

**NIVELES DE ATRACCION SEXUAL EN DOS ESPECIES DE
CANGREJO DE RIO (*Procambarus clarkii* y *Potamobius
pallipes*)**

*Por V. R. Gaudioso Lacasa
P. de Paz Cabello*

INTRODUCCION

Son varios los autores que anuncian la importancia de la comunicación química entre los artrópodos acuáticos y especialmente cuando se trata de estímulos epimeléticos; tal es el caso del bogavante (MC LESE, 1977) o de los cangrejos de río *O. sanborni*, *Cambasus visilis* y *Procambarus clarkii* (LITTLE, 1975).

Cuando tal comunicación química se refiere a la identificación y siguiente atracción sexual, el fenómeno se encuentra perfectamente estudiado en múltiples insectos, llegando incluso a identificar la naturaleza química de tales transmisores de información –*firomonas*–, su aislamiento en estado casi puro y posterior síntesis para distintas aplicaciones prácticas en agricultura (DEBACH, 1964). Para el caso concreto de los crustáceos, sin embargo, es bien escasa la información que se posee al respecto. De hecho, las citas se reducen a denunciar la existencia de una cierta atracción de los machos por las hembras durante la época sexual, en el caso de langostas *Palinurus homarus* (BERRY, 1970), para el cual serían secretadas por las glándulas tegumentarias de dichas hembras, así como por algunas hembras recién mudadas.

Para MC LESE, 1977, tal reforma, en *Homarus americanus*, reviste un carácter multifactorial en cuanto a composición química se refiere, siendo termoestable a temperaturas de ebullición y almacenamiento en refrigerador, así como resistente a la desecación.

En cualquier caso, tanto los estudios del comportamiento sexual del cangrejo de río, como las implicaciones químico-hormonales que determinadas substancias de secreción externa pudieran tener en la inducción de tales patrones de su conducta sexual, se desconocen absolutamente. La importancia

de tales conocimientos es fundamental, máxime si se piensa en las posibles repercusiones económicas que el descubrimiento y eventual síntesis de una feromona sexual activa, pudiera tener, en una explotación industrial de estos animales.

Con el presente trabajo nos proponemos demostrar la existencia de una comunicación química implicada en el comportamiento sexual del cangrejo de río europeo (*P. A. pallipes*, experimento n.º 1), así como en el americano (*P. clarkii*, experimento n.º 2) y su distinta acción a lo largo del período de actividad sexual, en ambas especies, comparándolo –en términos de atracción– con la inducción que estímulos del sexo opuesto y el alimento ejercen sobre la apetencia social e ingestiva de un individuo respuesta.

MATERIAL Y METODOS

Animales

En el experimento n.º 1 se utilizaron individuos *Potamobius A. pallipes* procedentes de dos acuarios de 250 litros de capacidad cada uno, en los que se mantenían, perfectamente adaptados, 25 machos y 33 hembras (total 58 individuos) en el primero y 22 machos más 21 hembras (total 43 individuos) en el segundo. Todos los ejemplares eran adultos, con pesos comprendidos entre 18,88 y 26,97 gr y longitud total de 73 a 81 mm.

Para el experimento n.º 2 se dispone de 42 machos y 32 hembras de la especie *Procambarus clarkii*, adultos y perfectamente adaptados a las condiciones de laboratorio. Dichos individuos permanecieron mezclados en un acuario de 600 litros de capacidad en ciclo cerrado, acondicionado según GAUDIOSO (1976).

Los animales, de ambas especies, se identificaban individualmente a fin de no incidir en repeticiones.

Modelo de pruebas

La prueba de test de preferencias se efectuó en un acuario de 75 cm de largo por 30 cm de ancho y 30 cm de alto, representado en los Gráficos 1 y 2. En dicho acuario, de vidrio transparente, se instaló un dispositivo selector, de plástico rígido y opaco (Gráfico 3) integrado por una cámara común A y tres cámaras individualizadas: B₁, B₂ y B₃, en correspondencia, éstas, con sus respectivos espacios C₁, C₂ y C₃ sensibles a la presencia del animal probado. Cada una de las cámaras B aloja un estímulo distinto, cuya atracción se traduce (en el individuo respuesta) por una aproximación –y posterior permanencia– en el espacio C correspondiente (ver Gráfico 3).

Para evitar que dos estímulos distintos, se mezclen en el agua de la cámara de pruebas, se establece un flujo constante y continuo de 10 l/hora.

GRAFICO 1
Esquema del modelo para pruebas de test de preferencias

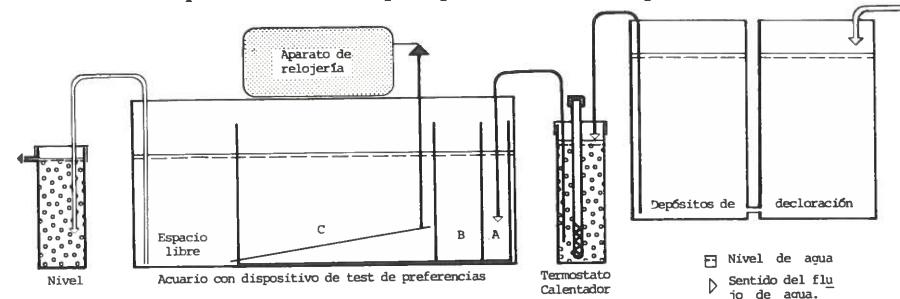


GRAFICO 2
Planta de acuario con dispositivo de test de preferencias

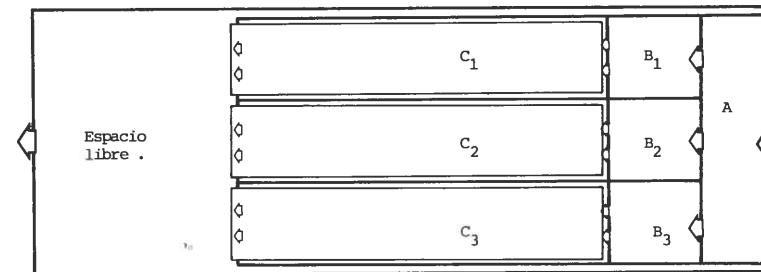
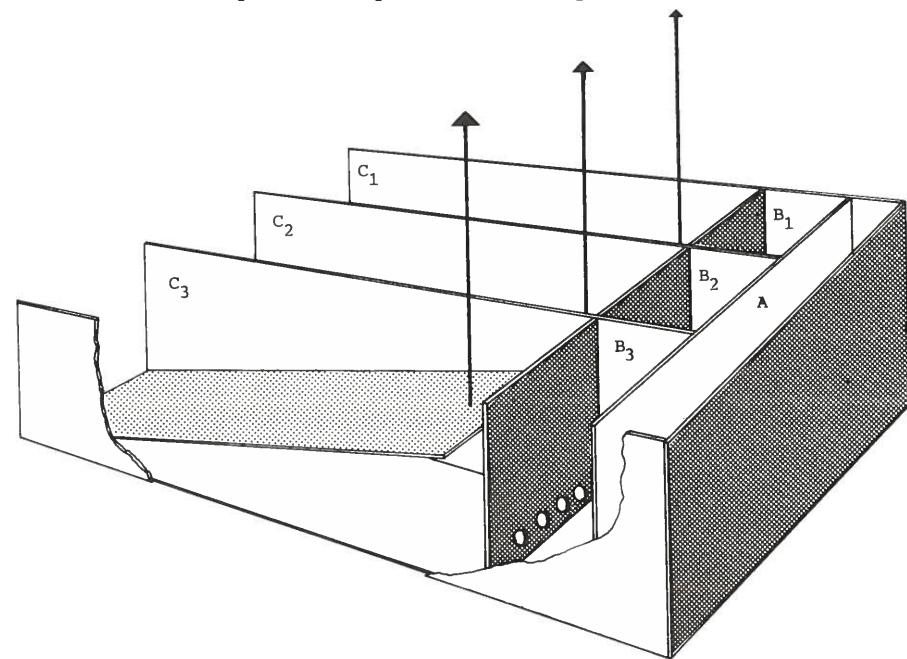


GRAFICO 3
Esquema de dispositivo de test de preferencias



El agua aportada, procedente de la red general, pasa previamente y según se indica en el Gráfico 1 por unos depósitos iniciales a fin de eliminar el cloro, así como por un tanque termostatado para que la temperatura –a lo largo de las diferentes pruebas– sea constante. Dada la importancia que el factor temperatura reviste en el comportamiento de los artrópodos (HYATT, 1974), hemos tomado como base la experiencia de anteriores trabajos, fijándola para el caso del experimento n.^o 1 en $18,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, mientras que en el experimento n.^o 2 fue de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

De la cámara común A, el agua se distribuye lentamente hacia los espacios C₁, C₂ y C₃ tras haber pasado por cada uno de los tres estímulos. El agua del espacio libre –mezcla de los tres estímulos– se elimina por sifón hacia un último dispositivo que mantiene constante el nivel de agua del acuario de pruebas.

El individuo testado, puede elegir entre permanecer en el espacio libre o ejercer su peso en algunas de las palancas base de los espacios C. Cada palanca de base dispara un mecanismo de relojería exterior que contabiliza el tiempo de permanencia del animal frente a un estímulo (cámaras B) determinado.

Elementos estímulo

– Alimento en forma de granulado, al que todos los individuos probados se encontraban previamente habituados por constituir la base de su dieta anterior a las pruebas. A fin de evitar la disgregación de los gránulos se envolvió diariamente una muestra del citado estímulo en una fina malla de nylón.

– Hembras adultos procedentes del stock general que en ningún caso hubieran sido inseminadas previamente.

– Individuos macho, procedentes del stock general, sometidos previamente a una reducción individual de 24 horas.

Individuos probados

Se trata de aquellos machos que tras permanecer 24 horas confinados en jaulas individuales y las 24 horas siguientes ejerciendo el papel de estímulos machos (han estado por ello al menos 48 horas sin ingerir ningún tipo de alimento) se encuentran perfectamente adaptados a la temperatura constante de la prueba.

Cada individuo testado se sometió a una prueba de 24 horas de duración que, iniciada a las 11 horas de la mañana finalizaba a la misma hora del día siguiente, sin más intervención que la vigilancia periódica del buen funcionamiento de la instalación.

Al finalizar cada prueba se vaciaba y lavaba ligeramente todo el sistema interior del acuario de pruebas a fin de eliminar cualquier sustancia o resto de excrementos de los individuos testados el día anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando como base la experiencia de años anteriores, respecto a la aparición en el tiempo de la época reproductora, se iniciaron las pruebas el día 5 de julio para el caso de *P. clarkii* y el día 23 de octubre para la especie autóctona.

En el experimento n.^o 1 se efectuaron pruebas diarias a lo largo de 20 sesiones consecutivas. Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla I.

TABLA I
Relación de los tiempos y porcentajes de actividad correspondientes a las pruebas del experimento n.^o 1

Día	MACHOS		ALIMENTO		HEMBRAS	
	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%
23 Oct.	(81')	71,68	(18')	15,93	(14')	12,39
24 "	(66')	64,07	(27')	26,21	(10')	9,70
25 "	(28')	53,84	(9')	17,30	(15')	28,84
26 "	(99')	46,92	(72')	34,12	(40')	18,95
27 "	(69')	47,91	(25')	17,36	(50')	34,72
28 "	(75')	43,10	(11')	6,32	(88')	50,57
29 "	(88')	37,13	(19')	8,01	(130)	54,85
30 "	(63')	37,95	(51')	30,72	(52')	31,32
31 "	(30')	23,60	(26')	20,47	(71')	55,90
1 Nbre.	(45')	24,72	(68')	37,36	(69')	37,90
2 Nbre.	(40')	30,07	(16')	12,03	(77')	57,89
3 "	(16')	4,20	(22')	5,70	(342')	90,00
4 "	(14')	2,29	(28')	4,59	(567')	93,10
5 "	(15')	27,27	(2')	3,60	(38')	69,09
6 "	(19')	18,44	(13')	12,62	(71')	68,93
7 Nbre.	(67')	56,30	(24')	20,16	(28')	23,57
8 "	(21')	20,58	(12')	11,76	(69')	67,64
9 "	(40')	31,25	(35')	27,34	(53')	41,40
10 "	(13')	13,40	(0')	0,00	(84')	86,59
11 "	(19')	33,92	(2')	3,57	(35')	62,50

En el experimento n.^o 2 se programaron cinco series de pruebas de cinco días consecutivos de duración, con espaciamiento entre ellas de dos días.

Los resultados obtenidos, en tiempo de permanencia frente a cada estímulo, se recogen en la Tabla II.

Experimento n.^o 1

Como se observa en los Gráficos 4 y 5 pueden establecerse cuatro períodos de cinco días cada uno, con resultados parciales distintos.

TABLA II
Relación de los tiempos y porcentajes de actividad correspondientes a las pruebas del experimento n.º 2

Día	MACHOS		ALIMENTO		HEMBRAS	
	Tiempo	%	Tiempo	%	Tiempo	%
5 Jul.	(24')	13,00	(5')	2,00	(52')	28,00
6 »	(77)	48,83	(37')	22,68	(41')	25,91
7 »	(82')	40,13	(48')	23,73	(70')	34,95
8 »	(107)	59,61	(40')	22,35	(32')	17,54
9 »	(100')	28,42	(85')	24,63	(160')	46,95
12 Jul.	(75')	48,23	(27')	71,92	(54')	34,18
13 »	(57')	49,74	(9')	7,87	(49')	42,38
14 »	(13')	17,15	(18')	24,23	(43')	58,55
15 »	(20')	19,41	(7')	6,39	(78')	74,21
16 »	(1')	0,42	(91')	38,80	(142')	60,60
19 Jul.	(1')	0,62	(39')	25,36	(114')	74,00
20 »	(7')	15,25	(18')	39,12	(21')	45,68
21 »	(13')	12,26	(40')	37,23	(53')	50,02
22 » *	(2')	22,20	(6')	66,60	(1')	11,10
23 »	(0')	0,00	(24')	0,30	(640')	96,30
26 Jul. ()	(0')	0,00	(3')	15,70	(16')	84,20
27 »	(15')	15,30	(8')	8,10	(75')	76,50
28 »	(6')	9,30	(17')	26,50	(41')	64,00
29 »	(42')	47,10	(14')	15,70	(33')	37,00
30 »	(2')	7,40	(6')	22,20	(19')	70,30
2 Ago.	(23')	31,90	(17')	23,60	(32')	44,40
3 »	(0')	0,00	(8')	23,50	(26')	76,40
4 »	(0')	0,00	(17')	44,70	(21')	55,20
5 » **	(0')	0,00	(0')	0,00	(0')	0,00
6 »	(8')	21,00	(13')	34,20	(17')	44,70

* : El estímulo hembra muda durante la prueba.

: El estímulo hembra efectúa la puesta de huevos, produciéndose el mismo hecho en otras hembras del «estok» en el siguiente día.

** : El macho probado muda durante la prueba, por lo que no se manifiesta actividad alguna.

Por lo que se refiere a la atracción sexual que el estímulo hembra determina en el individuo macho testado (curva gruesa del Gráfico 4), se aprecia un incremento progresivo durante los primeros días, una estabilización variable, pero elevada, en la segunda fase de la prueba, una respuesta intensa en el tercero período determinada quizás por la actividad sexual que las hembras –próximas a la ovulación– manifiestan en dicho período y por último una fase final, variable también pero, con elevadas cotas de atracción sexual. Como aclaración o complemento a estos resultados hay que añadir que en el inicio de la segunda fase se produjo en el acuario stock la primera cubrición y que durante la cuarta fase el número de hembras por cubrir era bien escaso, hecho que limitó la duración del presente experimento, por agotarse las hembras sin

GRAFICO 4
Correspondiente al experimento n.º 1

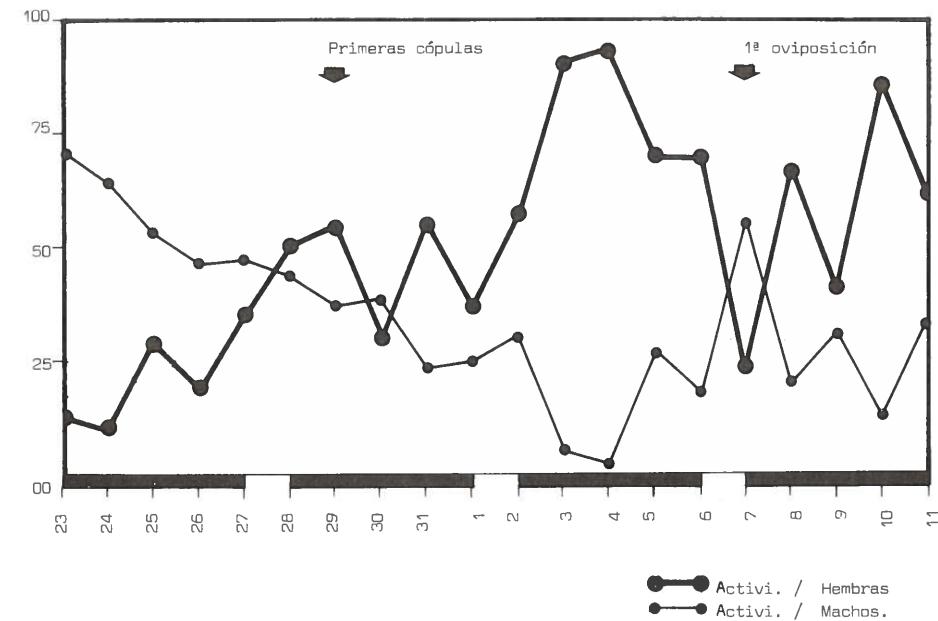
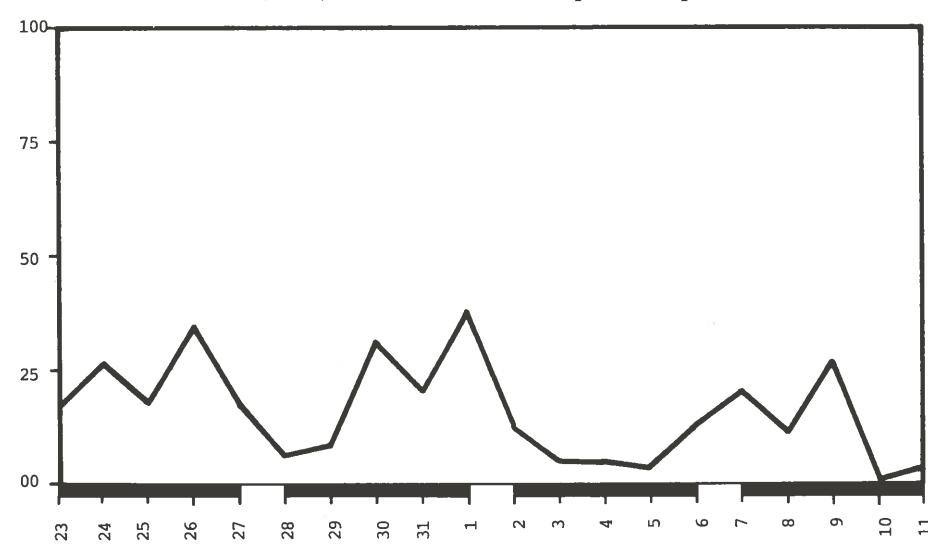


GRAFICO 5
Atracción media (en %) del estímulo alimento para el experimento n.º 1



inseminar para su empleo como estímulo. Al comienzo de la cuarta fase se produjo la primera ovulación en el acuario stock, lo cual nos indujo a sospechar que estaba finalizando la época de actividad sexual de la población utilizada.

Respecto a la atracción que un estímulo macho induce en el propio macho testado se observa que inicialmente es muy fuerte, disminuyendo progresivamente a medida que asciende la atracción sexual.

En el Gráfico 4 se observa una simetría aproximada, respecto al porcentaje de atracción del 45 %, entre las respuestas inducidas por ambos estímulos. Estos resultados concuerdan perfectamente con los obtenidos por ATEMA, 1971, para la langosta *Homarus americanus* el cual indica que una hembra recién mudada (en nuestro caso, con acusada actividad sexual) induce en un macho adulto un cambio de comportamiento, orientado hacia una posible monta y eventual cubrición.

El estímulo alimento por su parte, representa siempre una atracción positiva en los individuos, pero por lo general escasa (Gráfico 5) y en cualquier caso muy inferior a la de los otros dos estímulos citados.

Experimento n.^o 2

La atracción que la hembra desarrolla en los machos probados, aumenta progresivamente (Gráfico 6) a lo largo de los dos primeros períodos considerados, alcanzando tasas de atracción media del 70 %. Estos niveles —se mantendrán durante los períodos cuarto y quinto. Durante el tercer período de prueba

GRAFICO 6

Correspondiente al experimento n.^o 2

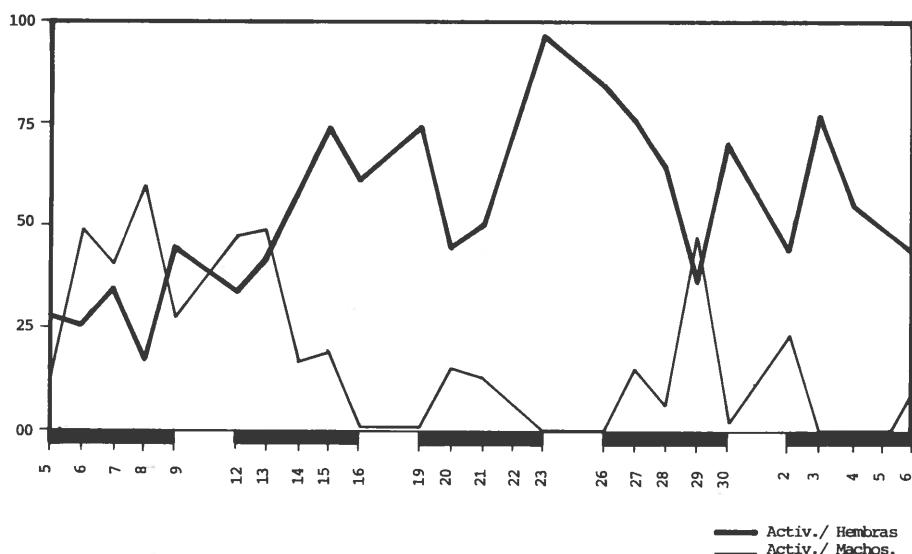
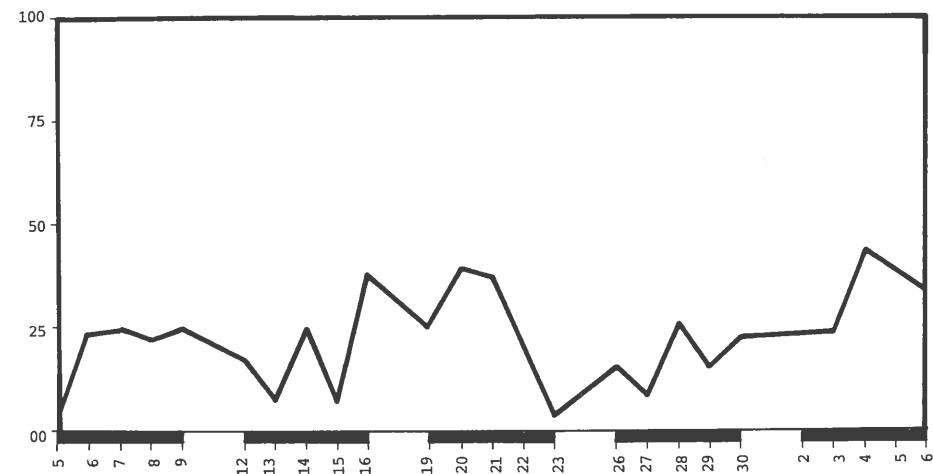


GRAFICO 7
Atracción media (en %) del estímulo alimento en el caso del experimento n.^o 2



(días 19 de julio a 23 de agosto) se registra un aumento considerable de atracción, con una cota máxima del 96 % de la actividad total manifestada por los machos probados.

La curva de atracción de los individuos machos frente a estímulos machos, como en el caso del experimento anterior, muestra una compensación negativa respecto a la actividad orientada hacia las hembras. Una vez iniciadas las primeras ovulaciones y a diferencia de los resultados del experimento n.^o 1, la curva no asciende, quizás debido a que en estado natural el *P. clarkii* puede desarrollar una vida en común con la hembra (LA CAZE, 1970) mientras que en el *Potamobius pallipes* se produce una clara separación de sexos una vez transcurrida la fase reproductora (GAUDIOSO, 1975).

Dado que la actividad metabólica de esta especie (temperatura: 24°C) es más elevada que la de la autóctona (temperatura 18°C), sus necesidades nutritivas así como los niveles de ingestión son más elevados, por ello el alimento representa un mayor estímulo para el *P. clarkii* que para el *P. pallipes*. Sin embargo dicho estímulo ingestivo alcanza cotas relativamente constantes y siempre muy inferiores a las inducidas por el estímulo hembra.

Por último diremos que tanto en el caso del experimento n.^o 1 como del n.^o 2, el estudio estadístico de los valores inducidos por los estímulos macho frente a los inducidos por los estímulos hembra arrojan unos coeficientes de correlación negativos y muy próximos a -0,92.

Interesa así mismo llamar la atención de cómo en la mayor parte de los antrópodos, la comunicación química y visual tienen una gran transcendencia como posibilidades de información (MANNING, 1977) habiendo —por lo general— una mayor preponderancia de la vista en los estímulos agonísticos y sociales,

así como una superior frecuencia olorosa en los procesos de información sexual.

En el caso concreto del cangrejo de río concurren, sin embargo, varios condicionantes específicos que nos inducen a pensar en una menor transcendencia relativa de los estímulos visuales frente a los químicos u olorosos y muy especialmente en lo que se refiere a la detección de alimentos y relaciones sociales y sexuales entre dos individuos concretos. Por un lado habitan un medio acuático, que en ocasiones turbio o en el mejor de los casos, menos propio —en cuanto a transmisión óptica— que el aire, condiciona una desventaja en este sentido. Por si esto fuera poco, la vida activa de las especies que nos ocupan, se desarrolla en la penumbra o en la oscuridad —animales lucíferos— hecho que ha conducido —pensamos— hacia una línea evolutiva de relación en la que la comunicación química cobra una gran importancia.

CONCLUSIONES

— La diferente respuesta a distintos estímulos, sin existir contacto físico ni visión posible entre los animales, demuestra la percepción de una información de tipo químico tanto en el *P. pallipes* como en el *P. clarkii*.

— En las condiciones descritas, las hembras de *P. pallipes* inducen una mayor actividad sexual (mayor secreción de feromonas) entre los días 2 y 9 de noviembre. Las hembras de *P. clarkii*, por su parte, lo hacen en la última quincena del mes de julio.

— Existe una correlación negativa y muy significativa entre la atracción sexual que una hembra induce en los machos adultos, y la atracción socio-agonística que desencadena, con una preponderancia de aquélla frente a ésta, durante la época sexual.

RESUMEN

Se ha probado en el presente trabajo, la trascendencia de la comunicación química exógena en el comportamiento sexual de dos especies distintas de cangrejos de río (*Procambarus clarkii* y *Potamobius pallipes*). Se establece además una cuantificación relativa de la respuesta de los machos sexualmente activos, frente a estímulos machos y hembras, en comparación con un estímulo socialmente neutro: el alimento.

LEVELS OF SEXUAL ATTRACTION IN TWO SPECIES OF CRAYFISH (*Procambarus clarkii* y *Potamobius pallipes*)

SUMMARY

The consequence of exogenous chemical communication in the sexual behaviour of two species of crayfish has been proved in this work.

It establishes, moreover, a relative degree of response in sexually active males, in the face of male stimuli, in comparison with a socially neutral stimulus: food.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AMEYAW-AKUMFI, Ch. y HAZLETT, B. A. (1975).—Sex Recognition in the Crayfish (*Procambarus clarkii*). *Science*, **190**: 1.225-1.226.
- 2) ATEMA, J. y ENGSTROM, D. G. (1971).—Sex pheromone in the lobster (*Homarus americanus*). *Nature*, **232**: 261-264.
- 3) BERRY, P. F. y HARTNOLL, R. G. (1970).—Mating in captivity of the spider crab (*P. moseleyi*). *Crustaceana*, **19**: 214-224.
- 4) CAZE-LA, C. (1970).—Crawfish Farming. Louisiana Wild Life and Fisheries Commission. *Fisheries Bull.*, **7**: 1-27.
- 5) FITZPATRICK, J. F. (1978).—*Tulane studies in zoology and botany*. Vol. 20. Alabama.
- 6) GAUDIOSO, V. (1976).—El cangrejo de río en régimen de laboratorio. *Vida silvestre, Revista del ICONA*, **20**: 256-265.
- 7) HYATT, G. W. (1974).—Behavioural evidence for light intensity discrimination by the fiddler crab, *Uca pugilator* (Brachyura, Ocypodidae). *Anim. Behav.*, **22**: 796-801.
- 8) LITTLE, E. E. (1975).—Chemical communication in maternal behaviour of crayfish. *Nature*, **255**: 400-401.
- 9) MASON, J. C. (1970).—Copulatory behavior of the crayfish, *Pacifastacus truebridgii*. *Canad. Journ. Zool.*, **48**: 969-976.
- 10) MC LESE, D. W., SPRAGGINS, R. L., BOSF, A. K. y PRAMANIK, B. N. (1977).—Chemical and behavioral studies of the sex attraction of the Lobster (*Homarus americanus*). *Nat. Behav. Physiol.*, **4**: 219-232.
- 11) PIPPIT, M. R. (1977).—Mating behavior of the crayfish, *O. nais*. *Crustaceana*, **32** (3): (3): 265-271.
- 12) RUDO, S. y WARREN, F. L. (1976).—Evidence for a pheromone in the South African Rock Lobster, *J. lalandii*. *Trans. roy. soc. S. Afr.*, **42** (1): 103-105.
- 13) SWART, R. C. (1976).—Agonistic and Sexual Behavior of the Xanthid Crab, *Neopanope sayi*. *Chesapeake Science*, **17** (1): 24-34.
- 14) SALMON, M., HORCH, K. y HYATT, G. W. (1977).—Barth's Myochordotonal Organ as a Receptor for Auditory and Vibrational Stimuli in Fiddler Crabs (*Uca pugilator* and *U. minax*). *Mar. Behav. Physiol.*, **4**: 187-194.