



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias
Escuela de Biología Marina

PROFESOR PATROCINANTE
Dr. Carlos Jara Senn
Instituto de Zoología
Facultad de Ciencias

**CONDUCTA Y PREFERENCIA DIETARIA DEL
CAMARÓN DE RÍO , *Samastacus spinifrons*
(Philippi,1882).**

Tesis de grado presentada como
parte de los requisitos para optar
al grado de **LICENCIADO EN
BIOLOGÍA MARINA**

MILENA SOLANGE JARA GALLEGOS

VALDIVIA - CHILE
2003

*“Dedicado a quien todos los días me
recuerda la inmensidad de Dios...”*

Mi hijo FRANCO.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Dr. Carlos Jara por todo su apoyo, consejos, gran disposición, comprensión y enorme paciencia para conmigo y mi “eterna” tesis. Así mismo, agradezco al Dr. Jorge Navarro y M. Juan Zamorano por su amable ayuda, sugerencias y principalmente por toda la comprensión prestada.

A mis compañeros de estudio y algo más..., con los que compartí buenos y entretenidos años de universidad: Karen Winter, Claudio Delgado, Claudio Santibáñez, Ricardo Álvarez y José Luis Bartheld.

A personas con las que me encontré muchas veces en el camino y que siempre tuvieron una sugerencia, una ayuda, una palabra de aliento o simplemente una sonrisa: Maritza Mercado, el Dr. Carlos Bertrán y la señora Rosa Assef .

A mis amigos Paola Vera y Marcelo Aillapán, los que siempre están ahí para ayudar, escuchar, opinar, etc. y con los cuales he pasado gratos momentos.

El mayor de los agradecimientos es para quienes con tanto amor cuidaron de mi hijo cada vez que fue necesario para el desarrollo de esta tesis; los cuales hoy siguen haciéndolo cada día con mayor cariño y dedicación: mi hermana Pamela, Jorge y el “chocho” tata Sergio.

Por último, a la “Luzma” (mi madre), por todos estos años de grandes esfuerzos en pos del bienestar de sus hijos y por recordarme constantemente mi tarea pendiente...Hoy al fin puedes decir orgullosa: ¡Misión Cumplida!.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. RESUMEN	i
II. ABSTRACT	iii
III. INTRODUCCION	1
IV. MATERIALES Y METODOS	7
V. RESULTADOS	15
Tabla 1. Tiempo que dedicó <i>S. spinifrons</i> a cada una de las dietas	16
Tabla 2. Tiempo que dedicó <i>S. spinifrons</i> a cada una de las dietas, en función de los 60 minutos de observación.	17
Tabla 3. Promedio de minutos en que el animal reaccionó frente a las dietas ofrecidas.	18
1. Conducta y Manipulación del alimento.	22
VI. DISCUSIÓN	24
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. LITERATURA CITADA	30
IX. ANEXOS	32

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Espécimen adulto de <i>S. spinifrons</i>	11
Fig. 2. Red utilizada para la extracción de camarones.	12
Fig. 3. Trampas individuales para la mantención de los camarones en el acuario de ayuno.	13
Fig. 4. Diseño del acuario de experimentación.	14

I. RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo explorar los hábitos alimentarios de *S. spinifrons*; determinando su preferencia de alimento y conducta bajo condiciones de laboratorio, asumiendo que esta especie presenta preferencias alimentarias específicas.

Para ello, fueron diseñados acuarios de experimentación en los cuales se ofrecieron cuatro ítem alimentarios a los camarones: dos de tipo animal, uno vegetal y uno detrital, los cuales se combinaron de a pares para que los camarones realizaran su elección. El factor medido fue el tiempo (en minutos) en que los especímenes mantuvieron contacto con sus presas.

Los camarones dedicaron mayor cantidad de tiempo a las dietas de tipo animal (pescado), demostrando poco interés por algas y detritus, expresando siempre un comportamiento poco agresivo a la hora de consumir sus presas.

Se discuten puntos como los diversos factores que desencadenan la selección de alimento de los animales, así como se compara a *S. spinifrons* con otras especies en cuanto a comportamiento y proyecciones de cultivo.

Las experiencias realizadas confirman que *S. spinifrons* en laboratorio muestra tendencias carnívoras, presentando a su vez una estrategia de alimentación oportunista.

II. ABSTRACT

The purpose of the following study is to explore the eating habits of *S. spinifrons* and to determine their food preferences and behavior under laboratory conditions, assuming that it presents carnivorous tendencies in its feeding.

To do this, aquariums were designed and provided with four food items for the crayfish: two of them were animal, one vegetal and the last was detrital. They were combined in pairs so that the crayfish could make their choice.

The measured factor was the time in minutes in which the specimen had contact with their preys.

The crayfish gave more time to the diet consisting of animal and showed little interest in algae and detritus, showing all the time no aggressive behavior when they had their preys.

The discussion focuses on the different factors that lead to the selection for food of the animals and *S. spinifrons* are compared to other species regarding behavior and growth projection.

The experience obtained confirms that *S. spinifrons* is opportunist and it presents clear carnivorous tendencies in its feeding.

III. INTRODUCCION

El alimento de los crustáceos consiste básicamente de una dieta animal, que es capturada tanto por depredadores activos como por individuos pasivos; una dieta que consiste de alimento animal muerto o desintegrado utilizado por los carroñeros y una dieta vegetal que resulta prioritaria entre los crustáceos y que incluye fitoplancton y algas macroscópicas. De esta manera, dados sus hábitos alimentarios, los crustáceos pueden ser divididos en varias clases: filtradores, depredadores, carroñeros y parásitos. Estas clases no tienen límites rígidos, pudiendo un animal pertenecer a más de un grupo (Waterman, 1960).

En el caso de los camarones dulceacuícolas, estos se caracterizan por ocupar niveles tróficos bajos, alimentándose principalmente de vegetación acuática y semiacuática, invertebrados bénticos y detritus asociado.

Los camarones poseen por costumbre movilizarse en los cursos de agua *caminando sobre el fondo*; generalmente circulando por zonas de densa vegetación, orillas sombreadas o entre piedras, raíces sumergidas y troncos viejos que forman parte de su refugio, donde su relativa velocidad de desplazamiento no les permite más que la captura de presas lentas, casi inmóviles. Los alimentos protéicos en descomposición dan lugar a la contaminación del agua, pudiendo conducirlos al canibalismo. (Auvergne, 1982).

Diversos apéndices que derivan de los 19 segmentos que posee el cuerpo de estos crustáceos participan activamente en el proceso de alimentación. Básicamente, las proyecciones que forman parte del cefalotórax, como el labrum y metasoma, contienen glándulas tegumentales que secretan fluidos que lubrican las presas a consumir. Asimismo, apéndices como las mandíbulas, maxílulas, maxilas y los tres pares de maxilípedos, actúan en actividades como la masticación, manipulación del alimento, limpieza de las superficies de otros apéndices, filtración de partículas en suspensión y creación de corrientes de alimento (Holdich & Lowery, 1988).

Si bien en el curso de su evolución los camarones de agua dulce han optado por hábitos de alimentación no especializado; omnívora, despliegan preferencias por cierto tipo de alimento, lo que puede variar según la edad, estación del año y estado fisiológico (Holdich & Lowery, 1988).

La información que se tiene sobre la alimentación de los camarones de agua dulce se centra mayoritariamente en aquellos que tienen alguna importancia económica, dado su potencial cultivo. Es así como se sabe, por ejemplo, que especies distribuidas en Norte y Centro América, como las del género *Procambarus*, específicamente *P. clarkii* y *P. acutus acutus*, son detritívoros oportunistas, consumiendo el detritus enriquecido por microorganismos, además de alimentarse de invertebrados planctónicos y bénticos y de plantas verdes cuando se encuentran disponibles (Holdich & Lowery, 1988). *Pacifastacus leniusculus*, especie encontrada en Norte América y Europa, mediante diversos experimentos muestra claras preferencias por una dieta de tipo animal, como invertebrados en su estado juvenil y preferencias por material vegetal en el caso de los adultos. *Astacus astacus*; camarón

altamente valorado en el mercado europeo por su carne, es un “colector” que se mueve hacia el fondo en busca de su alimento, principalmente en la noche. Esta especie es un típico polígrafo que en su dieta presenta componentes vegetales y animales en una proporción que varía según el período de su ciclo de vida, estación del año y tipo de cuerpo de agua en el que se encuentre. *Astacus leptodactylus*; una de las especies de camarón de agua dulce más populares de Europa debido a su gran potencial y amplio uso, es un animal omnívoro que se alimenta tanto en el día como en la noche. El género *Cherax*, originario de Australia, ha sido de considerable interés para la acuicultura. *Cherax destructor*, una de sus especies más estudiadas, es considerado como un animal de hábitos “politróficos” y que demuestra cierta preferencia por el material vegetal enriquecido con detritus (Holdich & Lowery, 1988).

En astacicultura intensiva se investiga constantemente sobre la obtención de un alimento estándar y sobre una mayor facilidad de manipulación. Los alimentos o piensos compuestos industriales se presentan comercialmente bajo dos formas: en gránulos o pellets y en pasta húmeda. En este sentido, la literatura cita diversos componentes que se utilizan en la fabricación de dietas artificiales, siendo el pescado y sus derivados los ingredientes más comúnmente utilizados; sin embargo, se han probado otros ingredientes en la confección de pellet tan curiosos, como semilla de fresas, zanahorias, hojas de col, cáscara de papas y estiércol seco de vaca. (Mills, 1980), además de mezclar otros tales como harina de pescado, afrecho, harina de crustáceo y sangre de toro. (Hartmann, 1958).

En Chile existen dos familias de camarones de aguas límnicas, *Parastacidae* y *Palaemonidae*, con un total de cinco especies: *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882); *Samastacus araucanius* (Faxon); *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882); *Parastacus pugnax* (Poeppig) y *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782). De ellas sólo *C. caementarius* ha sido sometida a cultivo, con éxito relativo, en Perú y Norte de Chile, por lo tanto sólo de esta última especie se posee algo más de información en lo que respecta a sus hábitos y preferencias alimentarias. En términos generales, se sabe que estas especies presentan hábitos omnívoros en su alimentación. Rudolph (1984), afirma que tanto *C. caementarius*, *S. spinifrons* y *P. nicoleti* soportan bastante bien las condiciones de cautiverio, aceptando distintos tipos de alimento: vísceras de conejo, lisa y carpas, harina de pescado y crustáceos en el caso de *C. caementarius*, lombrices de tierra, carne de pescado y vacuno, insectos y pancoras (*Aegla* sp.) en el caso de *S. spinifrons* y carne y hojas de *Centella asiática* y *Dichondra repens* para *P. nicoleti*. Hartmann (1958), expresa que *C. caementarius*, el camarón del Norte, no es exigente en cuanto a su alimentación. Es así como García-Huidobro (1995), señala que en esta especie las larvas son fitófagas y zooplanctófagas, los juveniles son fito y zooplanctófagos e incluso detritívoros, y los adultos son detritívoros y depredadores de insectos acuáticos, moluscos, algas e incluso de ejemplares de menor tamaño de su propia especie (canibalismo).

S. spinifrons (Fig. 1); animal que presenta como talla máxima registrada 147 mm de longitud total del cuerpo (Jara, 1994), se encuentra en una etapa experimental incipiente en su cultivo. Es así como actualmente se desarrollan algunas experiencias

pioneras al respecto en la zona sur de nuestro país, como la que se encuentra desarrollando Fundación Chile, quienes visualizaron en esta especie una atractiva alternativa de cultivo, afirmando que existe una demanda creciente de crustáceos en el mundo y representan una iniciativa de grandes posibilidades de desarrollo debido al gran número de cursos de agua dulce que existe en la región. Paralelamente, este proyecto contempla la experimentación con dietas, llegando a la conclusión que la mejor opción para la engorda es un alimento elaborado con insumos vegetales y animales, fabricado en base a alimento pelletizado de alfalfa y harina de pescado (Mundo Acuícola,2003). Jara (1994) señala que *S. spinifrons* es un animal preferentemente carnívoro, aunque en acuario se ha observado que consume también vegetales acuáticos como *Elodea canadensis* (“luchecillo”). Además afirma que son animales voraces que en confinamiento capturan y devoran caracoles, pancoras y aún peces pequeños.

Más allá de la buena perspectiva que ofrece *S. spinifrons* en términos de su potencial de cultivo, ésta es una especie de la cual no se registra mayor información en cuanto a sus hábitos y preferencias naturales de alimentación. Por lo tanto, el presente estudio tiene por objetivo realizar un trabajo exploratorio de las preferencias dietarias de este animal en condiciones de laboratorio, así como entregar una visión general de su conducta de alimentación. De esta manera se postula la hipótesis que *S. spinifrons* demuestra preferencias alimentarias específicas y por lo tanto existirían diferencias significativas al ofrecerle dietas alternativas, con y sin componentes proteicos.

La información que aquí se entrega pretende servir como herramienta base para continuar explorando el relevante tema de la alimentación, tanto de ésta especie como

de cualquier otra especie de camarón nativo dulceacuícola que requiera ser destinado a producción.

IV. MATERIALES Y METODOS

Los ejemplares de *S. spinifrons* fueron recolectados desde el Arroyo La Plata, ubicado en el camino viejo a La Unión (40°02'S - 73°07'W), mediante una red sacciforme de 70 x 70 cm de boca, 90 cm de profundidad y 1 mm de abertura de malla (Fig. 2). Esta red fue arrastrada a contracorriente a la medida que se removía el fondo, con lo cual se obtuvo la totalidad de la fauna reófila, por lo que fue preciso seleccionar los especímenes a utilizar en los acuarios implementados en el Instituto de Zoología de la Universidad Austral de Chile.

Este arroyo de agua corriente, de aproximadamente dos metros de ancho y uno de profundidad, registró en el mes de noviembre del 2002 parámetros físico-químicos como temperatura del agua de 11°C, conductividad de 18 µS/cm., concentración de oxígeno de 7.9 mg/l, saturación de oxígeno de 73% y un pH de 5.9.

Con los individuos recolectados se realizaron experimentos de laboratorio para explorar eventuales preferencias de alimento. Para ello, se ofreció a los camarones tres tipos de dietas : dos ítem de tipo animal, como son lombrices de tierra (*Lumbricus terrestris*) y pescado (Robalo; *Eleginops maclovinus*), ambos ofrecidos frescos y en pequeños pedazos; una dieta de tipo vegetal, que consistió en algas (Luchecillo; *Elodea canadensis*), las cuales también se ofrecieron frescas y en pequeños manojos. Y por último, una dieta de tipo detrital obtenida desde el lecho del arroyo, consistente en restos orgánicos como ramas, hojas en descomposición, etc.

Se utilizó un stock de camarones adultos, es decir, animales cuya talla cefalotóraxica varió entre 20 y 40 mm de longitud. Estos individuos se mantuvieron en dos acuarios con sedimento obtenido igualmente del lecho del arroyo. Se dispuso de un tercer acuario sin sustrato en el fondo y de igual dimensión que los anteriores (36 x 80 x 35 cm), el cual se utilizó para mantener en ayuno a los especímenes por aproximadamente una semana antes de introducirlos en los acuarios de experimentación. Dentro del acuario de ayuno se dispusieron los animales en trampas individuales, construidas de tubo de PVC sanitario de diámetro 10 cm y longitud de 20 cm, con ventanas de malla dacrón de 400 micras de abertura, de manera que estos quedan sumergidos y completamente aislados para evitar el canibalismo.(Fig. 3). Para efectos de los experimentos no se realizó discriminación de sexo y los animales fueron elegidos al azar en cada ocasión.

Se montaron seis acuarios de experimentación, con un animal cada uno , cuyo fondo se cubrió con una fina capa de arena para que los camarones pudiesen desplazarse sin problemas a través de este. El diseño de estos acuarios, de dimensiones de 35 x 21 x 11cm, presenta una subdivisión en su interior (9 x 21 x 11cm) que hace las veces de una antecámara, donde los camarones fueron mantenidos por alrededor de media hora para evitar en cierta forma el estrés por manipulación. Esta antecámara fue provista con una puerta deslizante que fue retirada al momento de comenzar con los experimentos, momento en el cual se comenzó a registrar el tiempo transcurrido desde que el animal reaccionó e hizo contacto con las dietas ofrecidas en el extremo opuesto del acuario. Estas dietas

fueron ofrecidas de a dos y simultáneamente a los animales; para ello, el acuario constó de una subdivisión que permitió mantener ambas dietas equidistantes del animal y separadas entre sí. (Fig. 4). Las observaciones fueron realizadas preferentemente de noche para respetar el hábito de alimentación nocturna de *Samastacus*; razón por la cual, en cada experiencia los acuarios se iluminaron únicamente con tubos fluorescentes cubiertos por papel celofán de color rojo, lo que permitía observar a los animales sin alterarlos mayormente. Por la misma razón, cada acuario de experimentación fue recubierto en sus cuatro costados con cartulina negra, impidiendo así que los individuos reaccionaran y se asustaran ante la presencia del observador.

A partir de diversos ensayos preliminares se estimó que el tiempo total de observación para cada experimento correspondería a una hora, tiempo durante el cual se contabilizaron los minutos en que el individuo mantuvo contacto con los diferentes ítem alimentarios, ya que resultó difícil poder determinar con exactitud en qué momento se encontraban estrictamente comiendo.

Una vez efectuadas las observaciones, los animales fueron medidos y devueltos a los acuarios de mantención. La limpieza y preparación de los acuarios para el siguiente ensayo, además del período de ayuno, permitieron llevar a cabo aproximadamente cada dos semanas este procedimiento, haciendo un total de seis experimentos con sus respectivas seis réplicas, realizando de esta forma todas las

combinaciones de pares de dietas que se pueden ofrecer a partir de las cuatro antes mencionadas (dos de tipo animal, una vegetal y una detrital).

En el análisis estadístico se aplicó una prueba T-student (Microsoft Excel) que compara medias de poblaciones de datos, para determinar la existencia de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (dietas) utilizados en cada uno de los seis experimentos llevados a cabo.

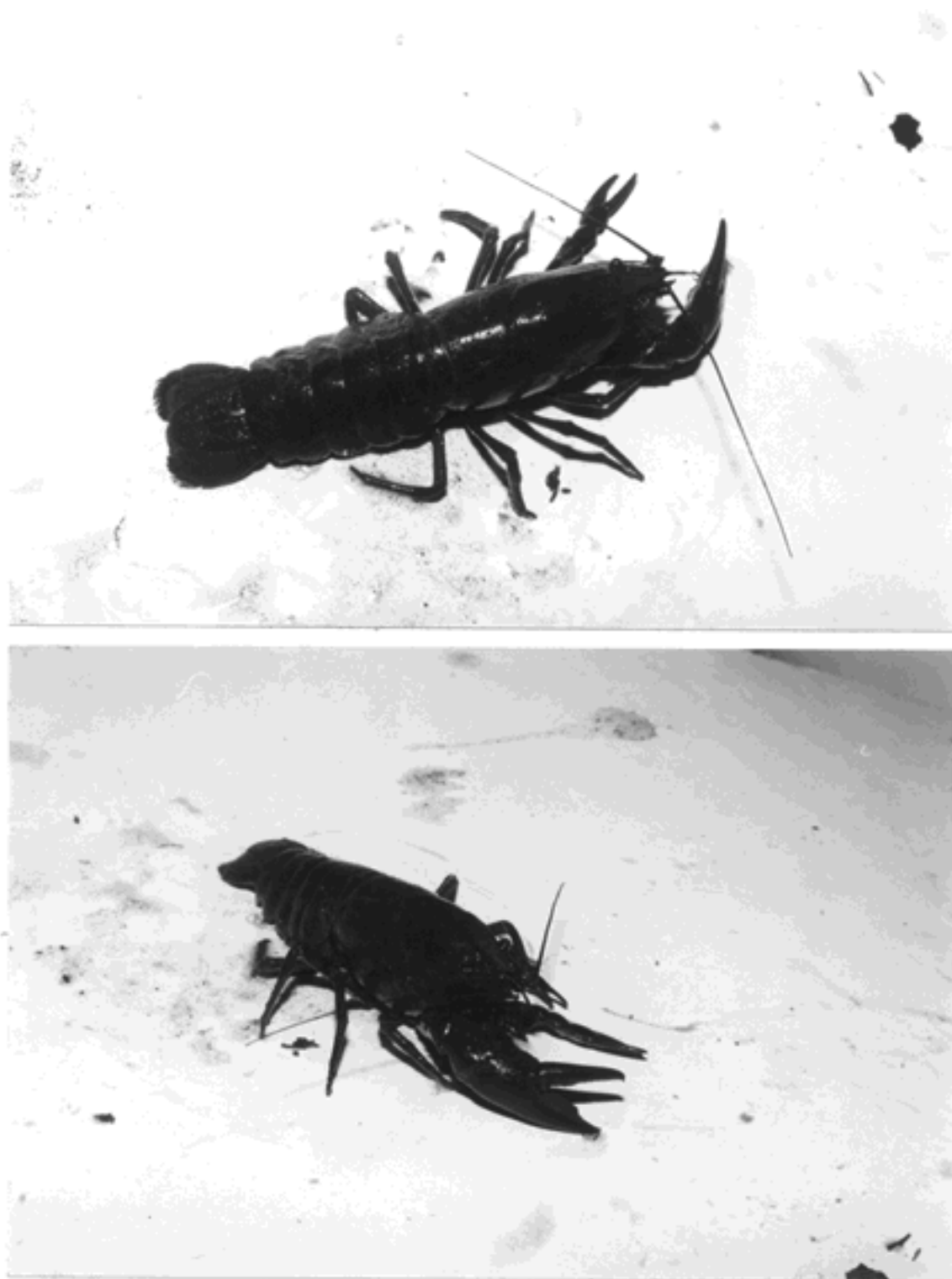


Fig. 1.- Espécimen adulto de *S. spinifrons*.

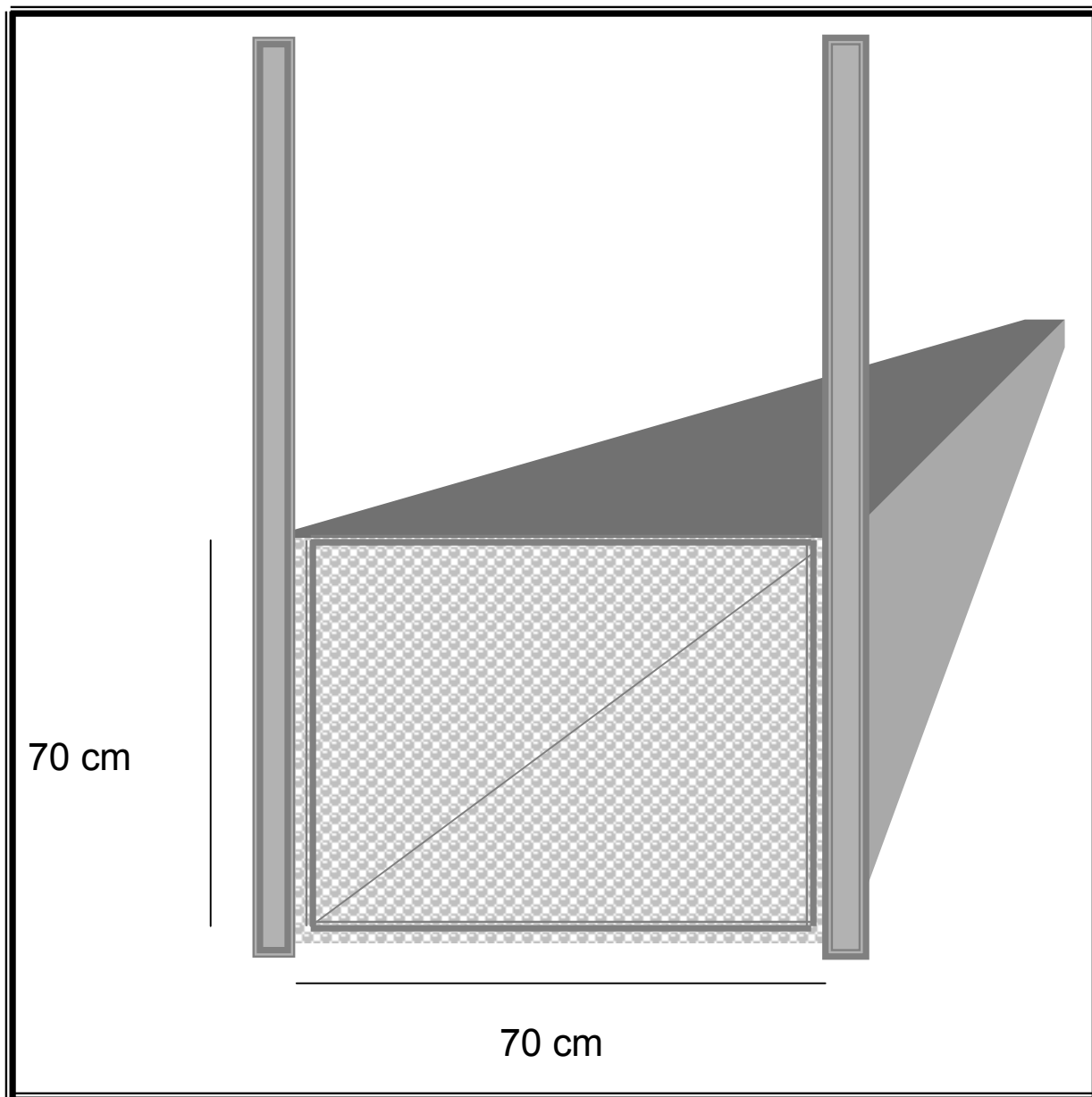


Fig. 2.- Red utilizada para la extracción de camarones en el arroyo “La Plata”.

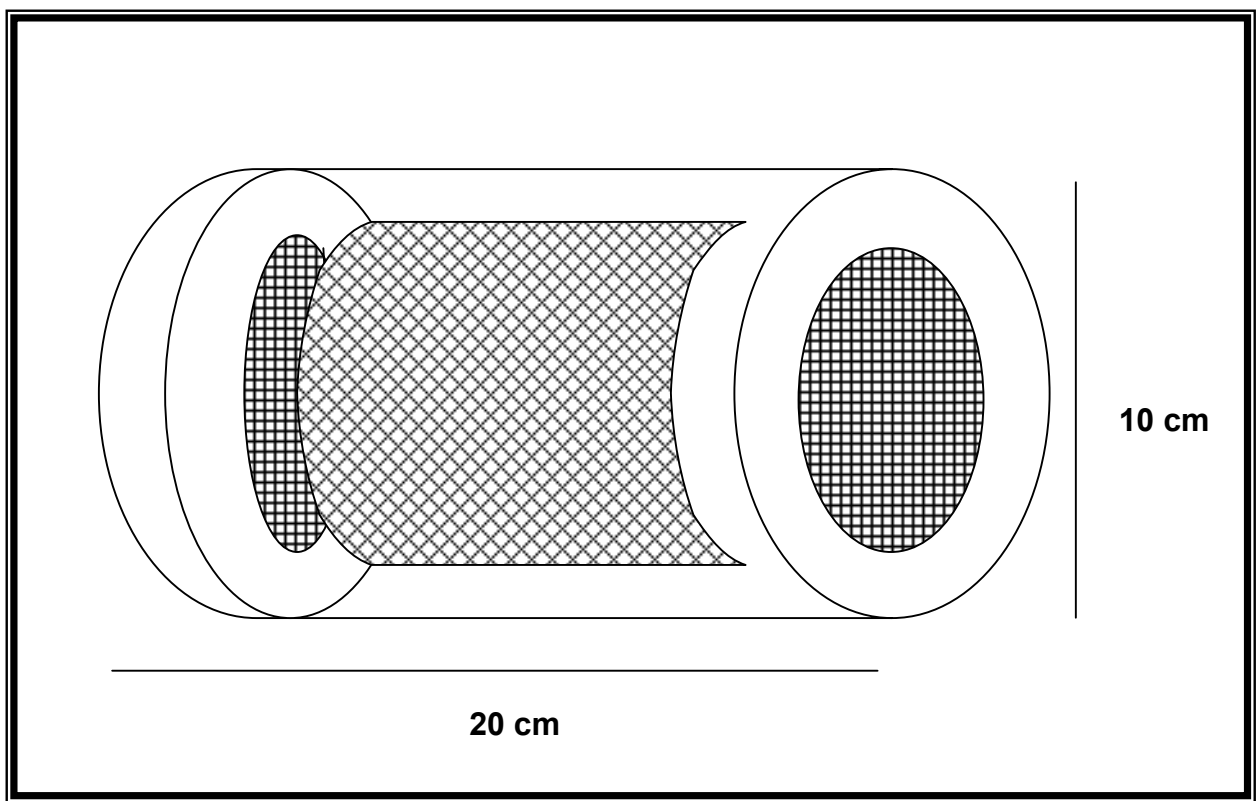


Fig. 3.- Trampas individuales para la mantención de los camarones en el acuario de ayuno.

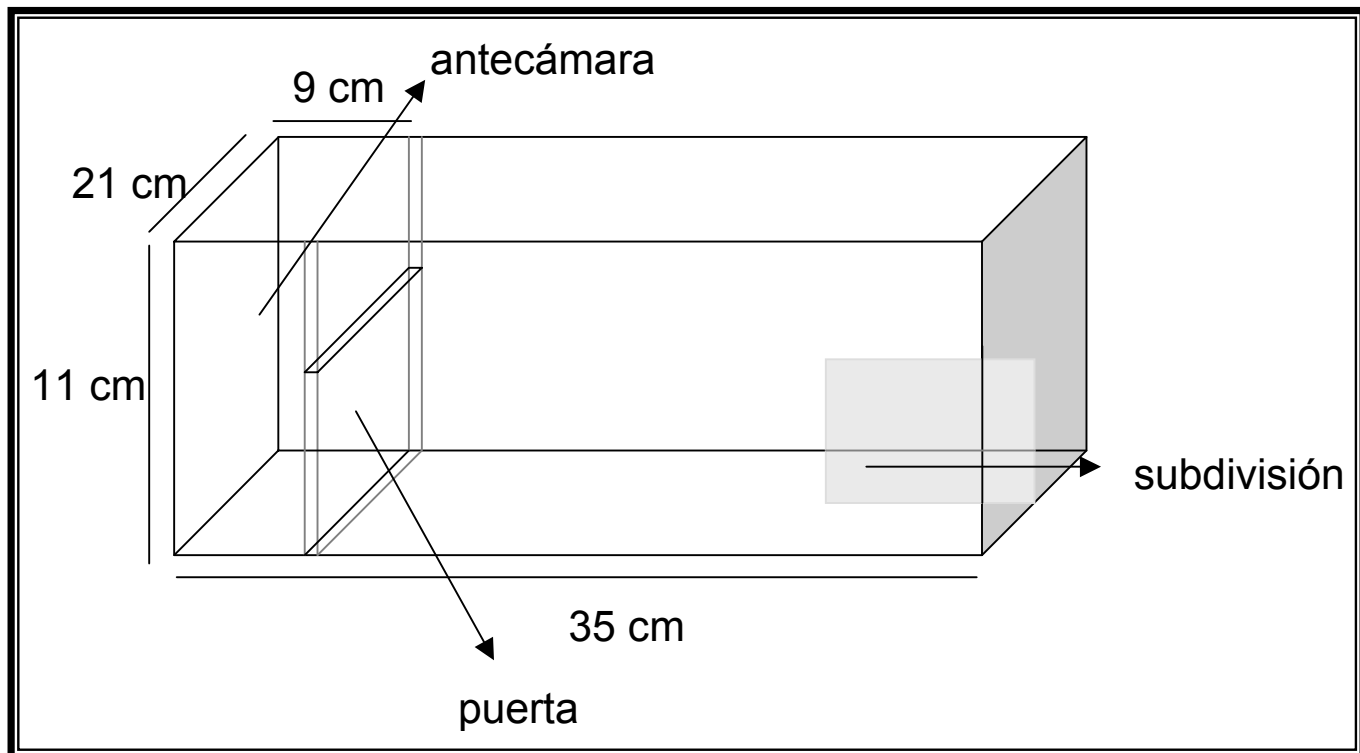


Fig. 4.- Diseño del acuario de experimentación .

V. RESULTADOS

Las observaciones realizadas en el laboratorio se resumen en la tabla 1; la cual contiene el promedio y total de minutos de contacto “camarón – dieta”, durante una hora de observación, así como los porcentajes obtenidos a partir del total de minutos en contacto para las seis réplicas que conforman cada uno de los experimentos realizados. Los minutos contabilizados corresponden al tiempo en que los camarones se mantuvieron en contacto con las dietas ofrecidas en cada ocasión. Los valores parciales para cada réplica, así como datos complementarios para cada uno de los experimentos, se detallan en los anexos adjuntos (anexo 1).

Por su parte, la tabla 2 entrega la misma información de tiempo (minutos) de contacto del animal con las dietas, pero expresado en términos porcentuales, a su vez haciéndolo comparable con el tiempo en que el animal no demostró mayor interés en relacionarse con el alimento ofrecido (sin contacto).

Tabla 1. Tiempo que dedicó *S. spinifrons* a cada una de las dietas.

	Tiempo de Contacto entre el Animal y las Dietas (minutos)					
	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
	Pescado	Alga	Lombrices	Detritus	Pescado	Detritus
PROMEDIO (Min.)	20,3	2,7	7,3	4,7	23,2	2,2
DESV.EST.	12,4	2,9	8,4	5,1	19,4	3,9
TOTAL (Min.)	122	16	44	28	139	13
PORCENTAJE	88%	12%	61%	39%	91%	9%

	Tiempo de Contacto entre el Animal y las Dietas (minutos)					
	Experimento 4		Experimento 5		Experimento 6	
	Alga	Detritus	Alga	Lombrices	Pescado	Lombrices
PROMEDIO (Min.)	4,8	2,5	10,7	10	10,7	10,5
DESV.EST.	2,2	2,9	13,1	5,1	4,2	8,3
TOTAL (Min.)	29	15	64	60	64	63
PORCENTAJE	66%	34%	52%	48%	50%	50%

Tabla 2. Tiempo (expresado en porcentaje) que dedicó *S. spinifrons* a cada una de las dietas, en función de los 60 minutos de observación.

	Experimento 1			Experimento 2			Experimento 3		
	Pescado	Alga	Sin contacto	Lombrices	Detritus	Sin contacto	Pescado	Detritus	Sin contacto
% Promedio	33,8	4,3	61,9	12,3	7,7	80	38,7	3,7	57,6

	Experimento 4			Experimento 5			Experimento 6		
	Alga	Detritus	Sin contacto	Alga	Lombrices	Sin contacto	Pescado	Lombrices	Sin contacto
% Promedio	8	4	88	17,7	16,7	65,6	17,8	17,5	64,7

Tabla 3. Promedio (de las seis réplicas) de minutos en que el animal reaccionó frente a las dietas ofrecidas.

Nº Experimento	Promedio del Tiempo de Reacción (min.)
Experimento 1 (Pescado-Alga)	10
Experimento 2 (Lombriz-Detritus)	7,2
Experimento 3 (Pescado-Detritus)	12,2
Experimento 4 (Alga-Detritus)	3,1
Experimento 5 (Alga-Lombriz)	1,5
Experimento 6 (Pescado-Lombriz)	3,1

El tiempo de reacción al que se hace referencia en la tabla 3, se considera a partir del momento en que se abre la antecámara de cada acuario de experimentación hasta que el animal comienza a avanzar hacia alguna de las dietas ofrecidas. Existieron respuestas muy variadas en cada ocasión; observándose reacciones inmediatas al alimento así como animales que se tardaron media hora en comenzar a revisar el material ofrecido (gráfico 13, anexos).

De los tres experimentos en los que estuvo presente el pescado como una de las dietas ofrecidas, dos tuvieron claros resultados de preferencia hacia éste ítem. Es así como en los experimentos 1 y 3 (pescado–alga y pescado–detritus, respectivamente) los camarones se acercaron en primera opción a los pedazos de robalo fresco, los cuales comieron por largo rato hasta saciarse (aproximadamente un 90% del tiempo), solo después de lo cual dedicaron un poco de tiempo a las otras dietas, sin demostrar mayor interés por ellas. Estas apreciaciones coinciden plenamente con los resultados obtenidos mediante la prueba estadística aplicada (t - student, anexo 3), la cual indica que en ambos experimentos mencionados existen diferencias significativas entre las medias, calculadas a partir de los minutos de contacto entre animales y dietas, favoreciendo en ambos casos al alimento consistente de pescado fresco ($P < 0,05$). Sin embargo, el tiempo de reacción de los camarones no guarda relación con esta preferencia por el pescado, ya que las reacciones más rápidas no fueron coincidentes con su presencia en los ensayos.

Sin embargo, cuando se ofrecen dos dietas de tipo animal, como lo que sucedió en el experimento 6 donde se enfrentó pescado versus lombrices, la situación se equilibró, ya que los animales le dedicaron una cantidad de tiempo similar a ambas dietas, no existiendo diferencias significativas entre las medias de ambos tratamientos ($P > 0,05$). En esta ocasión existió una reacción muy rápida, con un promedio de tres minutos en que los camarones se interesan por el alimento, observándose por lo tanto un comportamiento muy activo.

Distinto a lo anterior es lo que ocurre en el experimento 4 (gráfico 4, anexos) en donde se combinan alga y detritus, ya que los animales tuvieron una conducta más bien pasiva, contactándose poco con ambas dietas y al hacerlo fue básicamente para analizarlas, escarbar y utilizarlas como refugio, más que para alimentarse de ellas. En esta ocasión no se obtuvieron diferencias significativas entre las medias estimadas a partir del tiempo de contacto con las dietas, observado en el experimento ($P > 0,05$).

En el caso de las lombrices, éstas también son preferidas –en tiempo de contacto– por sobre el detritus (gráfico 2, anexos), pero la preferencia esta vez no resulta tan clara como lo que ocurre en el caso del pescado. Los camarones optaron primero por acercarse tímidamente al detritus, escarbarlo y esconderse en él un largo rato, para posteriormente consumir los pedazos de lombrices. Lombrices y algas prácticamente se igualaron en tiempo de preferencia en el experimento 5, sin embargo las lombrices fueron siempre la primera opción de alimento de los camarones, para luego, una vez más, dedicarle tiempo a las algas pero más con intenciones de

manipularlas y refugiarse en ellas que para comerlas. Esta vez la estadística tampoco arroja diferencias significativas entre las medias de los tratamientos aplicados en ambos experimentos ($P > 0,05$).

Las cifras de la tabla 2 muestran que los camarones no ocuparon la hora en su totalidad para alimentarse, correspondiendo la mayor cantidad de minutos utilizados a los experimentos donde se encuentra el pescado como una de las dietas consideradas (gráficos 7, 9 y 12, anexos); aún así, en estos ensayos los animales no ocuparon más allá de un 40% del tiempo total de observación. Igualmente se observa el poco interés demostrado por *S. spinifrons* por dietas como el detritus y algas, lo que se apoya en cifras como las del experimento 4 (gráfico 10, anexos), en donde solo utilizaron un 12% del tiempo en acercarse a estos ítem.

Se detectó que la actividad relacionada estrictamente al consumo del alimento se concentró durante la primera media hora de observación, en algunos casos en menos tiempo, con lo cual parecieron lograr saciarse, por lo tanto el resto del tiempo (segunda media hora) los animales se dedicaron no tanto a comer sino más bien a hurgar el material ofrecido, refugiarse en él, reconocer los límites del acuario o simplemente mantenerse inmóviles por largo rato.

IV. 1. CONDUCTA Y MANIPULACIÓN DEL ALIMENTO.

En el laboratorio, *S. spinifrons* se mostró como un animal más bien pasivo, temeroso, poco agresivo en su conducta de alimentación. Fueron muy pocas las ocasiones en que los animales reaccionaron inmediatamente a atacar el alimento, sino que por el contrario, luego de largos minutos de una espera prácticamente inmóviles, caminan a través del acuario con sus quelas proyectadas hacia delante hasta contactar el material ofrecido, probablemente guiados por las cerdas que se encuentran situadas en los bordes anteriores y posteriores de las articulaciones, en particular sobre el filamento exterior de las anténulas, los cuales contienen quimiorreceptores. Ya en este punto, los animales reaccionaron básicamente de dos maneras: al encontrarse en primera instancia con pescado o lombrices comienzan inmediatamente a consumirlos, pero si el primer encuentro es con dietas como algas o detritus, comienzan la actividad ya mencionada de examinar y escarbar, mantenerse por largos momentos lo más escondidos posible, comer algo en algunos casos, para posteriormente comenzar a acceder a las otras alternativas de presas presentes en el acuario.

Las presas son llevadas hacia las piezas bucales por las quelas y puestas al alcance de los maxilípedos, los cuales desgarran los pedazos de carne en trozos más pequeños para llevarlos a la boca. En el caso de la manipulación de trozos de material vegetal, los camarones mantienen firmes las algas y los maxilípedos son los encargados de “deshojar” una por una las pequeñas láminas que conforman los filamentos del “luchecillo”, dejando flotar en la superficie del agua los restos de tallos del

alga. Por su parte, el detritus, conformado por pequeñas partículas de materia orgánica, es consumido mediante filtración, la cual es favorecida por las diversas corrientes de agua que provocan los apéndices involucrados en la alimentación.

Importante de mencionar es el hecho de que en diversos ensayos se le ofreció a *Samastacus* como alternativa de alimentación pequeñas cantidades de pellets (gránulos de crumble # 4) utilizado en los centros de cultivo de salmónidos para alimentar peces, como *Oncorhynchus kisutch*, *O. mykiss* y *Salmo salar*, cuyos pesos fluctúan entre los 12 y 30 gramos, dependiendo de la especie de la cual se trate. *S. spinifrons* no reaccionó frente a esta dieta artificial, mostrando total indiferencia frente a ella, demostrando con su actitud que no detectó su presencia o bien que no le produjo mayor atracción como alimento.

VI. DISCUSION

Poder entender el mecanismo por el cual los animales seleccionan el alimento es una tarea sumamente difícil, de lo cual todavía existen muchas interrogantes por resolver. Se pueden argüir razones que corresponden al contexto ecológico extrínseco en que se desarrolla la elección del alimento. Es así como en la naturaleza el consumo de diferentes ítem dietarios puede depender de factores bióticos como los depredadores y competidores, y de factores abióticos tales como la temperatura y humedad. Por otro lado, la estrategia de alimentación oportunista de *S. spinifrons* responde a otro factor que sin duda es determinante en la decisión de consumo, como es la disponibilidad de alimento en el medio. Pero la interrogante es ¿cuál es el mecanismo de preferencia de presas de un animal que se encuentra en condiciones de laboratorio, donde no existe presión por parte de los factores bióticos ni abióticos antes mencionados y donde las dietas ofrecidas se encuentran igualmente disponibles?. Trabajos como los de Emlen (1966) y Mac Arthur & Pianka (1966), dan lugar a una de las teorías que han trascendido por más de treinta años en este respecto. La teoría del forrajeo óptimo (TFO) precisa que el contenido calórico o energético de los alimentos gatilla la preferencia de los animales por uno de ellos en particular. Sin embargo, autores como Bozinovic & Martínez del Río (1996) critican abiertamente esta teoría, arguyendo que un solo factor no es suficiente para explicar una decisión de forrajeo. Ellos estiman que la selección de dietas es mucho más compleja y que involucra no sólo el concepto de energía como una explicación consistente, sino que además se deben considerar elementos como la composición nutricional de las dietas

y, más aún, a la estructura química de los nutrientes como una de las tantas necesidades endógenas de los animales que sería determinante en la selección de la presa. Así mismo, Morales & Antenaza (1983) desarrollaron experiencias de laboratorio con el fin de evaluar la TFO, para lo cual ejecutaron experimentos de preferencia de presas con el crustáceo *Homalaspis plana*, en los cuales se determinó la composición de las dietas de adultos y sus tasas de ingestión. En sus observaciones notaron que *H. plana* intentó consumir cada presa que contactó, lo cual sugirió más bien una conducta oportunista. Los autores finalmente concluyen lo complejo que resulta probar la validez de la teoría de la maximización de energía en el laboratorio considerando solo ciertos factores para medir los valores de las presas como ítem alimenticio, ya que existen otros tantos parámetros igualmente importantes que se deben considerar como el encuentro, ataque y tasas de captura de las diferentes presas.

Las experiencias realizadas en este estudio con *S. spinifrons* si bien arrojaron – en términos generales – resultados preferenciales para los ítem de tipo animal (pescado y lombrices), no son tan absolutos ni categóricos ya que tal preferencia alimentaria sólo se aprecia estadísticamente en dos de los seis ensayos evaluados, donde la tendencia en ambos casos fue específicamente hacia el pescado. En este punto alcanza relevancia el tema de la disponibilidad de otros ítem alimentarios en el ambiente, ya que probablemente un alimento por sí solo no cumpla con todos los requerimientos fisiológicos de la especie y por ende opte por más de uno si tiene la oportunidad de hacerlo. En este aspecto, Bozinovic & Martínez del Río (1996) confirman que dietas mixtas pueden producir mayor eficiencia de asimilación y por lo

tanto mayor captación de nutrientes, que aquellos que han ingerido y asimilado dietas puras.

Una de las dietas que *S. spinifrons* no tuvo mayores problemas en consumir y preferir fueron las lombrices de tierra, las cuales, si bien no interaccionan con esta especie como un organismo de su ecosistema, sí pueden llegar perfecta y casualmente a representar un ítem alimentario en el medio natural. García et al. (1998) expuso razones, como el *manejo sencillo y el bajo costo de producción*, para permitirse evaluar la lombriz de tierra *Eudrilus geniae* como materia prima para el alimento de camarones peneidos (*Penaeus schmitti* y *P. notialis*), reemplazando la harina de pescado por harina de lombriz. Sus ensayos con esta dieta reflejaron resultados positivos para el crecimiento y desarrollo de larvas y postlarvas de camarones peneidos, por lo que concluyó que esta especie de lombriz de tierra resulta un recurso atrayente para ser empleado en la camaronicultura.

En términos de conducta, el camarón de río del sur se mostró como un animal bastante más pasivo de lo que se esperaba. Si bien el diseño y ejecución de los experimentos buscaba alterarlos de la menor forma posible, es indudable que no se puede simular de manera cien por ciento eficiente su entorno natural. De ahí que en la respuesta de *S. spinifrons* pueda haber un grado significativo de influencia del *estrés* que le provocarían situaciones como por ejemplo las trampas de ayuno, alterando de alguna manera su comportamiento. La diferencia se hace notable si comparamos la conducta de *S. spinifrons* frente a la de *Aegla denticulata*, crustáceo anomuro

dulceacuícola endémico del cono sur de Latinoamérica, que Isler (1988) describe como ciertamente más agresivos bajo condiciones de cautiverio similares a las que se ha expuesto a *S. spinifrons* en este estudio. Se observó que cuando los crustáceos contactan a la presa a través de las patas ambulatorias reaccionan violentamente, procediendo a capturarla; para ello, se abalanzan sobre la presa tratando de encerrarla en el espacio delimitado por su vientre y el sustrato, formando además una jaula con los pereiópodos. Así, ambas especies manipulan de manera muy similar a sus presas mediante sus diferentes apéndices de alimentación, pero se diferencian en la estrategia que utiliza cada una al acercarse al alimento.

Rudolph (1984) sostiene que tanto *P. nicoleti* como *S. spinifrons* –ambas especies pertenecientes a la familia Parastacidae– presentan similitud en la mayoría de sus características biológicas. Sin embargo, destaca que *S. spinifrons* alcanza tallas superiores, posee un mayor rendimiento en carne y en condiciones de cautiverio presenta procesos de muda, características que le proporcionan ventajas con respecto a *P. nicoleti*, para eventuales experiencias de cultivo. La experiencia llevada a cabo en este estudio corrobora algunos de estos aspectos, ya que también se obtuvo especímenes que desarrollaron la muda durante su mantención en el laboratorio. Además, la ventaja más notable de esta especie radica en el relativo fácil manejo de los individuos en cautiverio, ya que soportan bastante bien las condiciones adversas y la manipulación, así como largos períodos de tiempo sin alimentación. En este punto, se pudo observar que *S. spinifrons* –al contrario de la experiencia de Rudolph (1984)– sí presenta un claro canibalismo. Con respecto a esto, Colinas & Briones (1990) en

estudios realizados con la langosta *Panulirus guttatus*, encuentran en los estómagos de los machos cantidades importantes de restos de individuos de la misma especie, lo cual justificaron por un lado como una forma de obtener, a partir de las exuvias de sus congéneres, una fuente de oligoelementos para las langostas en proceso de muda, y por otro lado asumen que este canibalismo refuerza la idea de una alimentación oportunista en esta especie, sin implicar necesariamente un comportamiento agresivo. De todas formas, este factor es totalmente manejable en un ambiente controlado, siendo más bien otros los puntos que sí se deben conocer y manejar a cabalidad a la hora de proyectar a *S. spinifrons* en un cultivo exitoso, como son por ejemplo sus tasas de crecimiento natural y en cautiverio, enfermedades y depredadores, factores ambientales que afectan su desarrollo, densidad máxima de juveniles y adultos por m³ de agua, flujos óptimos de agua, tasa de alimentación y optimización de dietas tanto para juveniles como adultos, entre otros tantos factores relevantes en astacicultura.

VII. CONCLUSIONES

En el laboratorio, *S. spinifrons* mostró tendencias carnívoras, prefiriendo las dietas de origen animal por sobre las otras, específicamente el pescado. Sin embargo, se puede reafirmar que esta especie presenta una estrategia de alimentación oportunista, ya que si bien muestra claras preferencias alimentarias, bajo determinadas situaciones de escasez de alimento consumirá lo que encuentre en su ambiente para mantenerse.

S. spinifrons denota una conducta bastante pasiva en el laboratorio, menos agresiva de lo que se observa en otros crustáceos dulceacuícolas.

VIII. LITERATURA CITADA

AUVERGNE, A. 1982. El cangrejo de río. Cría y Explotación. 119 págs. Ediciones Mundi-Prensa. (Ed. Española)

BOZINOVIC, F. & MARTÍNEZ DEL RÍO, C. 1996. Animals eat what they should not: why do they reject our foraging models?. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69 : 15 – 20.

COLINAS, F. & BRIONES, P. 1990. Alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* (Latreille 1804) en el caribe mexicano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. pp. 1 – 18.

EMLÉN, J.M. 1966. The role of time and energy in food preference. *American Naturalist*. 100 : 611 – 617.

GARCÍA, T., ALFONSO, E. & JAIME, B. 1998. Evaluación de la lombriz de tierra *Eudrilus eugeniae* en la alimentación de camarones peneidos. *Avances en Nutrición Acuícola* III. pp. 349 – 361

GARCÍA-HUIDOBRO, T. 1995. Crianza intensiva e integral del camarón de río del Norte *Cryphiops caementarius*, base para el desarrollo de una nueva acuicultura en Chile. Fundación, Fondo de Investigación Agropecuaria. FIA. Ministerio de Agricultura.

HARTMANN, G. 1958. Apuntes sobre la biología del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina) Palaemonidae. Pesca y Caza, Lima. 8:17-28

HOLDICH, D.M. & LOWERY R.S. 1988. Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation. The University Press, Cambridge. 498 pp.

ISLER, M. 1988. Alimentación natural, conducta alimentaria y preferencia dietaria en *Aegla denticulata* Nicolet, 1849 (Crustacea: Decapoda: Anomura: Aeglididae). Tesis de Grado. Instituto de Zoología. Universidad Austral de Chile. 38 pp.

JARA, C. 1994. Camarones dulceacuícolas en Chile. Informe técnico-científico. Instituto de Zoología. Universidad Austral de Chile.

MACARTHUR, R.H. & E.R. PIANKA. 1966. On optimal use of a patchy environment. American Naturalist. 100 : 603 – 609.

MILLS, B. 1980. Notes on the aquaculture of the Yabbie. Department of fisheries pamphlet. Adelaide, South Australia.

MORALES, C. & T. ANTENZA. 1983. Diet selection of the Chilean stone crab *Homalaspis plana*. Marine Biology 77: 79 – 83.

MUNDO ACUÍCOLA. PERIÓDICO REGIONAL DE ACUICULTURA, PESCA Y TURISMO. 2003. Cultivo de camarón de río del sur. Fecha Publicación: 06 de junio. <http://www.mundoacuicola.cl/>.

RUDOLPH, E. 1984. Perspectivas del cultivo de camarones de agua dulce en Chile. – Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 5(3): 769 – 773.

WATERMAN, T. H. 1960. The physiology of crustacea. Volume I. Metabolism and Growth. Academic Press. New on Latinoamericana de Acuicultura, 5(3): 769 – 773.

IX. ANEXOS

IX. 1. TIEMPO QUE DEDICÓ S. spinifrons A CADA UNA DE LAS DIETAS

IX.1.1. EXPERIMENTO N° 1

Día : Domingo 12 de enero del 2003

Hora Inicio : 18:00 horas

Hora Término : 19:00 horas

Tiempo

Observación : 1 Hora

Dietas Ofrecidas : (1) Pescado

: (2) Alga

Tiempo de Ayuno : 7 Días

			Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	PESCADO	ALGA
1	3.3	15	28	3
2	3.0	3	15	0
3	3.8	5	6	3
4	4.2	23	38	2
5	3.5	8	9	0
6	4.0	6	26	8
PROMEDIO		10	20,3	2,7
DESV. EST.			12,4	2,9
TOTAL			122	16
PORCENTAJE			88%	12%

IX.1.2. EXPERIMENTO N° 2

Día : Lunes 27 de enero del 2003
Hora Inicio : 19:00 horas
Hora Término : 20:00 horas
Tiempo
Observación : 1 Hora
Dietas Ofrecidas : (1) Lombriz de Tierra
: (2) Detritus
Tiempo de Ayuno : 8 Días

RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
			LOMBRICES	DETRITUS
1	3.5	3	6	4
2	3.5	9	4	0
3	3.7	5	3	5
4	3.1	2	6	14
5	5.0	5	24	5
6	4.0	19	1	0
PROMEDIO		7,2	7,3	4,7
DESV. EST.			8,4	5,1
TOTAL			44	28
PORCENTAJE			61%	39%

IX.1.3. EXPERIMENTO N° 3

Día : Martes 11 de febrero del 2003
Hora Inicio : 13:00 horas
Hora Término : 14:00 horas
Tiempo
Observación : 1 Hora
Diets Ofrecidas : (1) Pescado
 : (2) Detritus
Tiempo de Ayuno : 7 Días

			Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	PESCADO	DETRITUS
1	3.8	4	53	0
2	3.2	21	7	10
3	3.6	3	13	2
4	3.5	30	15	0
5	4.1	3	42	0
6	3.2	12	9	1
PROMEDIO		12,2	23,2	2,2
DESV. EST.			19,4	3,9
TOTAL			139	13
PORCENTAJE			91%	9%

IX.1.4. EXPERIMENTO N° 4

Día : Martes 23 de febrero del 2003
Hora Inicio : 18:30 horas
Hora Término : 19:30 horas
Tiempo
Observación : 1 Hora
Dietas Ofrecidas : (1) Alga
 : (2) Detritus
Tiempo de Ayuno : 7 Días

RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
			ALGA	DETRITUS
1	5.0	2	7	0
2	3.1	0,3	2	2
3	3.8	4	6	2
4	4.0	2	6	8
5	3.2	5	6	3
6	3.6	5	2	0
PROMEDIO		3,1	4,8	2,5
DESV. EST.			2,2	2,9
TOTAL			29	15
PORCENTAJE			66%	34%

IX.1.5. EXPERIMENTO N° 5

Día : Domingo 9 de marzo del 2003
Hora Inicio : 18:30 horas
Hora Término : 19:30 horas
Tiempo
Observación : 1 Hora
Dietas Ofrecidas : (1) Alga
 : (2) Lombriz de Tierra
Tiempo de Ayuno : 6 Días

			Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	ALGA	LOMBRICES
1	4.0	0,5	8	19
2	3.5	2	0	4
3	3.5	0,6	21	8
4	4.3	0,5	3	7
5	3.3	0,6	32	11
6	3.4	5	0	11
PROMEDIO		1,5	10,7	10,0
DESV. EST.			13,1	5,1
TOTAL			64	60
PORCENTAJE			52%	48%

IX.1.6. EXPERIMENTO N° 6

Día : Domingo 23 de marzo del 2003
Hora Inicio : 17:30 horas
Hora Término : 18:30 horas
Tiempo
Observación : 1 Hora
Dietas Ofrecidas : (1) Pescado
 : (2) Lombriz de Tierra
Tiempo de Ayuno : 6 Días

			Tiempo de Contacto: Animal-Dieta (minutos)	
RÉPLICA	CEFALOTÓRAX (cm.)	TIEMPO DE REACCIÓN (minutos)	PESCADO	LOMBRICES
1	4.0	2	10	7
2	5.0	5	14	5
3	3.7	6	12	11
4	3.2	3	7	22
5	3.3	0,8	16	0
6	4.0	2	5	18
PROMEDIO		3,1	10,7	10,5
DESV. EST.			4,2	8,3
TOTAL			64	63
PORCENTAJE			50%	50%

IX. 2. TIEMPO (%) QUE SE MANTUVO EN CONTACTO EL ANIMAL CON LAS DIFERENTES DIETAS, DURANTE 1 HORA DE OBSERVACIÓN.

IX.2.1. EXPERIMENTO N ° 1

RÉPLICAS	PESCADO (%) de tiempo)	ALGA (%) de tiempo)	% TOTAL
1	47	5	52
2	25	0	25
3	10	5	15
4	63	3	66
5	15	0	15
6	43	13	56
% PROMEDIO	33,8	4,3	38,2

IX.2.2. EXPERIMENTO N ° 2

RÉPLICAS	LOMBRICES (%) de tiempo)	DETRITUS (%) de tiempo)	% TOTAL
1	10	7	17
2	7	0	7
3	5	8	13
4	10	23	33
5	40	8	48
6	2	0	2
% PROMEDIO	12,3	7,7	20,0

IX.2.3. EXPERIMENTO N ° 3

RÉPLICAS	PESCADO (% de tiempo)	DETRITUS (% de tiempo)	% TOTAL
1	88	0	88
2	12	17	29
3	22	3	25
4	25	0	25
5	70	0	70
6	15	2	17
% PROMEDIO	38,7	3,7	42,3

IX.2.4. EXPERIMENTO N ° 4

RÉPLICAS	ALGA (% de tiempo)	DETRITUS (% de tiempo)	% TOTAL
1	12	0	12
2	3	3	6
3	10	3	13
4	10	13	23
5	10	5	15
6	3	0	3
% PROMEDIO	8,0	4,0	12,0

IX.2.5. EXPERIMENTO N ° 5

RÉPLICAS	ALGA (% de tiempo)	LOMBRICES (% de tiempo)	% TOTAL
1	13	32	45
2	0	7	7
3	35	13	48
4	5	12	17
5	53	18	71
6	0	18	18
% PROMEDIO	17,7	16,7	34,3

IX.2.6. EXPERIMENTO N ° 6

RÉPLICAS	PESCADO (% de tiempo)	LOMBRICES (% de tiempo)	% TOTAL
1	17	12	29
2	23	8	31
3	20	18	38
4	12	37	49
5	27	0	27
6	8	30	38
% PROMEDIO	17,8	17,5	35,3

IX.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS PRUEBA T - STUDENT.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 1:

pescado	alga	
	47	5
	25	0
	10	5
	63	3
	15	0
	43	13

Planteamiento de hipótesis

$$\boxed{H_0 : \mu_x = \mu_y} \quad \text{v/s} \quad \boxed{H_0 : \mu_x \neq \mu_y}$$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pescado</i>	<i>alga</i>
Media	33.833333	4.333333
Varianza	421.76667	23.066667
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	222.41667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	3.4260917	
P(T<=t) una cola	0.0032404	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.0064808* significativo	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	

(estadística de prueba)

(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

La conclusión es que con $\alpha = 0,05$ las medias de los dos tratamientos (dietas) son diferentes. De hecho, puesto que

$\boxed{\bar{X} > \bar{Y}}$ la evidencia es a favor del tratamiento 1 o sea se concluye que $\boxed{\mu_x > \mu_y}$

CONCLUSIÓN: Hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos, a favor del pescado.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 2:

lombrices	detritus
10	7
7	0
5	8
10	23
40	8
2	0

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_x = \mu_y \quad \text{v/s} \quad H_0 : \mu_x \neq \mu_y$$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>lombrices</i>	<i>detritus</i>
Media	12.333333	7.666667
Varianza	193.06667	70.66667
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	131.86667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	0.7038821	
P(T<=t) una cola	0.2487843	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.4975687 n.s.	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	

(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

CONCLUSIÓN: No hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 3:

pescado	detritus
88	0
12	17
22	3
25	0
70	0
15	2

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_X = \mu_Y \quad \text{v/s} \quad H_0 : \mu_X \neq \mu_Y$$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pescado</i>	<i>detritus</i>
Media	38.666667	3.666667
Varianza	1030.2667	44.266667
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	537.26667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	2.6153735	
P(T<=t) una cola	0.0129009	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.0258018*	significativo
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

CONCLUSIÓN: Hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos, a favor del pescado.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 4:

alga	detritus
12	0
3	3
10	3
10	13
10	5
3	0

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_x = \mu_y$$

v/s $H_0 : \mu_x \neq \mu_y$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>alga</i>	<i>detritus</i>
Media	8	4
Varianza	15.6	23.2
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	19.4	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	1.5729675	
P(T<=t) una cola	0.073401	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.146802	n.s.
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	

(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

CONCLUSIÓN: No hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 5:

alga	lombrices	
	13	32
	0	7
	35	13
	5	12
	53	18
	0	18

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_x = \mu_y$$

v/s $H_1 : \mu_x \neq \mu_y$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>alga</i>	<i>lombrices</i>
Media	17.666667	16.666667
Varianza	471.06667	73.466667
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	272.26667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	0.1049696	
P(T<=t) una cola	0.4592378	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.9184756 n.s.	
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	

(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

CONCLUSIÓN: No hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos.

Tiempo que se mantuvo en contacto el animal con las diferentes dietas

EXPERIMENTO 6:

pescado	lombrices
17	12
23	8
20	18
12	37
27	0
8	30

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_x = \mu_y$$

v/s

$$H_1 : \mu_x \neq \mu_y$$

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>pescado</i>	<i>lombrices</i>
Media	17.833333	17.5
Varianza	49.366667	192.7
Observaciones	6	6
Varianza agrupada	121.03333	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	10	
Estadístico t	0.0524792	
P(T<=t) una cola	0.4795902	
Valor crítico de t (una cola)	1.8124615	
P(T<=t) dos colas	0.9591804	n.s.
Valor crítico de t (dos colas)	2.2281392	

(si este valor es menor o igual a 0,05 es significativo: existe diferencia)

CONCLUSIÓN: No hay diferencias significativas entre las medias de tratamientos.

GRAFICO 1. Experimento N°1: Pescado - Alga

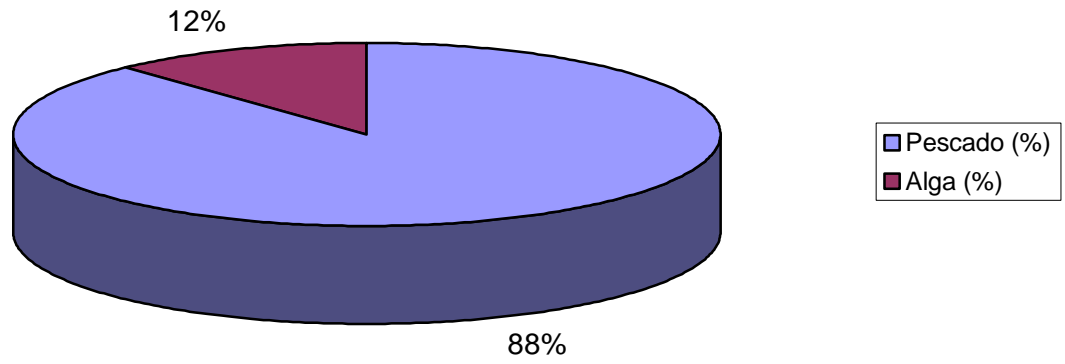


GRAFICO 2. Experimento N°2: Lombrices - Detritus

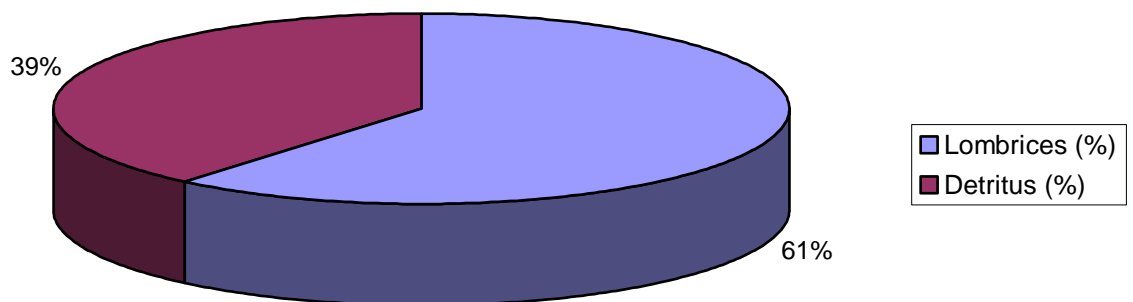


GRAFICO 3. Experimento N°3: Pescado - Detritus

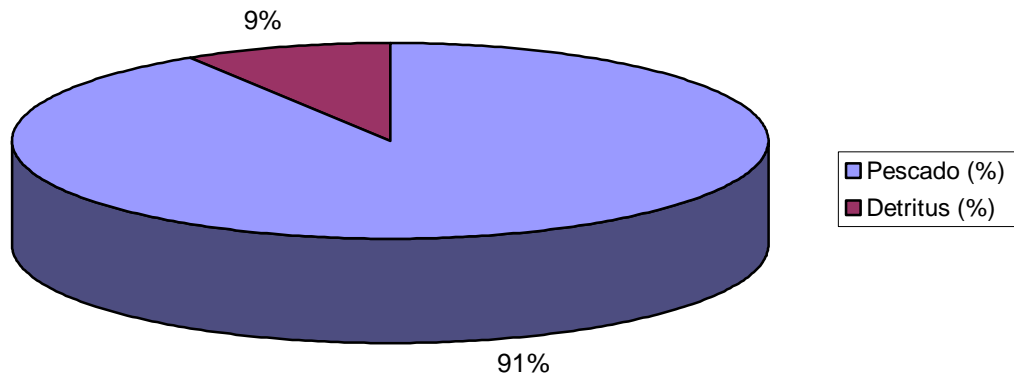


GRAFICO 4. Experimento N°4: Alga - Detritus

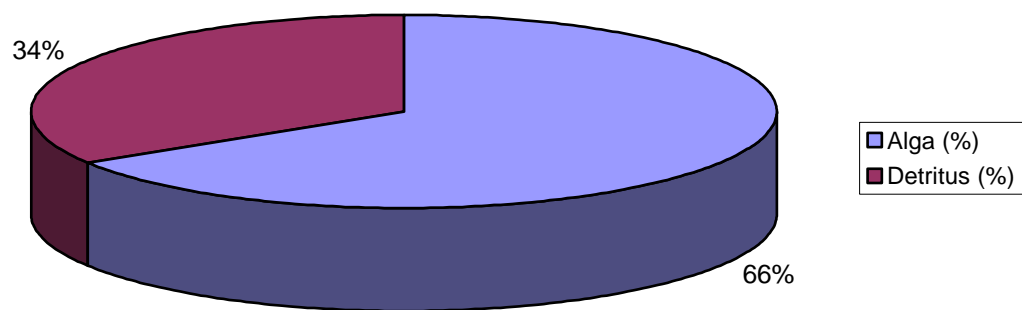


GRAFICO 5. Experimento N°5: Alga - Lombrices

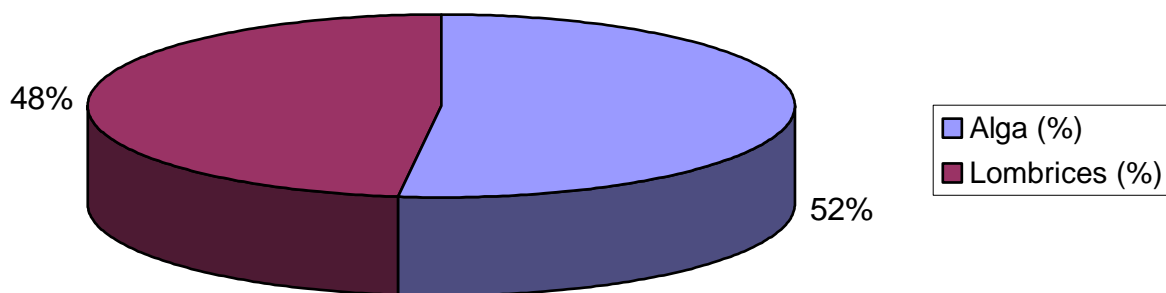


GRAFICO 6. Experimento N°6: Pescado - Lombrices

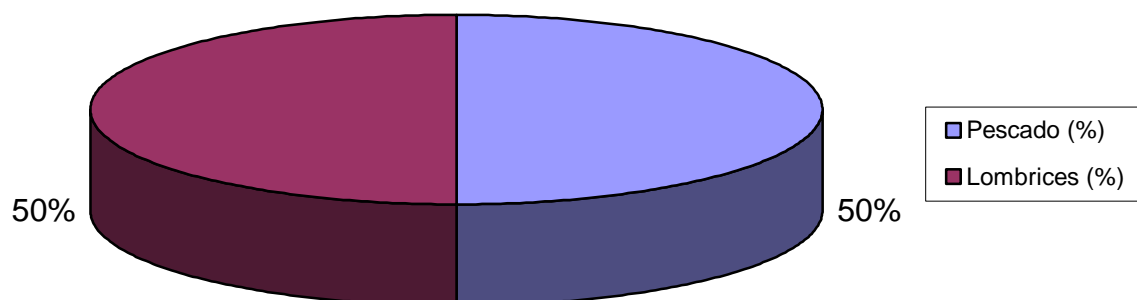


GRAFICO 7. Experimento N°1: Pescado - Algas

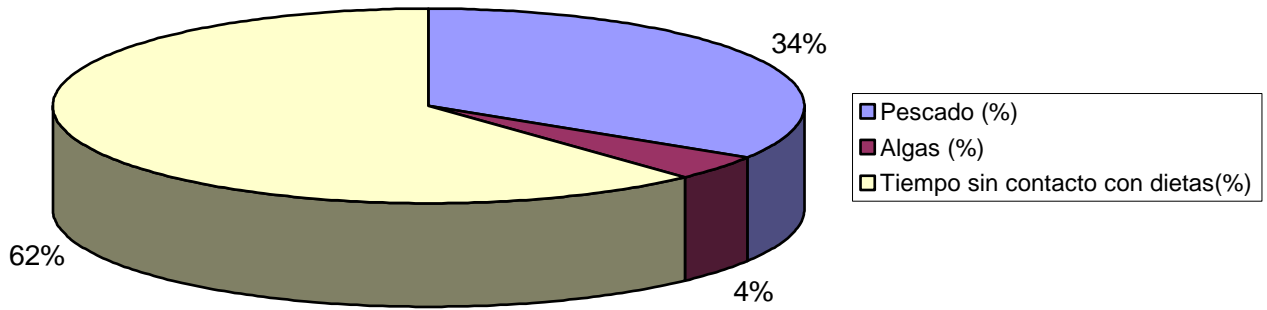


GRAFICO 8. Experimento N°2: Lombrices - Detritus

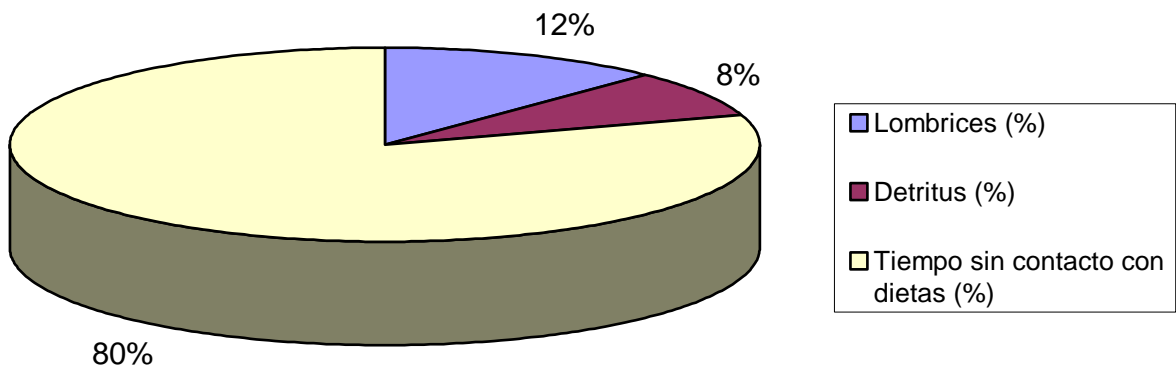


GRAFICO 9. Experimento N°3: Pescado - Detritus

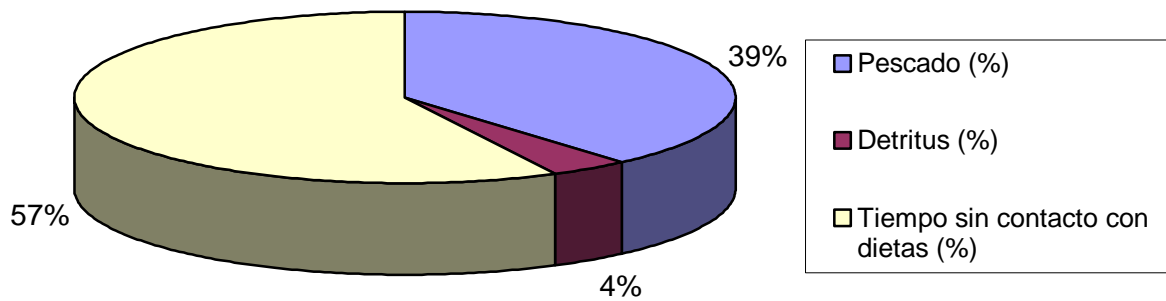


GRAFICO 10. Experimento N°4: Alga - Detritus

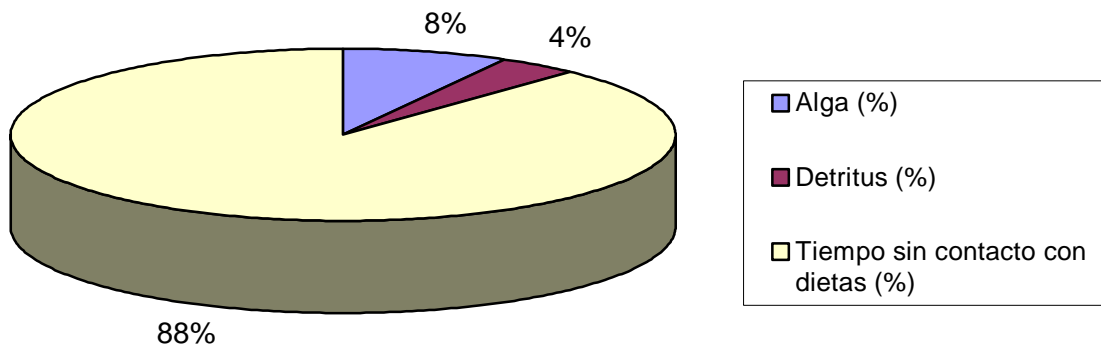


GRAFICO 11. Experimento N°5: Alga - Lombrices

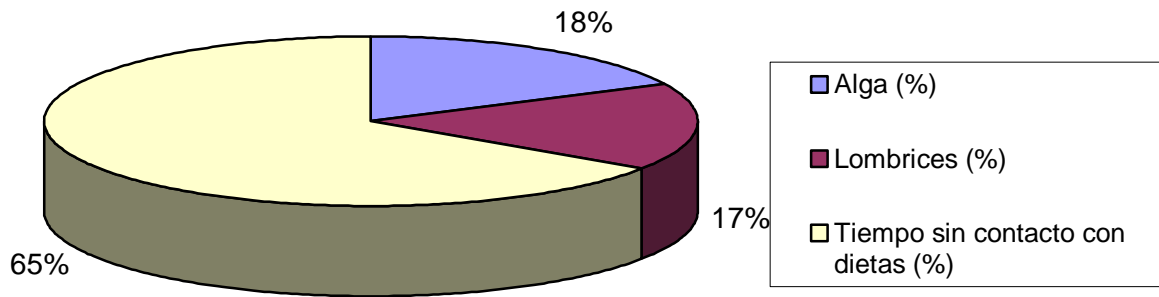


GRAFICO 12. Experimento N°6: Pescado - Lombrices

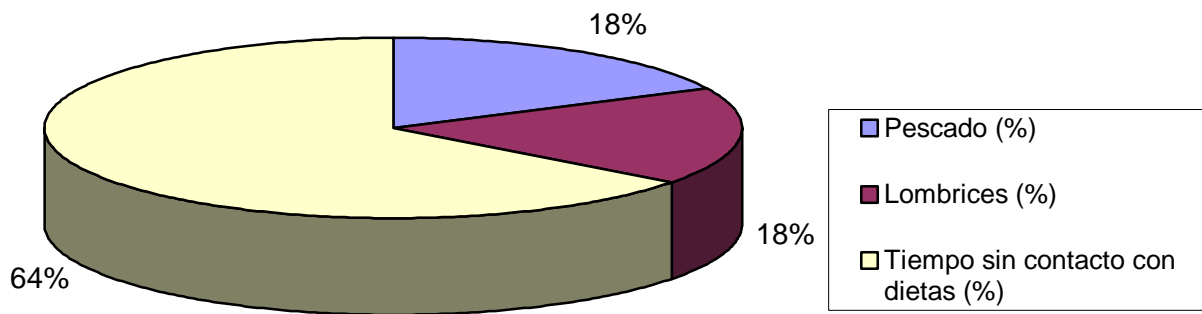


GRAFICO 13. Tiempo promedio de Reacción

