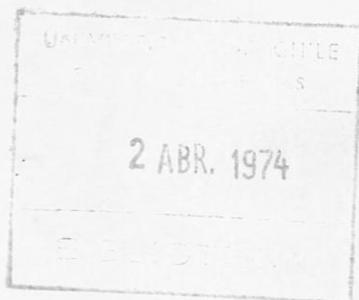


DCH-FC
LIC-B
Ø 775e
c.1

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias



ESTUDIO ECOLOGICO DE TRES ESPECIES DE OSTRACODOS

por

Sylvia E. Ortiz Zúñiga

Profesor guía: Dr. Stuart H. Hurlbert

Tesis para optar al grado de
Licenciado en Ciencias
con mención en Biología

SANTIAGO-CHILE

1973

ESTUDIO ECOLOGICO DE TRES ESPECIES DE OSTRACODOS

Introducción

Charles Elton fué uno de los primeros, en Inglaterra, que empezó a servirse del término "nicho" en el sentido de "posición funcional de un organismo en su comunidad"; gradualmente ha sido aceptado de modo general, al hacerse claro que nicho de ninguna manera es un sinónimo de hábitat. En 1957, G.E. Hutchinson, quién realizó un análisis formal del concepto nicho ecológico, sugirió que este podría ser visualizado como un espacio multidimensional o hiperespacio, en el que el ambiente permite a un individuo o a una especie sobrevivir indefinidamente. Las coordenadas (x_1, x_2, \dots, x_n) del hiperespacio corresponderían a variables ambientales, físicas y biológicas, relacionadas a los recursos requeridos para la sobrevivencia de la población (Hutchinson, 1957, 1965).

Las diferencias de nicho, entre especies, en el mismo hábitat son las diferencias en la utilización de este. El nicho de una especie es la proyección hacia el exterior de sus necesidades y la identidad de los nichos de dos especies, no queda demostrada, hasta probar que las necesidades de las dos especies son idénticas. Se ha observado con frecuencia que los organismos emparentados muy de cerca, con hábitos o formas de vida similares, como cabría esperar de sus adaptaciones morfológicas semejantes, no se encuentran en los mismos lugares, y si lo hacen, se sirven de alimentos distintos, se muestran activos en otros períodos u ocupan en alguna otra forma un nicho diferente.

Volterra, 1926 y Lotka, 1932, demostraron por métodos analíticos elementales que en condiciones constantes dos especies que utilizan un recurso común en un sistema limitado no pueden coexistir. Gause, 1934, 1935 confirmó esta conclusión general experimentalmente, en el sentido que si las dos especies están obligadas a competir en un ambiente no diversificado una de ellas inevitablemente se extingue. Las observaciones y los estudios experimentales han demostrado que la regla de una sola especie por nicho es cierta en la mayoría de los casos.

Varios experimentos en invertebrados, como los de Wieser (1956,1959) en Cumella vulgaris Hart (Crustáceo), Meadows (1964) en Corophium arenarium Crawford y C. volutator (Crustáceos), y Gale (1971) en almejas Sphaerium transversum, han mostrado claramente que las especies estudiadas muestran notables preferencias por un tipo de sustrato, y que especies muy emparentadas difieren en sus preferencias.

En esta oportunidad se trata de descubrir y describir, en términos de la definición de Hutchinson, parcialmente, algunas de las variables ambientales que conforman el nicho de tres especies de ostrácodos de aguas continentales, como son el sustrato, una de las dimensiones ambientales importantes que permiten al organismo vivir, lugar donde la mayoría de los animales encuentran su alimento, soporte, abrigo, protección contra los enemigos, etc., y la variabilidad temporal en el suministro de alimento que las especies pueden tolerar, lo que da cuenta del éxito competitivo de cada especie en condiciones ambientales adversas.

MATERIAL Y METODO

Los experimentos se realizaron con tres especies de ostrácodos de aguas continentales, Chlamydotheca sp., Fucypris sp., y Cypridopsis sp., las cuales fueron cultivadas en el laboratorio con lechuga previamente hervida como alimento (Needham, 1959).

Experimento: preferencia de sustrato.

Se coloca una capa de arena de diversos tamaños (Tabla Nº1) en el canal circular creado al colocar pegada, centralmente, una placa Petri de plástico, de 9,5 centímetros de diámetro, en una bandeja enlozada blanca, de 19 centímetros de diámetro interno (Fig. Nº1). La arena de cada tamaño se distribuye en diferentes zonas (Figura Nº 2).

Tabla Nº1.- Característica del sustrato. La arena de los diferentes tamaños fué obtenida pasándola a través de una serie de tamices.

Nº arena (arbitrario)	Tamaño del grano (micrones)	Tamaño promedio (micrones)
2	0 - 62	31
3	62 - 125	93,5
4	125 - 297	211
5	297 - 590	443,5
6	590 - 1000	795
7	1000 - 2000	1500

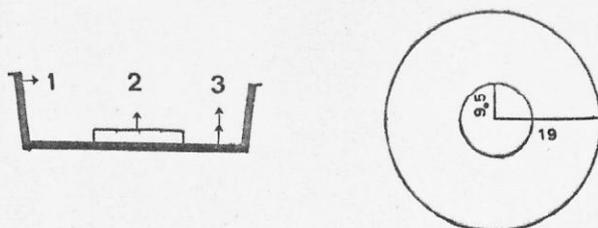


Fig. N°1.- Esquema del aparato. 1- Bandeja. 2-Placa Petri. 3- Canal circular.

Una vez colocada la arena en la distribución deseada, se agregó agua corriente hasta la altura de la placa Petri (1 cm.). Luego se colocaron los individuos de una especie por bandeja para iniciar el experimento, estudiando las tres especies a la vez.

Estos experimentos se realizaron bajo luz artificial y en obscuridad. El sistema de iluminación consistió en colocar, rodeando cada bandeja, un cilindro de cartulina blanca de 60 centímetros de alto, en cuyo extremo superior y centralmente se instaló una ampolleta de 40 Watt, 220 Volt, provista de una pantalla de plástico, blanca, semitransparente, cuyo conjunto proporcionaba una iluminación homogénea. El agua de la bandeja alcanzó una temperatura de 16 ± 2 °C.

El recuento del número de ostrácodos en cada zona se realizó con iluminación, a simple vista, rápidamente a modo de evitar errores debidos al movimiento de los individuos desde un tipo de arena a otra. En ciertas oportunidades el número de individuos contados resultó ser menor al de los colocados inicialmente debido a la dificultad de observación en las arenas de mayor tamaño.

En estos casos la diferencia en el número de individuos fué repartida equitativamente en los diferentes tipos de arena (lo que explica la aparición de números fraccionarios).

Se realizaron tres experimentos.

Experimento I.- Iluminación artificial, 20 individuos por réplica por especie, tres réplicas, 6 tipos de sustratos simultáneamente en dos secuencias A y B (Fig. Nº 2), a fin de descartar la posibilidad que la vecindad de los diferentes sustratos determinara la elección de alguno de estos, durante 5 y 24 horas.

Experimento II.- En obscuridad, conseguida colocando sobre las bandejas una cubierta de cartón negro; 60 individuos por especie, 2 tipos de sustratos a la vez, Nº 2-5, 3-6, 4-7, en secuencia C (Fig. Nº 2), durante 5 y 24 horas. Sin réplicas.

Experimento III.- En obscuridad, 100 individuos por especie, sin réplica, dos tipos de sustrato a la vez, Nº 2-5, 3-6, 4-7, en secuencia D (Fig. Nº 2), durante 5 horas.

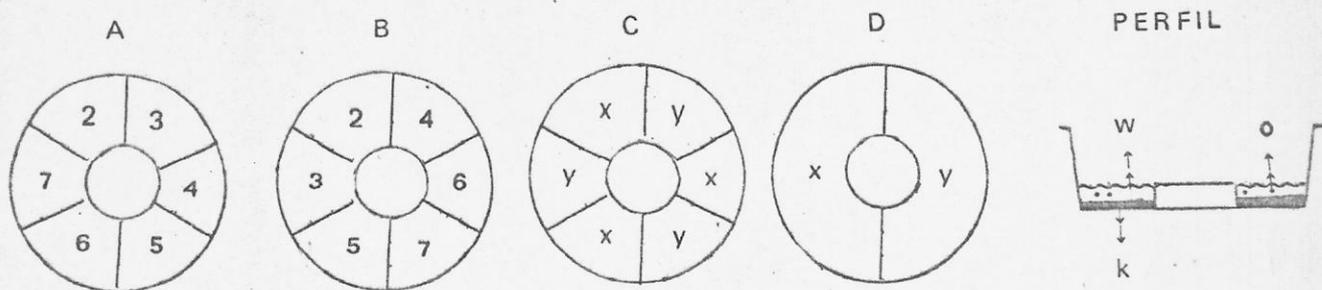


Fig. Nº2.- Disposición de los diferentes sustratos en las bandejas. Los Nº 2, ... 7 corresponden a los diferentes tipos de arena. K = arena; W = agua; O = ostrácodo.

Experimento: sobrevivencia a la falta de alimento.

El aparato usado en este experimento constó de tres bandejas blancas, de plástico, de 28 cm. de largo por 19 cm. de ancho, cada una con 96 concavidades de 5 ml. de capacidad.

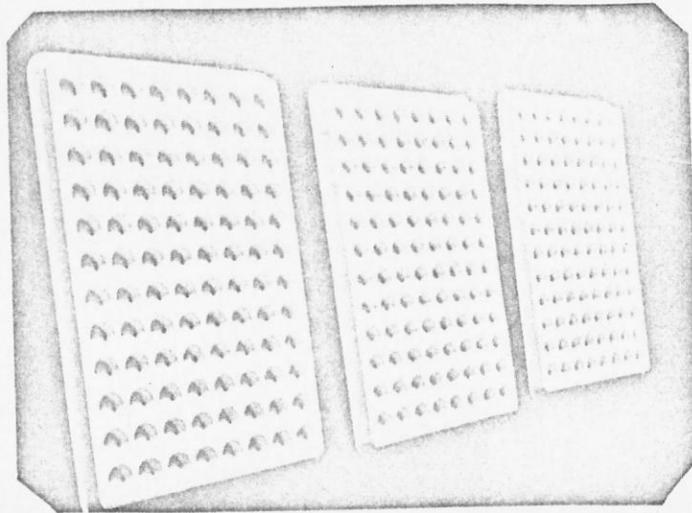


Fig. Nº 3- Visión frontal de las bandejas utilizadas en el experimento "sobrevivencia a la falta de alimento".

En cada una de dichas concavidades llenas de agua con una cantidad de lechuga (en el caso de los individuos controles) o sin lechuga (en los casos problemas) se depositó un individuo. Se instalaron 20 individuos controles de cada especie a los que se les proporcionó una cantidad de lechuga, previamente hervida 10 minutos, y 50 individuos problemas sin lechuga. Dichas bandejas se cubrieron con una cubierta de vidrio, colocada a 2 centímetros, para evitar la excesiva evaporación del agua, caída de polvo, insectos, etc..

La distribución dada a los individuos en las bandejas fué la siguiente: se colocaron 10 individuos de una especie en una fila, disponiendo en total 21 filas, cuidando que las especies quedaran alternadas (Eucypris-Cypridopsis - Chlamydotheca - Eucypris - etc.) intercalando entre ellas los controles.

En ambos extremos de las bandejas quedó una fila de concavidades solo con agua. Los individuos fueron elegidos sin ninguna discriminación de edad, tamaño ni peso desde la población de cultivo. La mortalidad se controló cada día, observando si algunos de sus apéndices presentaba movimiento ante un pequeño golpe con una varilla o ante una iluminación intensa. Una vez muertos eran extraídos y medidos bajo un aumento de 35 X.

La iluminación durante el experimento fué la correspondiente al ciclo diario, frente a una ventana sur del laboratorio, siempre a la sombra. La temperatura del agua permaneció alrededor de los 20 °C.

RESULTADOS

- Preferencia de sustrato

Experimento I.-

De los experimentos realizados se obtuvo que el número de Chlamydotheca sp. y de Cypridopsis sp. que se encontraban en las zonas de arena de grano grande (arena 5, 6, 7), era mucho mayor que el encontrado en el resto de las zonas. Lo contrario se puede decir para Eucypris sp., cuyo mayor número de individuos casi siempre se encuentra en las arenas de grano chico (2, 3, 4). Esto se ve claramente en las Fig.4 y 5 (para más detalle ver Apéndice 1) y Tabla N° 2.

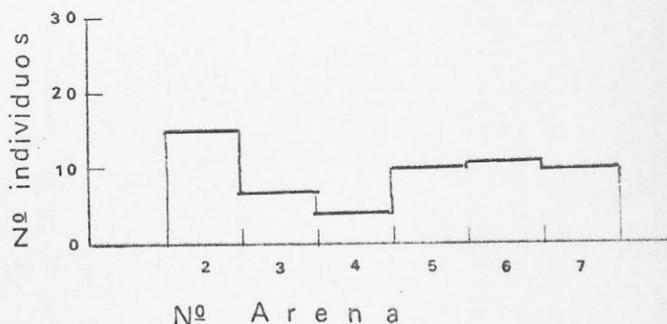
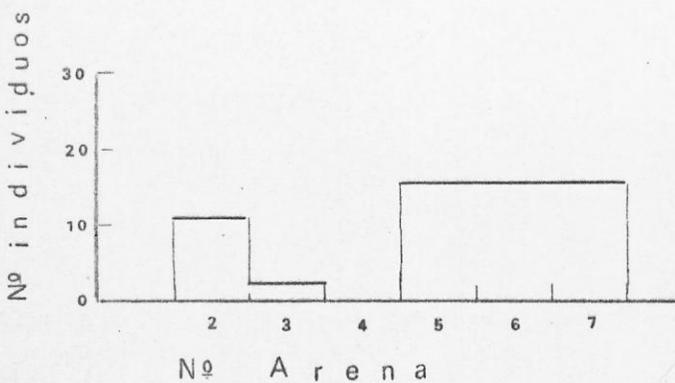
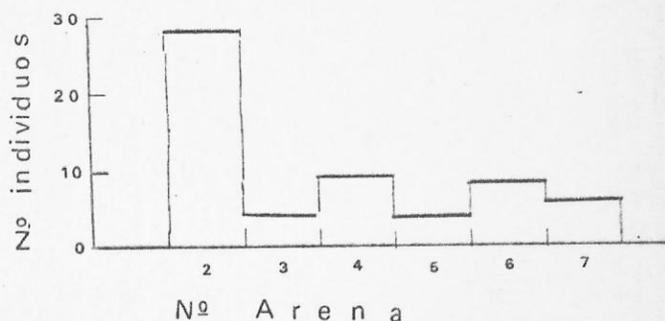
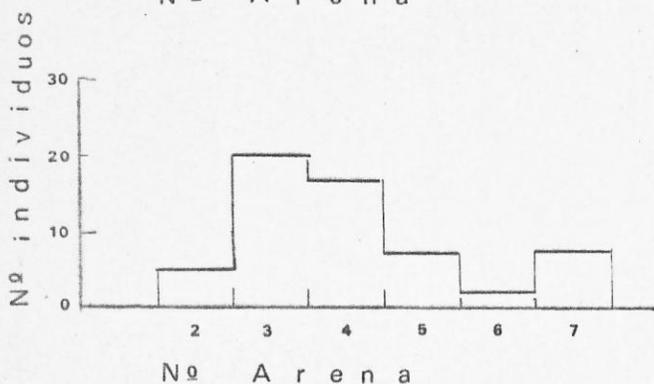
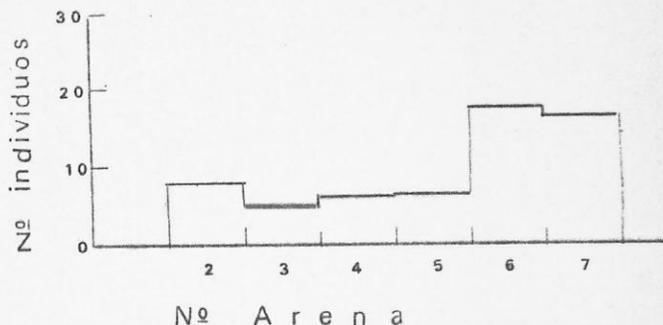
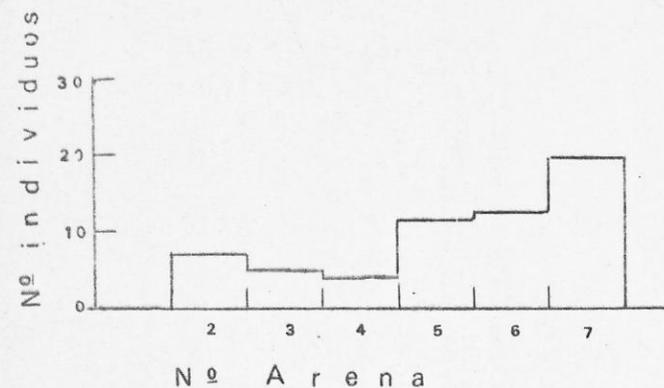


Fig. N°4.- Experimento I
Secuencia A, 5 horas.

Fig. N°5.- Experimento I
Secuencia B, 24 horas.

número de individuos localizados en los diferentes tipos
de sustrato. Arriba: Chlamydotheca sp.; medio: Eucypris sp.;
abajo: Cypridopsis sp.

Tabla Nº2.- Preferencia de sustrato. Los valores corresponden al número de individuos encontrados en arena fina o gruesa, distribuidas en dos secuencias, registrados a las 5 y 24 horas.

Tiempo: 5 horas.

secuencia	arena	número de individuos		
		<u>Chlamydotheca</u>	<u>Fucypris</u>	<u>Cypridopsis</u>
A	gruesa	43,8	17,2	46,8
	fina	16	42,3	13
B	gruesa	42,9	35,8	46,8
	fina	17	24	13

Tiempo: 24 horas.

A	gruesa	39,5	15,3	26,7
	fina	20,5	42,6	33
B	gruesa	40,2	18,5	32,8
	fina	19,3	41,5	26,9

Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico mediante la prueba del chi-cuadrado, con el objeto de ensayar si existe diferencia entre las réplicas, si hay preferencia por un determinado tamaño de grano de arena, si esta es independiente de la distribución, y si es la misma para las tres especies de ostrácodos (Tabla Nº I-3, I-4, I-5, I-6).

Este análisis estadístico indica que no hay diferencia entre las réplicas (de un total de 12 casos analizados solo dos dan una probabilidad significativa; Tabla I-3), que hay preferencia por un determinado tipo de arena por las tres especies (de 12 casos analizados en uno de estos no se cumple; Tabla I-4), que dicha preferencia es independiente de la secuencia en que se distribuyan los diferentes tipos de arena (de 6 casos analizados en 1 no se cumple; Tabla I-5), que Chlamydotheca sp. y Cypridopsis sp. tienen igual preferencia por el tipo de arena (de 4 casos no se verifica en 1; Tabla I-6), y que en cambio entre Eucypris sp. y Cypridopsis sp. y entre Eucypris sp. y Chlamydotheca sp. se observa una diferencia en la preferencia por el tipo de arena (de 4 casos no se verifica en 1, para ambas duplas; Tabla I-6).

Tabla N°I-3.- Análisis estadístico de resultados del experimento I. Hipótesis: no hay diferencia entre las réplicas. Notación: ns, $p > 0.05$; *, $0.01 < p \leq 0.05$; **, $0.001 < p \leq 0.01$; ***, $0.0001 < p \leq 0.001$.

Especie	tiempo (horas)	secuencia	p
<u>Chlamydotheca</u>	5	A	ns
		B	*
	24	A	ns
		B	ns
<u>Eucypris</u>	5	A	ns
		B	***
	24	A	ns
		B	ns
<u>Cypridopsis</u>	5	A	ns
		B	ns
	24	A	ns
		B	ns

Tabla N°I-4.- Análisis estadístico de resultados del experimento I. Hipótesis: no hay preferencia por un tamaño determinado de arena. Notación: ver tabla I-3.

Especie	tiempo(hr)	secuencia	p
<u>Chlamydotheca</u>	5	A	✕ . ✕
		B	✕
	24	A	✕ ✕ ✕
		B	✕ ✕
<u>Eucypris</u>	5	A	✕ ✕ ✕
		B	✕
	24	A	✕ ✕ ✕
		B	✕ ✕ ✕
<u>Cypridopsis</u>	5	A	✕ ✕ ✕
		B	✕ ✕ ✕
	24	A	✕
		B	ns

Tabla N°I-5.- Análisis estadístico de resultados del experimento I. Hipótesis: la preferencia por un tipo de arena es independiente de la secuencia en que se ha distribuido (A ó B). Notación: ver tabla I-3. Prueba aplicada a la suma de las réplicas.

Especie	tiempo(hr)	p
<u>Chlamydotheca</u>	5	ns
	24	ns
<u>Eucypris</u>	5	✕ ✕ ✕
	24	ns
<u>Cypridopsis</u>	5	ns
	24	ns

Tabla N°I-6.- Análisis estadístico de resultados del experimento I. Hipótesis: la preferencia por el tipo de sustrato es la misma entre las especies. Notación: ver tabla I-3.

Especie	tiempo(hr)	secuencia	p
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Cypridopsis</u>	5	A	ns
	24	B	ns
		A	✕
		B	ns
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Eucypris</u>	5	A	✕ ✕ ✕
	24	B	ns
		A	✕ ✕ ✕
		B	✕ ✕
<u>Cypridopsis</u> y <u>Eucypris</u>	5	A	✕ ✕ ✕
	24	B	✕
		A	ns
		B	✕

Experimentos II y III.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al mismo análisis estadístico que los del experimento I (prueba del chi-cuadrado), con el objeto de ensayar si su preferencia es por arena fina o gruesa, y si esta es la misma para las tres especies de ostrécodos (Tablas 7 y 8).

Este análisis estadístico da resultados similares para ambos experimentos, es decir, que hay preferencia por un tipo de grano de arena (exp.II: de 18 casos no se cumple para 3; exp.III: de 9 casos no se cumple para 3) cualquiera sea la disposición de las áreas ofrecidas y que la preferencia de las tres especies es la misma por el grano de mayor tamaño (exp.II: de 18 casos no se cumple para 4; exp.III: de 9 casos no se cumple para 2).

Tabla N° 7-a .- Análisis estadístico de resultados del experimento II. Hipótesis: no hay preferencia por un tamaño determinado de arena. Notación: como en tabla I-3. Aquellos individuos encontrados flotando en la superficie del agua no son considerados en los recuentos.

Especie	tiempo (horas)	N°arena	N°indiv. en arena		p
			fina	gruesa	
<u>Chlamydotheca</u>	5	2 - 5	16	37	* *
		3 - 6	14	19	ns
		4 - 7	6	36	* *
	24	2 - 5	14	46	* *
		3 - 6	14	44	* *
		4 - 7	15	39	* *
<u>Eucypris</u>	5	2 - 5	18	40	* *
		3 - 6	5	38	* *
		4 - 7	8	38	* *
	24	2 - 5	27	33	ns
		3 - 6	22	36	ns
		4 - 7	11	47	* *
<u>Cypridopsis</u>	5	2 - 5	3	15	*
		3 - 6	0	7	* *
		4 - 7	4	15	*
	24	2 - 5	3	12	*
		3 - 6	0	8	* *
		4 - 7	2	13	* *

Tabla N°7-b .- Análisis estadístico de resultados del experimento II. Hipótesis: la preferencia por el tipo de sustrato, entre las especies, es la misma. Notación: como en tabla I-3.

Especies	tiempo (horas)	Nº arena	Nº indiv. total entre las dos especies	p
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Cypridopsis</u>	5	2 - 5	71	ns
		3 - 6	40	✕
		4 - 7	61	ns
	24	2 - 5	75	ns
		3 - 6	66	ns
		4 - 7	69	ns
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Eucypris</u>	5	2 - 5	111	ns
		3 - 6	76	✕ ✕
		4 - 7	88	ns
	24	2 - 5	120	✕
		3 - 6	116	ns
		4 - 7	112	ns
<u>Cypridopsis</u> y <u>Eucypris</u>	5	2 - 5	76	ns
		3 - 6	50	ns
		4 - 7	65	ns
	24	2 - 5	75	ns
		3 - 6	66	✕
		4 - 7	73	ns

Tabla N°8 .- Análisis estadístico de resultados del experimento III. Notación: como en Tabla I-3. Duración del experimento: 5 horas. Los individuos encontrados flotando en la superficie del agua no son contabilizados.

Hipótesis 1: no hay preferencia por un tamaño determinado de arena.

Especie	N°arena	N°indiv. en arena		p
		fina	gruesa	
<u>Chlamydotheca</u>	2 - 5	16	46	✕ ✕
	3 - 6	20	40	✕ ✕
	4 - 7	17	46	✕ ✕
<u>Eucypris</u>	2 - 5	28	28	ns
	3 - 6	12	39	✕ ✕
	4 - 7	29	41	ns
<u>Cypridopsis</u>	2 - 5	4	10	ns
	3 - 6	5	25	✕ ✕
	4 - 7	6	44	✕ ✕

Hipótesis 2: las preferencias de las especies por el tipo de sustrato son iguales.

Especies	N°arena	N°total de indiv. de ambas especies	p
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Cypridopsis</u>	2 - 5	76	ns
	3 - 6	90	ns
	4 - 7	113	ns
<u>Chlamydotheca</u> y <u>Eucypris</u>	2 - 5	118	✕ ✕
	3 - 6	111	ns
	4 - 7	133	ns
<u>Cypridopsis</u> y <u>Eucypris</u>	2 - 5	70	ns
	3 - 6	81	ns
	4 - 7	120	✕ ✕ ✕

Indice de preferencia.

Con el objeto de visualizar en forma más clara el tamaño del grano de arena que eligen los individuos de cada especie, se ha confeccionado una tabla en la que se indican: especie y un índice de preferencia correspondiente (Tabla N°9).

Tabla N°9 .- Índice de preferencia. Calculado como $(N^{\circ}\text{arena})(N^{\circ}\text{individuos en cada arena})/N^{\circ}\text{total de individuos}$, a partir de los datos del experimento I.

Tiempo (horas)	secuencia	Indice		
		<u>Chlamydotheca</u>	<u>Eucypris</u>	<u>Cypridopsis</u>
5	A	5,28	4,05	5,16
	B	5,21	4,89	5,26
24	A	5,17	3,51	4,46
	B	5,15	3,65	4,46
Indice promedio		5,20	4,02	4,74

Esta forma de visualizar la preferencia por el sustrato nos da como resultado una preferencia para Chlamydotheca por arenas entre N°5 y 6, para Eucypris por arena N°4, y para Cypridopsis entre arenas N°4 y 5.

Experimento: Sobrevivencia a la falta de alimento

La privación de alimento tiene como consecuencia una disminución notable, como es de esperar, en el tiempo de sobrevivencia de la población (Fig.N°6; apéndice 3, 4, 5).

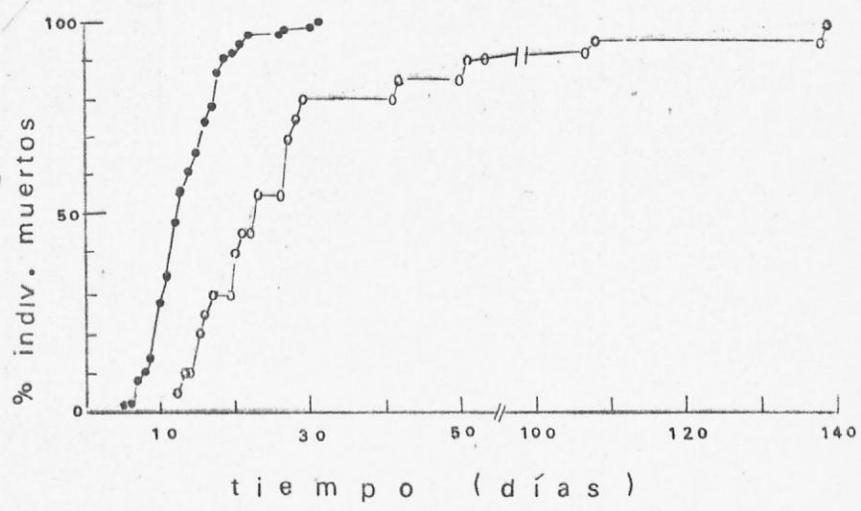
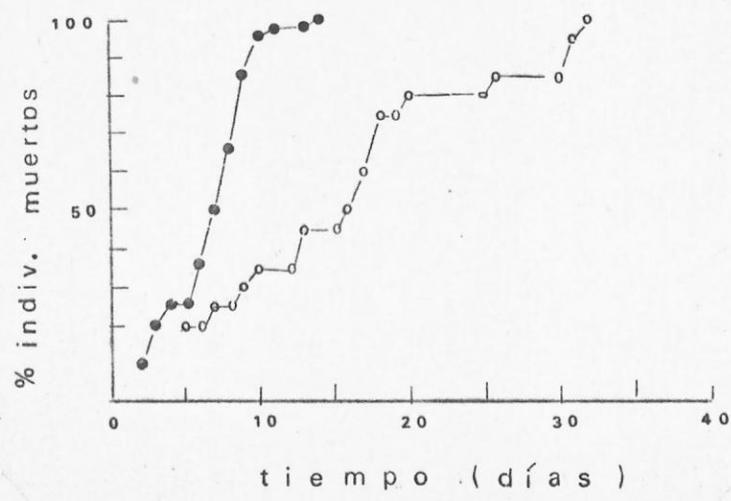
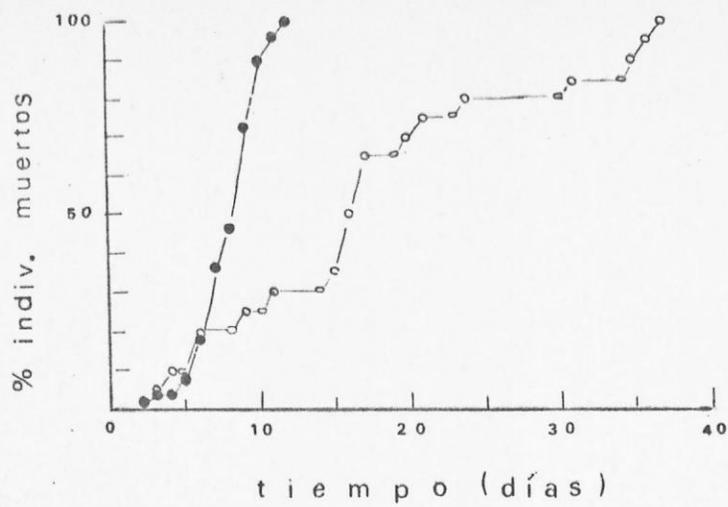


Fig. N°6- Curvas de mortalidad de individuos mantenidos sin (---) y con (---) suministro de alimento. Arriba, *Chlamydotheca*; centro, *Eucypris*; abajo, *Cypridopsis*.

La sensibilidad a la falta de alimento se manifiesta declaradamente, en las tres especies, al sexto día (Fig. N°6). La totalidad de los individuos de la muestra problema de la especie Chlamydotheca sp. desaparece a los 12 días, la de Eucypris sp. a los 14 días, y la de Cypridopsis sp. a los 31 días.

Sin embargo, el resultado que interesa fundamentalmente es en qué intensidad la falta de alimento afecta a cada especie. Como se indica en la Tabla 10, la mortalidad en estas condiciones es diferente en las tres especies. El 50 % de los individuos de la muestra, mantenidos con alimento, de Chlamydotheca y Eucypris ha muerto a los 16 días, en cambio el de Cypridopsis desaparece a los 22,5 días (muestras controles), los individuos mantenidos sin alimento (muestra problema) tienen un LT_{50} de 8.2, 7, y 12.2 para Chlamydotheca, Eucypris y Cypridopsis respectivamente. Por lo tanto, la falta de alimento reduce los LT_{50} en proporciones diferentes, siendo la magnitud de este efecto mayor para Eucypris (56.2 %) seguido por Chlamydotheca (48.7 %) y menor para Cypridopsis (45.8 %) (Tabla N°10).

En adición, al graficar el porcentaje de reducción en el tiempo de sobrevivida atribuido a la falta de alimento, para cada individuo de la muestra, calculado como $R_i = (d_{ci} - d_{si}) / d_{ci}$, con d_{ci} = días sobrevividos por el i-ésimo individuo que muere en el grupo control; d_{si} = días sobrevividos por el i-ésimo individuo que muere en el grupo problema; se obtienen las curvas de la figura N° 7, donde además del porcentaje de reducción del LT_{50} , se obtiene el porcentaje de reducción promedio en la sobrevivida de toda la muestra

analizada, siendo de 43.5 , 55.3, y 48.3 para Chlamydotheca, Fucypris y Cypridopsis respectivamente.

Tabla N^o10.- LT_{50} de ostrácodos bajo distintas condiciones. Controles: con suministro de alimento. Problemas: sin suministro de alimento. LT_{50} : tiempo (días) en que ha muerto el 50 % de los individuos de cada muestra en las condiciones que se indican.

	<u>Chlamydotheca</u>	<u>Fucypris</u>	<u>Cypridopsis</u>
Controles	16	16	22.5
Problemas	8.2	7	12.2
% reducción LT_{50} calculado como * $(c/-s)/(c/)$	48.7	56.2	45.8

* c/: con alimento; s/: sin alimento.

Comparando estadísticamente mediante la prueba de Wilcoxon, la diferencia en la sobrevivencia de los individuos de una especie mantenidos con y sin suministro de alimento, resulta ser significativa al nivel del 5% ; se obtuvo el mismo resultado al confrontar las especies en ambas condiciones independientemente, salvo entre Chlamydotheca y Fucypris, con alimento, cuyas diferencias de sobrevivencia resultan ser no significativa (apéndice 6). Esto indicaría que el factor estudiado además de reducir el tiempo de sobrevivencia, tiene un efecto de diferente intensidad sobre cada una de las especies estudiadas.

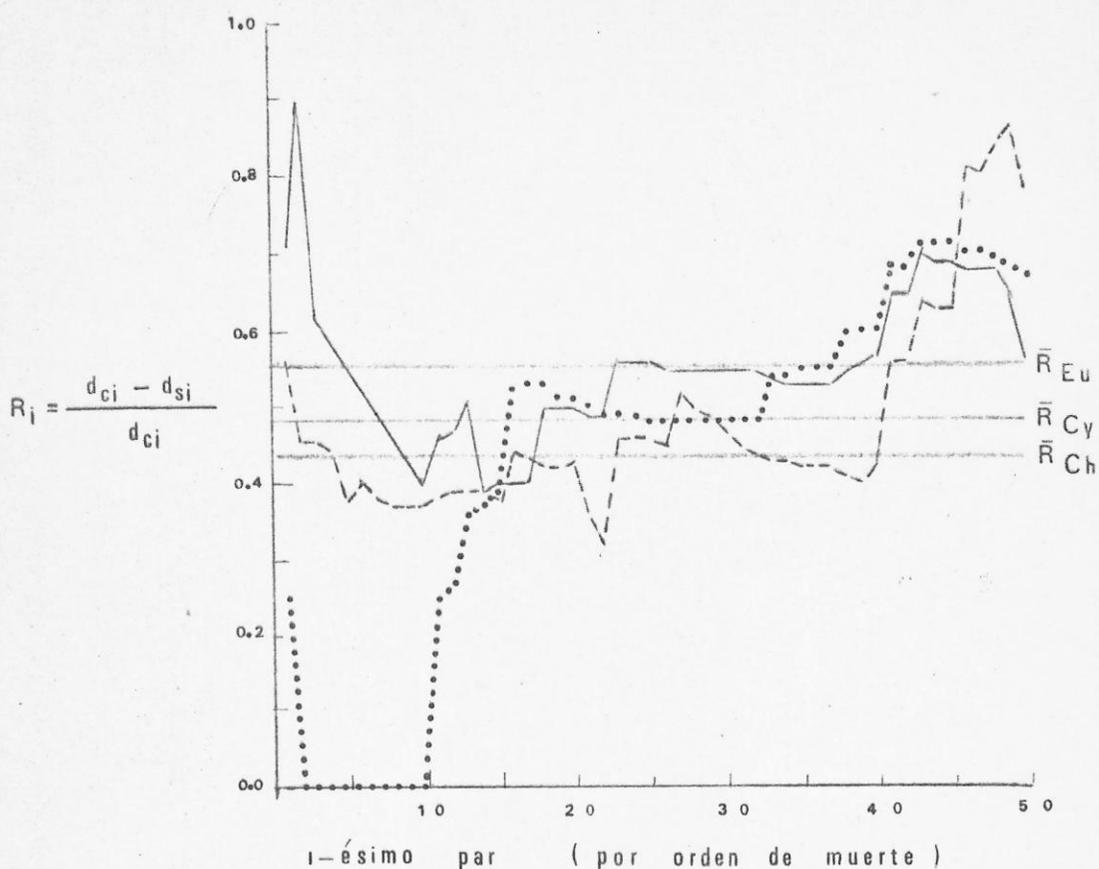


Fig. N°7.- Curvas de porcentaje de reducción, $R(i)$, del tiempo de sobrevivida que puede ser atribuido a la falta de alimento., Chlamydotheca; —, Eucypris; - - -, Cypridopsis. d_{ci} y d_{si} , días sobrevividos por el i-ésimo individuo que muere en el grupo control y grupo problema respectivamente. Se indica el % de reducción promedio (\bar{R}).

Estudiando alguna posible relación entre la longitud de cada individuo y el tiempo de sobrevivida, se encontró que ambos parámetros parecen ser independientes, en las condiciones del experimento, como se muestra en las figuras N° 8, 9 y 10 (apéndice 3, 4 y 5).

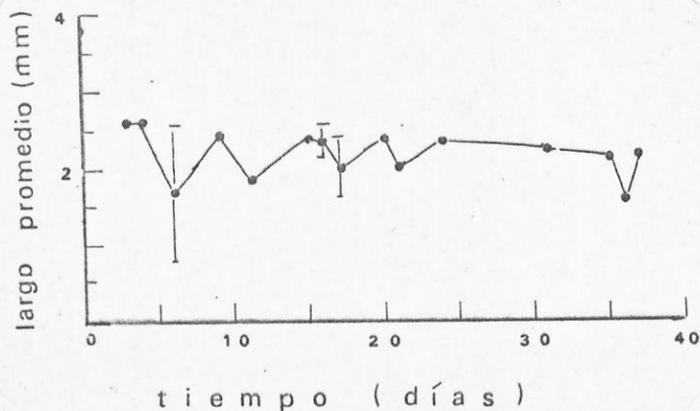
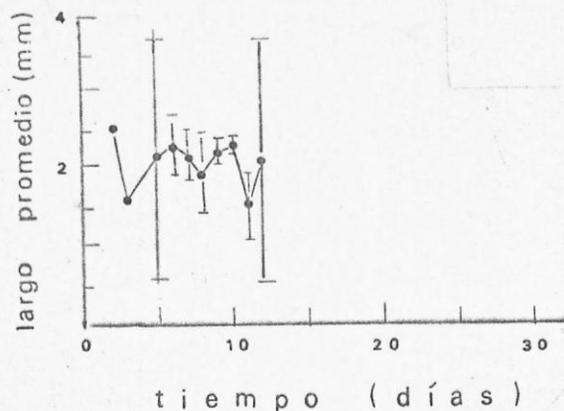


Fig. N° 8.- Relación entre tamaño (mm.) y tiempo de muerte (días) de los individuos de la especie Chlamydotheca sp. en las condiciones experimentales dadas. Arriba: individuos sin suministro de alimento; abajo: individuos con suministro de alimento. Las barras indican los límites de confianza de 90%.

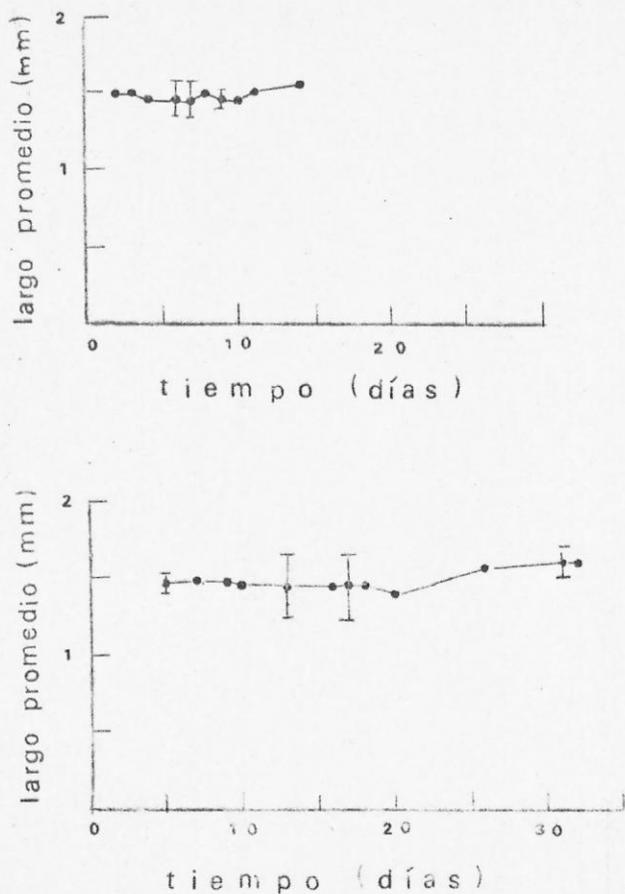


fig. N^o29.- Relación entre tamaño (mm.) y tiempo de muerte (días) de los individuos de la especie Eucypris sp. en las condiciones experimentales dadas. Arriba: individuos sin suministro de alimento; abajo: individuos con suministro de alimento. Las barras indican los límites de confianza de 90 %.

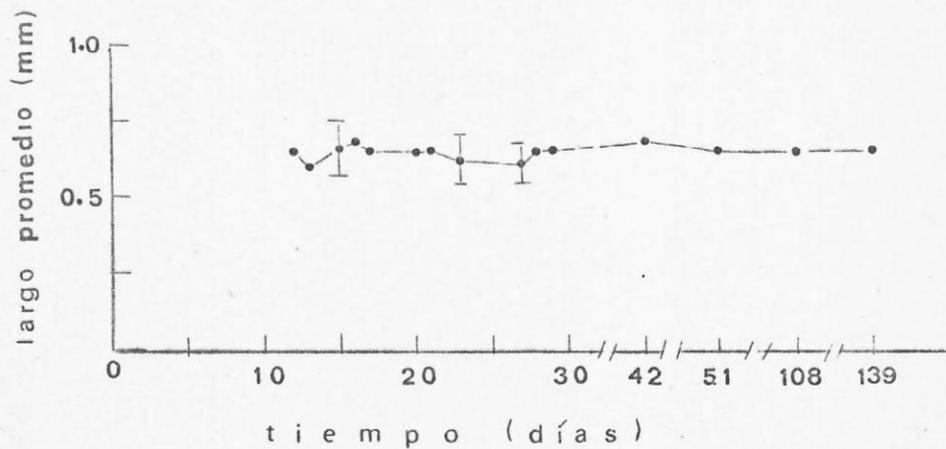
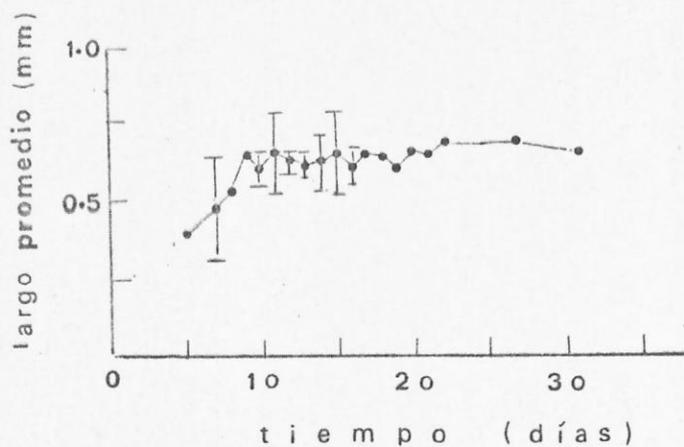


Fig. N^o10 .- Relación entre tamaño (mm.) y tiempo de muerte (días) de los individuos de la especie Cypridopsis sp. en las condiciones experimentales dadas. Arriba: individuos sin suministro de alimento; abajo: individuos con suministro de alimento. Las barras indican los límites de confianza de 90 %.

DISCUSION

De los experimentos de preferencia de sustrato resulta claro, en primer lugar, que cada una de las tres especies de ostrácodos estudiadas exhiben preferencia por un sustrato de tamaño de grano determinado, independiente de la distribución en que se les ha ofrecido. Interesante, además, resulta el hecho que en experimentos en oscuridad, Eucypris prefirió sustrato de grano grande mientras bajo condiciones iluminadas prefirió sustrato de grano chico. En las otras especies no se encontró tal diferencia. De esto se desprende que un factor importante, por lo menos para Eucypris, en la elección del sustrato lo constituye la cantidad de luz incidente. Así es posible visualizar una diferencia de comportamiento, importante, entre estas especies.

Si intentamos configurar una primera dimensión ambiental en la descripción ecológica que se pretende, resulta el siguiente esquema (Fig. N°11).

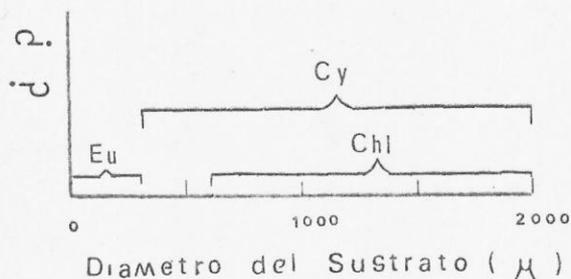


Fig. N°11.- Preferencia de sustrato. La abscisa representa el rango de tamaño del sustrato (diámetro en micrones) que es preferido por cada especie. La preferencia se obtuvo del experimento 1, considerando aquellas zonas concurridas por un porcentaje de individuos más elevado y cuya suma da un valor igual o mayor al 50% de los ostrácodos utilizados en el experimento.

De este esquema se obtiene una manifiesta superposición en esta coordenada, sustrato preferido, entre Chlamydotheca sp. y Cypridopsis sp., en condiciones de iluminación.

En las investigaciones realizadas por Wieser, 1959, se observó la aparición de algunas especies de ostrácodos marinos en sustrato cuyo tamaño de grano tenía un diámetro medio menor que 150 micrones. Otras, en cambio, aparecieron en un diámetro medio mayor que 180 micrones. Sin embargo, no se encontró ninguna sobre 260 micrones. En cambio, estos experimentos muestran fundamentalmente una preferencia por granos de un diámetro medio superior a los 300 micrones, y solo Eucypris en condiciones de sustrato iluminado prefiere granos de un tamaño inferior a 300 micrones.

La opinión de Wieser, 1959, es que la textura del sustrato produce una profunda influencia en la distribución de la fauna. Ya Davis, 1925, Prenant, 1932, y Jones, 1950, habían sugerido tal relación, aunque estos autores no distinguieron entre los efectos reales del tamaño del grano y aquellos del ambiente fisiográfico en general, del cual, el tamaño del grano es un indicador.

Wieser, 1959, en un análisis detallado de los principales factores que influirían en la elección de un sustrato, por las diferentes clases de invertebrados, sugiere que entre otros estos podrían ser: la dureza del grano, su transportabilidad, la presencia de alimento sobre el grano, la existencia de espacios intersticiales, etc.. Veamos como podrían influir estos factores.

1.- El comportamiento observado de las especies estudiadas, de ocultarse, incluso enterrándose, en ciertas circunstancias (iluminación intensa), sugiere que la dureza del sustrato influiría en la elección de él, pues arenas de diferentes tamaños tiene diferente grado de empaque, y por tanto penetrabilidad diferencial.

2.- El transporte horizontal y vertical de las partículas de arena dependen parcialmente de su tamaño. Algunos tipos de arena serán más estables que otros, y esto podría llevar al establecimiento de faunas características. Evidentemente, aquella especie que habita y desova zonas de arena gruesa posiblemente tendrá una mayor probabilidad de sobrevivir superando las inestabilidades a que estaría de lo contrario sometida.

3.- Otro de los factores mencionados por Wieser es la presencia de alimento en el sustrato; al respecto Meadows, 1964, ha sugerido que la naturaleza de la película primaria constituida por material orgánico y microorganismos, sobre las partículas, difiere de un sustrato a otro en calidad y cantidad. Esta diferencia sería la causante de la distinta elección de sustrato por estas especies, las cuales preferirán aquellas zonas que le permitan satisfacer sus necesidades.

En este mismo contexto debemos considerar que dicha cantidad y calidad de alimento estará limitada para los individuos según sea más o menos accesible a la manipulación por maxilípedos y maxilas, pues granos de arena demasiado grandes o pequeños se lo impedirían.

Los resultados de los experimentos de sobrevivencia a la falta de alimento, permiten completar el diagrama esbozado en la primera parte de esta discusión, conformándose un plano como el que se da a continuación (Fig. N°12):

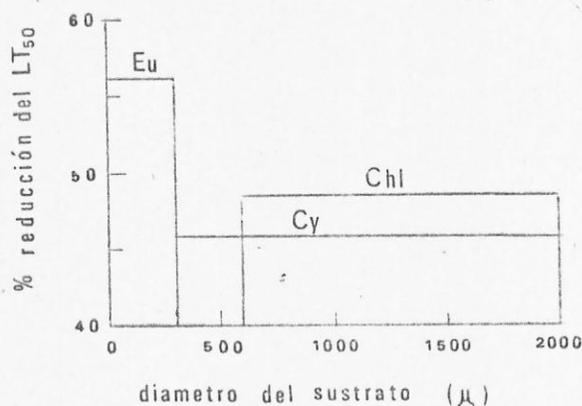


Fig. N°12 .- La ordenada representa la variabilidad temporal en el suministro de alimento que las especies pueden tolerar, medida en el porcentaje de reducción que sufren los valores del LT_{50} cuando el suministro de alimento se aproxima al mínimo. La abcisa representa el rango de tamaño de sustrato (diámetro en micrones) que es preferido por cada especie.

En términos de la teoría de conjuntos podemos decir que los puntos del plano descrito para Chlamydotheca sp., en su gran mayoría pertenecen al conjunto de puntos del plano descrito para Cypridopsis sp.. Por otro lado, para Eucypris sp. se bosqueja un plano más reducido que para las otras dos especies, constituyendo un conjunto de puntos no intersectado; esto se logra gracias a que su preferencia por sustrato se restringe

a un grano de pequeño tamaño.

Los límites de estas áreas en ningún caso serían inamovibles, pues al considerar el método de estudio y las otras variables, bióticas y abióticas, que conforman el nicho hiperespacio, podrían resultar diferentes.

El análisis dado anteriormente, tiene las limitaciones indicadas por Hutchinson, 1957, algunas de las cuales en forma breve serían:

- 1.- Se supone que todos los puntos del hiperespacio implicarían igual probabilidad de persistencia de cada especie, y que en todos los puntos exteriores a este tendrían una probabilidad de sobrevivencia cero. Sin embargo de ordinario, existe una o más zonas óptimas en el nicho y otras subóptimas cerca de los límites.
- 2.- Se supone que todas las variables ambientales pueden ordenarse linealmente.

La privación de alimento significó una disminución diferencial de las poblaciones estudiadas. Observando los LT_{50} de estas especies resulta que Eucypris sp. es la más afectada de las tres. Esta disminución diferencial tendría como consecuencia una variación en las posibilidades competitivas entre las especies frente a la mencionada coacción ambiental.

Fue imposible obtener alguna relación definida entre el tamaño de los individuos y el tiempo de sobrevivencia en estas condiciones experimentales.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Dixon y Massey (1966) Introducción al análisis estadístico.(2ª edición).
- 2.- Gale, W.F. (1971) An experiment to determine substrate preference of the Fingernail Clam, Sphaerium transversum (Say). Ecology 52 (2): 367-370.
- 3.- Hutchinson, G.E. (1957) Concluding Remarks. Cold Spring Harbor Sym. Q. B. 22: 415-427.
- 4.- ----- (1965) The ecological theater and the evolutionary play. New Haven and London: Yale University Press.
- 5.- Mayr, E. (1968) Especies animales y evolución. Editorial Universidad de Chile & Ariel, S.A.
- 6.- Meadows, P. S. (1964) Substrate selection by Corophium species: the particle size of substrates. The Journal of Animal Ecology, 33 (3): 387-394.
- 7.- ----- (1964) Experiments on substrate selection by Corophium species: Films and Bacteria on Sand Particles. J. Exp. Biol. 41: 499-511.
- 8.- Needham, J. G. (1959) Culture methods for invertebrate animals. New York, Dover Publications.
- 9.- Odum, E.P. (1969) Ecología. (2ª edición). Editorial Interamericana, S.A.
- 10.- Scheffler, W.C. (1969) Statistic for the Biological Sciences. Addison-Wesley Publishing Company.
- 11.- Simpson, G.G. & Beck, W.S. (1965).Life (2ª edición) Harcourt, Brace & World, Inc.

- 12.- Slobodkin, L.B. (1966) Crecimiento y regulación de las poblaciones animales. Fudeba.
- 13.- Snedecor, G.W. (1956) Statistical methods. (5ª edición). Ames, Iowa, Iowa State U.
- 14.- Wieser, W. (1956) Factors Influencing the Choice of Substratum in Cumella vulgaris Hart (Crustacea, Cumacea). Limnol. Oceanogr. 1 :274-285.
- 15.- ----- (1959) The effect of Grain Size on the Distribution of Small Invertebrates Inhabiting the Beaches of Puget Sound. Limnol. Oceanogr. 4 : 181-194.

A P E N D I C E

EXPERIMENTO I

Apéndice 1 ; experimento I . Preferencia sustrato . Los valores indicados en las columnas bajo R₁ , R₂ , R₃ , corresponden al número de individuos encontrados en los distintos tipos de arena ; y bajo R corresponden a la suma de los individuos encontrados en esa arena . Estas se distribuyen en dos secuencias : A y B (Fig. 2) , realizándose el experimento durante 5 y 24 horas . R: réplica .

Tiempo ; 5 horas .

Nº arena	Secuencia A											
	Chlamydotheca				Eucypris				Cypridopsis			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₃
2	0	5	2	7	2,1	1	2	5,1	6	3	2	11
3	2	2	1	5	6,1	5	9	20,1	1	0	1	2
4	2	1	1	4	5,1	8	4	17,1	0	0	0	0
5	5,3	1,3	5	11,6	3,1	2,6	1,6	7,4	4,3	5,6	5,6	15,6
6	5,3	1,3	6	12,6	0,1	0,6	1,6	2,4	4,3	5,6	5,6	15,6
7	5,3	9,3	5	19,6	3,1	2,6	1,6	7,4	4,3	5,6	5,6	15,6

Secuencia B B

2	1	1	6	8	0	1	11	12	1	2	3	6
3	1	0	3	4	0	2	3	5	2	3	1	6
4	1	1	3	5	3	2	2	7	0	0	1	1
5	5	2,3	3	10,3	2,3	1,6	0,6	4,6	5,6	5	5	15,6
6	4	8,3	3	15,3	4,3	8,6	2,6	15,6	5,6	5	5	15,6
7	8	7,3	2	17,3	10,3	4,6	0,6	15,6	5,6	5	5	15,6

Tiempo : 24 horas . Secuencia A.

2	4	4	1,5	9,5	5	10,3	8	23,3	6	7	6	19
3	3	1	0,5	4,5	4	4,3	4	10,3	5	4	1	10
4	1	1	4,5	6,5	3	2	4	9	0	1	3	4
5	1	4	2,5	7,5	4	1	2	7	3	2,6	3,3	8,9
6	5	2	2,5	9,5	1	0	1	2	3	2,6	3,3	8,9
7	6	8	8,5	22,5	3	2,3	1	6,3	3	2,6	3,3	8,9

Secuencia B

2	3,3	2,3	2,5	8,1	12	7	9	28	7	6	2,3	15,3
3	1,3	2,3	1,5	5,1	1	2	1	4	1	3	3,3	7,3
4	2,3	2,3	1,5	6,1	0	6	3,5	9,5	0	3	1,3	4,3
5	0,9	3,9	1,5	6,4	1	2	1	4	4	2,3	4,3	10,6
6	5,9	4,9	6,5	17,4	4	1	3,5	8,5	4	3,3	4,3	11,6
7	5,9	3,9	6,5	16,4	2	2	2	6	4	2,3	4,3	10,6

Apéndice 2 .- Experimento preferencia de sustrato.
Se indica el largo promedio y desviación típica de
los ostrácodos utilizados en los experimentos I, II
y III. Error de medición estimado en 0,04 milímetros.

Espece	largo promedio (mm.)	desviación típica (mm.)
<u>Chlamydotheca</u>	2,35	0,30
<u>Eucypris</u>	1,49	0,17
<u>Cypridopsis</u>	0,65	0,02

Apéndice 3: tabla de mortalidad en el tiempo de ostrácodos de la especie Chlamydotheca sp., mantenidos sin alimentos (muestra problema) y con alimento (grupo control). Se detalla el número de ostrácodos muertos en los días en que este aumenta (se hizo un registro diario), sus longitudes máximas promedio , y sus desviaciones típicas (en milímetros).

Chlamydotheca sp. : grupo problema.

tiempo (días)	Nº ostrácodos muertos	largo promedio (mm.)	desviación típica (mm.)
0	0	0	0
2	1	2,52	0
3	1	1,60	0
5	2	2,14	0,36
6	5	2,28	0,31
7	9	2,15	0,57
8	5	1,92	0,57
9	13	2,20	0,36
10	9	2,28	0,22
11	3	1,49	0,25
12	2	2,10	0,36

Chlamydotheca sp. : grupo control.

0	0	0	0
3	1	2,60	0
4	1	2,60	0
6	2	1,70	0,02
9	1	2,44	0
11	1	1,84	0
15	1	2,40	0
16	3	2,37	0,15
17	3	2,00	0,31
20	1	2,44	0
21	1	2,04	0
24	1	2,40	0
31	1	2,24	0
35	1	2,16	0
36	1	1,60	0
37	1	2,20	0

Apéndice 4 .- Tabla de mortalidad en el tiempo de ostrácodos de la especie Eucypris sp., mantenidos sin alimento (grupo problema) y con alimento (grupo control). Se detalla el número de ostrácodos muertos en los días en que este número aumenta (el registro se hizo diariamente), sus longitudes máximas promedio, y sus desviaciones típicas (en mm.).

Eucypris sp.: grupo problema

Tiempo (días)	Nºostrácodos muertos	largo promedio (mm.)	desviación típica
0	0	0	0
2	5	1,48	0,04
3	5	1,48	0
4	3	1,44	0
6	5	1,46	0,12
7	7	1,46	0,17
8	8	1,49	0,04
9	10	1,46	0,10
10	5	1,44	0,04
11	1	1,52	0
14	1	1,56	0

Eucypris sp.: grupo control

0	0	0	0
5	4	1,47	0,05
7	1	1,48	0
9	1	1,48	0
10	1	1,44	0
13	2	1,44	0,05
16	1	1,44	0
17	2	1,44	0,05
18	3	1,44	0
20	1	1,40	0
26	1	1,56	0
31	2	1,62	0,02
32	1	1,60	0

Apéndice 5.- Tabla de mortalidad en el tiempo de ostrácodos de la especie Cypridopsis sp., mantenidos sin alimento (grupo problema) y con alimento (grupo control). Se detalla el número de ostrácodos muertos en los días en que este número aumenta (el registro se hizo diariamente), sus longitudes máximas promedio, y su desviación típica (en milímetros).

Cypridopsis sp.: grupo problema.

tiempo (días)	Nº ostrácodos muertos	largo promedio (mm.)	desviación típica (mm.)
0	0	0	0
5	1	0.40	0
7	3	0.48	0.10
8	1	0.52	0
9	2	0.64	0
10	7	0.60	0.09
11	3	0.65	0.08
12	7	0.62	0.06
13	4	0.61	0.03
14	2	0.62	0.02
15	3	0.65	0.08
16	4	0.61	0.05
17	2	0.64	0
18	4	0.63	0.02
19	2	0.60	0
20	1	0.64	0
21	1	0.64	0
22	1	0.68	0
27	1	0.68	0
31	1	0.64	0

Cypridopsis sp.: grupo control.

0	0	0	0
12	1	0.64	0
13	1	0.60	0
15	2	0.66	0.02
16	1	0.68	0
17	1	0.64	0
20	2	0.64	0
21	1	0.64	0
23	2	0.62	0.02
27	3	0.61	0.02
28	1	0.64	0
29	1	0.64	0
42	1	0.68	0
51	1	0.64	0
108	1	0.64	0
139	1	0.64	0

Apéndice 6.- Test de Wilcoxon aplicado a experimento "sobrevida a la falta de alimento". Notación: ns, $p > 0,05$; \times , $p \leq 0,05$.

A.- Hipótesis: El tiempo de supervida de los ostrácodos de una especie mantenidos con suministro de alimento es igual al de aquellos ostrácodos de otra especie mantenidos en iguales condiciones.

Especies	<u>Chlamydotheca</u> y <u>Eucypris</u>	<u>Chlamydotheca</u> y <u>Cypridopsis</u>	<u>Eucypris</u> y <u>Cypridopsis</u>
Probabilidad	ns	\times	\times

B.- Hipótesis: El tiempo de supervida de los individuos de una especie mantenidos con suministro de alimento es igual al de aquellos ostrácodos de la misma especie mantenidos sin suministro de alimento.

Especie	<u>Chlamydotheca</u>	<u>Eucypris</u>	<u>Cypridopsis</u>
Probabilidad	\times	\times	\times

C.- Hipótesis: El tiempo de supervida de los ostrácodos de una especie mantenidos sin suministro de alimento es igual al de aquellos ostrácodos de otra especie en iguales condiciones.

Especies	<u>Chlamydotheca</u> y <u>Eucypris</u>	<u>Chlamydotheca</u> y <u>Cypridopsis</u>	<u>Eucypris</u> y <u>Cypridopsis</u>
Probabilidad	\times	\times	\times