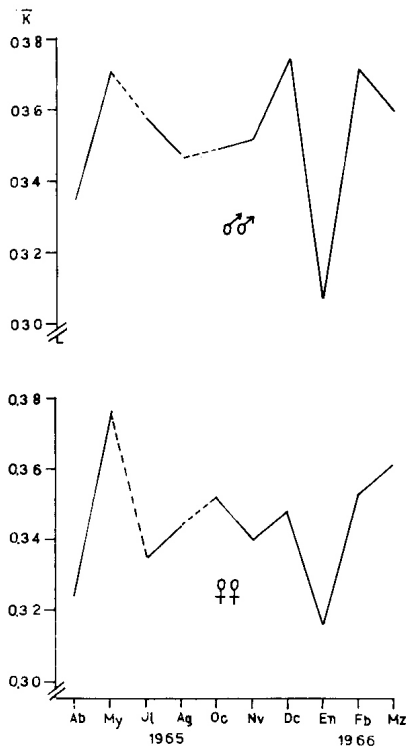


Fig. 5. Variación mensual del índice de condición (K) para hembras y machos.

Para el cálculo del Índice de Condición se consideraron los datos agrupados mensualmente, tomándose en cuenta los pesos promedios por intervalos de clases. Se graficó el valor de K promedio (\bar{K}) por mes (Fig. 5) apreciándose que los valores máximos tanto para hembras como para machos se dan en los meses de mayo de 1965, diciembre de 1965 y febrero de 1966. Estos valores coinciden con las posturas que aparecen en el gráfico de madurez sexual. Para las hembras se puede detectar, además, un modo en el mes de octubre que no aparece claramente en el grupo de los machos; no teniendo relación directa con el gráfico de madurez, se deduce que dicho aumento se debería a una sobrealimentación, ya que en este período aparecen en la zona grandes manchas de plancton.

El detalle de los valores usados en los cálculos se indica en las Tablas 1 y 2 incluyendo los valores de enero, febrero y marzo de 1971, que no aparecen en el gráfico pero que indicaron un aumento considerable en comparación con los meses del año 1965 y 1966. Este aumento se debió probablemente a las condiciones climáticas favorables durante el verano de 1971 y, por otro lado, a la disminución de la competencia por bajas en la densidad de los bancos debido a la sobreexplotación.

RELACIÓN EN LAS VARIACIONES DE LOS ÍNDICES DE CONDICIÓN (K), GONÁDICO (IG) Y DE MADUREZ (IM)

Para hacer una comparación en el cálculo de estos tres índices fundamentales, se consideraron los promedios de los datos agrupados por mes (abril, mayo y julio de 1965; enero, febrero y marzo de 1971). Los gráficos de los Índices de Condición, Gonádico y de Madurez en machos y hembras son semejantes, especialmente en los machos. Esto demuestra que el incremento de las gónadas influye notablemente en el peso total. En las hembras se detectan pequeñas fluctuaciones, posiblemente por la influencia más significativa de la variación de peso corporal (exceptuando las gónadas) y a la presencia del comensal *Pinnaxodes chilensis* Mol. (para machos y para hembras). De todas maneras la tendencia es de equiparamiento (Fig. 6, Tabla 3).

VARIACIÓN DE LA MADUREZ SEXUAL

Con el único propósito de ubicar los períodos de desove o postura se confeccionó una escala relativa de madurez sexual con 3 estados, considerando consistencia, color y tamaño de las gónadas, además de los diámetros ovulares.

Estado 1. Gónada muy angosta, de color rosado pálido que muestra gran cantidad de ovocitos al microscopio, cuyos diámetros corresponden a 8.5 micrones y valores inferiores.

Estado 2. Gónadas más gruesas que en el estado anterior, de color amarillo, con óvulos que presentan un diámetro que varía de los 17 a 68 micrones. Ovocitos en regular cantidad.

Estado 3. Gónadas turgentes, de gran tamaño. Aspecto granuloso. Color amarillo oscuro con predominio de óvulos que fluctúan entre 119 y 170 micrones de diámetro.

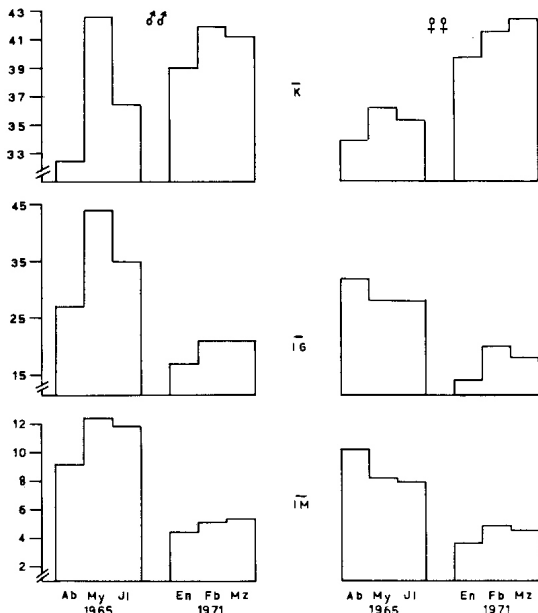


Fig. 6. Relación en las variaciones de los promedios de los índices de condición (K), gonádico (IG) y de madurez (IM).

Estos estados se graficaron mensualmente para hembras y para machos (Fig. 7).

Según los gráficos de madurez, coinciden las fluctuaciones para ambos sexos. Se puede apreciar un aumento de individuos maduros en los meses de agosto de 1965, enero de 1966 y marzo de 1966, que corresponderían a 3 épocas de postura. Una masiva, de mayor importancia que ocurriría en los meses de noviembre y diciembre, y dos posturas menores que tendrían lugar en febrero y en abril. Los períodos de madurez que se aprecian en estos gráficos coinciden con los valores máximos de K en el gráfico respectivo, siendo el más característico el del período julio-agosto de 1965 y que corresponde a la época de maduración masiva. Además se entrega un gráfico del porcentaje de variación de los individuos maduros (Fig. 8).

Para confirmar las características de los tres estados sexuales se calculó la frecuencia del diámetro ovular para cada estado de madurez (Fig. 9).

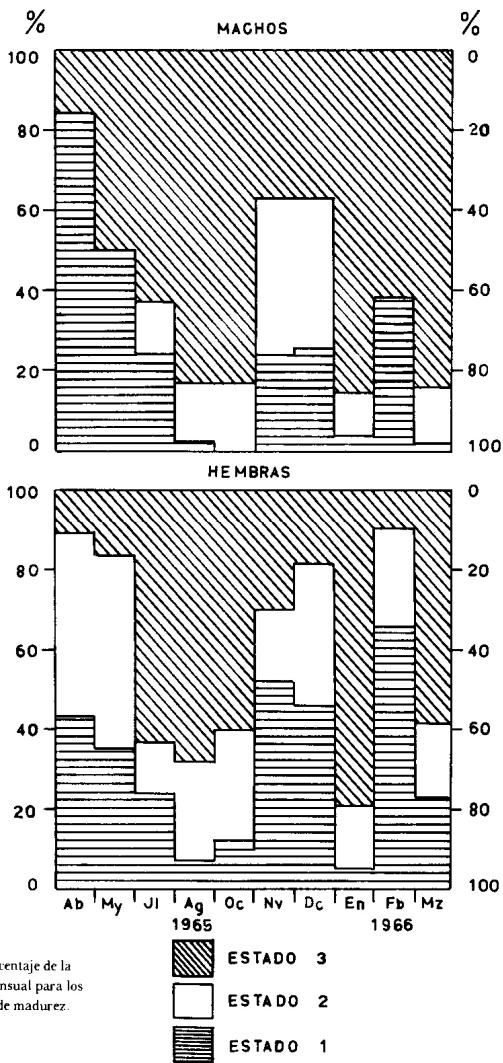


Fig. 7. Porcentaje de la variación mensual para los tres estados de madurez.

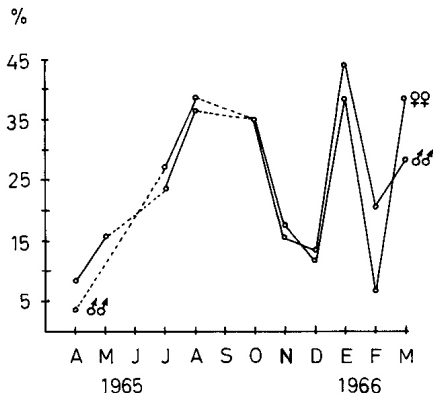


Fig. 8. Porcentaje de la variación mensual para erizos maduros.

FRECUENCIA MENSUAL POR SEXO

A través del año, existe un predominio de hembras sobre los machos especialmente en 1965, en que las hembras llegan a un 95% del total de individuos muestreados. La única vez que aumenta la proporción de machos superando levemente a las hembras (53%) es en enero de 1966, que corresponde a uno de los períodos más importantes de maduración masiva. La proporción de hembras y machos en porcentaje se entrega en el gráfico de la figura 10.

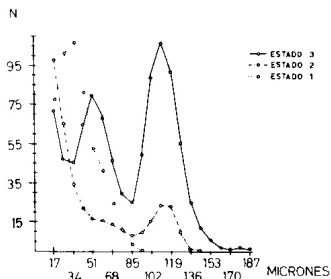


Fig. 9. Frecuencia de diámetro ovular para los tres estados de madurez.

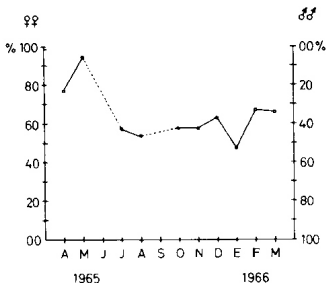


Fig. 10. Porcentaje mensual de la frecuencia por sexo.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Loxechinus albus Mol. es un erizo comestible de las costas chilenas. En el presente trabajo se hizo un análisis de las variaciones biométricas en diferentes épocas del año (1965, 1966, 1971). Las muestras se obtuvieron en caleta de Hornos (Lat. 22°54'50" S y Long. 70°18'30" W) con un promedio mensual de 141 ejemplares, totalizando 1.838 erizos analizados.

Los resultados de las características biométricas son los siguientes:

1. Distribución por talla (diámetro corporal) y sexo. Los modos máximos para ambos sexos se dieron en julio (1965) y marzo (1966). Se aprecia incremento de 2 mm por mes, deduciéndose una edad promedio de 5 años para tallas máximas (106 mm).

2. Relación talla (diámetro) y alto. La regresión calculada fue siempre recta, siendo su ecuación tipo $Y = 3.75 X^{0.79}$.

3. Relación talla (diámetro) y peso. El gráfico de regresión es casi idéntico para hembras y machos, representado por la ecuación tipo $Y = 0.0004 X^{2.966}$ en hembras y para machos $Y = 0.0006 X^{2.835}$.

4. Cálculo del Índice de Condición (K). Los valores máximos en ambos sexos, se dan en mayo de 1965, diciembre de 1965, febrero de 1966, coincidiendo con los períodos de postura. El detalle de los valores se entrega en las Tablas 1 y 2.

5. Relación en las variaciones de los Índices de Condición (K), Gonádico (IG) y de Madurez (IM). Los gráficos mensuales de estos tres índices coinciden, deduciéndose que el peso de la gónada influye significativamente en el peso total.

6. Variación de la madurez sexual. Según una escala relativa de madurez sexual, aumentan los ejemplares maduros en agosto de 1965, enero y marzo de 1966, que correspondería a tres épocas de postura: una masiva en los meses de noviembre-diciembre y dos menores en febrero y abril. Para confirmar dicha escala, se graficó la frecuencia del diámetro ovular para cada estado de madurez.

7. Frecuencia mensual por sexo. Predominan las hembras durante todo el año, excepto en enero de 1966 en que la proporción de machos supera levemente a las hembras.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Loxechinus albus Mol. is the edible sea urchin of the Chilean coast. The present report analyzes biometric variations in different periods of the year (1965, 1966, 1971). The samples studied were obtained in "Caleta de Hornos" (Lat. 22°54'50" S and Long. 70°18'30" W). 1838 sea urchins were studied, which meant a monthly average of 141 specimens.

The results of the biometric characteristics are:

1. Distribution by size (corporal or test diameter) and sex. Maximum modes of both sexes were obtained in July (1965) and March (1966). The specimens increased in size about 2 mm monthly. According to this datum, the animals in the largest average size group (106 mm) are considered to be 5 years of age.

2. Relationship of size (diameter) to height, showed linear regression. Equation: $Y = 3.75 X^{0.79}$.

3. Relationship of size (diameter) to weight. Graphical regression is almost identical for males and females. Equation $Y = 0.0004 X^{2.966}$ in females and in males $Y = 0.0006 X^{2.885}$.

4. Condition Index (K). Maximum values for both sexes, were obtained in May (1965), December (1965), February (1966), and were observed to coincide with the periods of spawning. Data are contained in Tables 1 and 2.

5. Relationship in variations of Condition (K), Gonad (IG) and Maturity (IM) Indexes. Monthly graphs of these indexes were observed to coincide, showing that weight of the gonad significantly affects the total weight.

6. Variation in sexual maturity. According to a relative maturity scale, the mature animals increased in August 1965, January 1966 and March 1966, corresponding to three periods of spawning, one massive in the months November-December and two smaller in February and April. To confirm that scale, ovular diameter frequency for each mature stage was plotted.

7. Monthly frequency of sexes. Females are predominant throughout the year, except in January 1966, when males slightly exceed females.

REFERENCIAS

- ARRAU, U. L. 1958. Desarrollo del erizo comestible de Chile. *Loxechinus albus* Mol. *Rev. Biol. mar., Valparaíso*, 7 (1,2,3): 39-61.
- BERNASCONI, I. 1963. Contribución a la bibliografía latinoamericana sobre equinodermos. 1648-1962. *Bibliografías Latinoamericanas. Oceanografía (Equinodermos)* 1963. UNESCO. Centro de Cooperación Científica de la UNESCO para la América Latina. Montevideo, Uruguay.
- FENUCCI, J. L. 1967. Contribución al conocimiento del crustáceo decápodo braquiuro *Pinnaxodes chilensis* (M. Edwards), comensal de *Loxechinus albus* (Molina) (Echinodermata, Echinoidea). *Physis, B. Aires*, 27 (74): 125-133.
- FUJI, A. 1967. Growth and Food Consumption of Sea Urchin. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido*, 15 (2): 84-160.
- MIRANDA, B. O. 1966. Recopilación de métodos de Análisis de Curvas Polimodales (Harding 1949; Cassie 1954; Tanaka 1952). *Apuntes oceanológicos N° 1*. Depto. de Oceanología, Universidad de Chile. Antofagasta.
- MIRANDA, B. O. 1966. El Índice de Condición de Baird para moluscos bivalvos. Un ábaco para su cálculo. *Estudios Oceanológicos*, Vol. 2: 45-47.
- MIRANDA, B. O. 1967. Edad y Grupos Modales en *Thais chocolata*; una Descripción de los Métodos usados. *Apuntes Oceanológicos N° 3*. Depto. de Oceanología. Universidad de Chile, Antofagasta.
- SCHWABE, G. H. 1936. Investigaciones sobre *Loxechinus albus* (Mol) y *Pinnotheres chilensis* Ew. *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 10: 125-136.
- SNEDECOR, G. W. 1959. *Statistical Methods (Applied to experiments in Agriculture and Biology)*. 5th. Ed., Iowa State College Press.

TABLA 1. Talla, Peso e Índice de Condición (K) de *Loxechinus albus* Mol.

Talla mm	Abril 1965						Mayo 1965					
	Machos			Hembras			Machos			Hembras		
	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K
11-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36-40	2	20.00	0.3644	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41-45	1	26.00	0.3270	2	25.50	0.3207	1	26.00	0.3270	1	32.00	0.4025
46-50	3	39.66	0.3586	9	37.88	0.3425	—	—	—	9	42.78	0.3868
51-55	8	50.00	0.3358	25	52.60	0.3533	2	55.00	0.3694	33	56.18	0.3774
56-60	5	56.00	0.2870	21	64.47	0.3315	1	81.00	0.4151	22	67.86	0.3478
61-65	—	—	—	4	74.75	0.2989	—	—	—	8	90.75	0.3629
66-70	—	—	—	3	93.00	0.2958	—	—	—	—	—	—
71-75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76-80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
81-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
86-90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
\bar{K}	—	—	0.33456	—	—	0.32378	—	—	0.37050	—	—	0.37548

TABLA 1. (continuación). Talla, Peso e Índice de Condición (K) de *Loxechinus albus* Mol.

Talla mm	Julio 1965						Agosto 1965						
	Machos			Hembras			Machos			Hembras			
	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	
11-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12.00	0.3339	
36-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	17.00	0.3098	
41-45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
46-50	8	43.88	0.3968	5	47.70	0.4313	—	—	—	3	41.66	0.3767	
51-55	22	56.72	0.3810	15	55.60	0.3735	7	54.14	0.3637	2	52.50	0.3526	
56-60	22	72.18	0.3699	25	72.16	0.3698	9	76.11	0.3901	20	61.35	0.3144	
61-65	4	84.25	0.3369	5	84.60	0.3383	11	84.55	0.3381	17	89.65	0.3585	
66-70	7	95.14	0.3016	6	111.00	0.3530	29	109.96	0.3495	34	111.18	0.3536	
71-75	3	135.33	0.3484	5	114.40	0.2941	17	132.82	0.3414	10	128.30	0.3298	
76-80	1	177.00	0.3730	2	151.50	0.3183	2	153.00	0.3224	4	174.00	0.3667	
81-85	—	—	—	1	118.00	0.2064	1	194.00	0.3393	—	—	—	
86-90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
91-95	—	—	—	—	—	—	1	270.00	0.3357	—	—	—	
\bar{K}	0.35780						0.33558						0.34400

Tabla 1. (continuación). Talla, Peso e Índice de Condición (K) de *Loxechinus albus* Mol.

Talla mm	Octubre 1965						Noviembre 1965					
	Machos			Hembras			Machos			Hembras		
	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K
11-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36-40	—	—	—	—	—	—	1	19.00	0.3463	—	—	—
41-45	—	—	—	—	—	—	4	32.20	0.4176	4	25.00	0.3144
46-50	—	—	—	—	—	—	2	38.50	0.3481	8	38.13	0.3448
51-55	2	53.50	0.3594	4	49.25	0.3308	11	50.45	0.3389	14	57.21	0.3843
56-60	—	—	—	2	73.00	0.3741	17	68.35	0.3503	20	69.35	0.3554
61-65	9	86.78	0.3471	16	91.50	0.3659	29	88.55	0.3541	32	84.44	0.3377
66-70	11	114.82	0.3652	18	116.39	0.3702	13	113.69	0.3616	32	105.91	0.3368
71-75	13	135.00	0.3470	11	135.55	0.3484	9	125.11	0.3216	6	130.83	0.3363
76-80	6	155.17	0.3270	6	152.50	0.3214	1	157.00	0.3308	1	150.00	0.3161
81-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
86-90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
\bar{K}			0.34914			0.35180			0.35214			0.33958

TABLA 1. (continuación). Talla, Peso e Índice de Condición (K) de *Loxechinus albus* Mol.

Talla mm	Marzo 1971					
	Machos			Hembras		
	N	Peso promedio gr	K	N	Peso promedio gr	K
11-15	—	—	—	—	—	—
16-20	—	—	—	—	—	—
21-25	—	—	—	—	—	—
26-30	—	—	—	—	—	—
31-35	—	—	—	—	—	—
36-40	—	—	—	1	26.00	0.4738
41-45	3	39.33	0.4947	4	36.25	0.4559
46-50	2	49.50	0.4476	12	51.00	0.4612
51-55	—	—	—	18	65.28	0.4385
56-60	2	89.50	0.4587	29	84.14	0.4312
61-65	5	102.20	0.4087	23	102.09	0.4083
66-70	2	130.50	0.4150	1	119.50	0.3801
71-75	—	—	—	—	—	—
76-80	—	—	—	—	—	—
81-85	—	—	—	—	—	—
86-90	—	—	—	—	—	—
91-95	—	—	—	—	—	—
\bar{K}			0.44494			0.43557

TABLA 3. Relación en las variaciones de los Índices de Condición (K), Gonadal (IG) y de Madurez (IM)

Fecha	Machos				Hembras			
	N	IG	K	IM	N	IG	K	IM
Abr. 1965	6	0.2716	0.3240	9.1216	39	0.3223	0.3391	10.2943
May. 1965	3	0.4433	0.4258	12.4450	36	0.2833	0.3620	8.1031
Jul. 1965	66	0.3567	0.3639	11.9049	71	0.2854	0.3531	7.9612
Ene. 1971	24	0.1710	0.3906	4.4240	24	0.1476	0.3973	3.7820
Feb. 1971	6	0.2183	0.4195	5.1700	6	0.2016	0.4150	4.8850
Mar. 1971	5	0.2180	0.4119	5.2640	15	0.1802	0.4247	4.5660