

Evaluación de la Atractabilidad, Palatabilidad y Consumo de Ingredientes en Alimentos Balanceados para el Camarón Blanco del Pacífico

Litopenaeus vannamei

David Alonso Villarreal-Cavazos, Juan Pablo Hinrichsen, Julián Gamboa-Delgado, Martha Nieto-López, Mireya Tapia-Salazar, Maribel Maldonado-Muñiz, Denis Ricque-Marie y Lucía Elizabeth Cruz-Suárez.

Programa Maricultura, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL. San Nicolás de los Garza NL 66455, México.

Tel/Fax: +52 81 8352-6380 e-mail: david.villarrealcv@uanl.edu.mx

Resumen

Un total de 17 ingredientes fueron evaluados en términos de atractabilidad, palatabilidad y consumo de alimento con la finalidad de incorporarlos en alimentos balanceados para camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* producidos por compañías de piensos en América Latina. Como dieta de referencia (DR) se utilizó una dieta comercial mexicana, la cual se molió, se le adiciono 1% alginato de sodio como ligante y se agregó el ingrediente a evaluar ya sea al 3% o 5% según fue el caso; posteriormente fue reprocesada en un molino de carne para elaborar las dietas experimentales. Se utilizaron 20 juveniles tardíos *Litopenaeus vannamei* en acuarios de 120 L en un sistema de recirculación de agua marina sintética. Los ingredientes más atractantes, palatables y mejor consumidos por los camarones fueron BioKrill, y H mix squid, es importante mencionar que la adición de cualquiera de los ingredientes mejoró la atractabilidad, palatabilidad y consumo de alimentos que de la dieta de referencia.

Palabras Clave: atractabilidad, palatabilidad, consumo de alimento, *Litopenaeus vannamei*

Abstract

Seventeen ingredients were evaluated in terms of attractiveness; palatability and feed intake with the purpose of incorporate them in aqua feeds for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* produced for feedstuffs companies in Latin America. As a reference diet (DR) a Mexican commercial diet was use, which was ground, 1% sodium alginate was add as a binder and the ingredient to be evaluate was added to either 3% or 5% as appropriate; subsequently reprocessed in a meat mill to prepare the experimental diets. Twenty late juveniles *Litopenaeus vannamei* were use in 120 L aquaria in a synthetic seawater recirculation system. The most attractive, palatable and best consumed ingredients for shrimp were BioKrill, and H mix squid, it is important to mention that the addition of any of the ingredients improved the attractiveness, palatability and feed intake of reference diet.

Keywords: attractability, palatability, feed intake, *Litopenaeus vannamei*

Introducción

Los camarones marinos poseen el sentido de la vista muy pobre, así que los animales para poder reconocer su habitat requieren de otros sentidos como el tacto (quimiorreceptores localizados en el flagelo antenal), lo que les permite encontrar el alimento (atractabilidad) y adicionalmente, distinguir entre un alimento suave o duro. El sentido del gusto (quimiorreceptores ubicados en las quelas de los pleopodos, maxilípedos y región bucal) es el responsable de seleccionar el alimento para ser ingerido (palatabilidad) y el sentido olfatorio (quimiorreceptores localizados en las anténulas). Los quimiorreceptores están íntimamente relacionados con la atractabilidad y palatabilidad de los alimentos. Estos quimiorreceptores pueden distinguir entre muchos tipos de químicos, lo que permite a los camarones seleccionar entre alimentos comestibles de otros rechazables, así como el tiempo que los animales permanecerán cerca del alimento. Los ingredientes quimio-estimulantes son aquellos que mejoran el consumo de un alimento afectando alguna de las fases del comportamiento alimenticio como la excitación, iniciación de búsqueda, localización de alimento, palatabilidad y consumo. Se considera como ingrediente atractante aquellos que poseen grandes cantidades de metabolitos de bajo peso molecular solubles en agua, que son incluidos en las dietas para camarón con la intención de atraer a los animales y promover el consumo de la dieta. Los ingredientes de origen acuático marino son excelentes fuentes atractantes y mejoran la palatabilidad y promueven el consumo de alimento. Existe una tendencia de mejorar la velocidad del consumo de alimento, en gran medida debido al serio problema de enfermedades en etapas tempranas de crecimiento; existen trabajos previos que investigaron el uso de aditivos a base de animales marinos para mejorar el rendimiento de camarones donde se demuestra que pueden mejorar el rendimiento, asociado a un crecimiento más rápido: mejorando la atractabilidad, estimulando fases apetitivas de la conducta tales como excitación, iniciación de la búsqueda, y localizar la comida; y mejorar la palatabilidad y, por lo tanto, aumentar consumo (Lee & Meyers, 1997; Samocha *et al.* 2004; Sanchez *et al.* 2005; Smith *et al.* 2005; Nunes *et al.* 2006; Suresh *et al.* 2011).

C.D. Dervy *et al.* (2016) encontraron que la harina de krill aumenta la tasa de alimentación en camarones. Esto ocurrió cuando el nivel de inclusión de

la harina de krill era de 6%. Ellos asocian que la harina de krill contiene moléculas tales como aminoácidos libres, aminos biogénicas, nucleosidos, nucleótidos, péptidos y ácidos orgánicos que actúan como quimio-atractivos para los camarones.

Estudios recientes en Facultad de Ciencias Biológicas, Programa Maricultura, UANL.

Los ingredientes experimentales a evaluar en alimentos para camarón blanco *L. vannamei* fueron proporcionados por la compañía Sudamericana, los ingredientes evaluados fueron los siguientes: 1.- Harina Krill (atk), 2.- Harina de Calamar (Squid north), 3.- Harina de Krill (Krill mix), 4.- Harina de Calamar (Squid south mix), 5.- Harina de Krill (Biokrill), 6.- Peptonas de Calamar, 7.- Harina de Krill baja en grasa (Krill low fat), 8.- Harina de Calamar (Squid south), 9.- Harina de Langostino (Lango meal sic), 10.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 3%), 11.- Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 3%), 12.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 3%), 13.- Soluble de pescado (Nivel 3%), 14.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 5%), 15.- Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 5%), 16.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 5%), 17.- Soluble de pescado (Nivel 5%) y 18.- Alimento comercial para camarón.

Análisis químicos de ingredientes

La composición bromatológica en los ingredientes experimentales fue determinada en el laboratorio de Maricultura: Humedad, proteína cruda, lípidos, ceniza y fibra (AOAC, 1997). Extracto libre de nitrógeno (ELN) fue calculado por diferencia.

Formulación y elaboración de las dietas

Selección de alimento de referencia

Con la finalidad de contar con valores de referencia (atractividad y palatabilidad), obtenidos en nuestras instalaciones para una dieta comercial típica utilizada en granjas mexicanas, se realizó una prueba preliminar evaluando dos dietas comerciales mexicanas para camarón

Villarreal-Cavazos, D. et al., 2017. Evaluación de la Atractabilidad, Palatabilidad y Consumo de Ingredientes en Alimentos Balanceados para el Camarón Blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., López Acuña, L.M. y Galaviz-Espinoza, M. (Eds), Investigación y Desarrollo en Nutrición Acuícola Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 523-540. ISBN 978-607-27-0822-8.

(proporcionadas por el Programa Maricultura), el protocolo que se utilizó para esta prueba se describe más adelante. La dieta que presentó los valores más bajos de atractabilidad y palatabilidad fue seleccionada para ser considerada como el alimento de referencia, ya que esta podría ser mejorada.

Alimentos experimentales

Para la evaluación de la atractabilidad, palatabilidad y consumo que conferirían cada uno de los diferentes ingredientes a la dieta, se formularon y elaboraron 9 alimentos experimentales y un alimento o dieta de referencia (Tabla 1). Como dieta de referencia (DR) se utilizó una dieta comercial seleccionada anteriormente, la cual se molió, se le adicionó 1% alginato de sodio como ligante y 3% del ingrediente a prueba y posteriormente fue reprocesada en un molino de carne (Torrey®). La formulación de las dietas experimentales se presenta en la Tabla 1.

Para la elaboración de las dietas experimentales los ingredientes fueron mezclados durante 15 min en una batidora (Kitchen Aid®), posteriormente se agregó 350 mL de agua tibia y se continuó mezclando por 5 min. La mezcla fue procesada en un molino de carne (Torrey®) utilizando un dado con una configuración de 1.8 mm de diámetro, la temperatura al comienzo del proceso fue de 65 ° C y al final de 95 ° C, el total de la mezcla (1 kg fue procesada en 20 minutos. Posteriormente los fideos fueron secados en un horno de convección a 130 ° C durante 8 minutos, después se dejaron a temperatura ambiente durante 12 horas y finalmente empacadas en bolsas con cierre.

Tabla 1.-Formulas experimentales

	DR	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
Dieta Comercial Molida	990	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	940	940	940	940
Alginato de sodio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Harina 1	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 2	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 3	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 4	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 5	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 6	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 7	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 8	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harina 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrolizado 1 Nivel 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Hidrolizado 2 Nivel 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-
Hidrolizado 3 Nivel 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-
Hidrolizado 4 Nivel 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-
Hidrolizado 1 Nivel 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Hidrolizado 2 Nivel 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-
Hidrolizado 3 Nivel 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-
Hidrolizado 4 Nivel 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Análisis bromatológico de alimentos

La composición química en las dietas fue determinada utilizando la misma metodología descrita en la sección de ingredientes experimentales.

Análisis de hidroestabilidad y absorción de agua de los alimentos experimentales

La pérdida de materia seca, proteína y absorción de agua fue determinada en las dietas experimentales (Villarreal-Cavazos, 2014).

Bioensayos

Bioensayo de atractabilidad y palatabilidad

Animales.

Se utilizaron 20 camarones (*Litopenaeus vannamei*) de 6.6 g de peso promedio por cada acuario (120 L), los camarones fueron enviados de la compañía FITMAR, S.A. de C.V. ubicada en Mazatlán, Sinaloa, México.

Sala de Bioensayos

Se utilizaron acuarios de 120 L de capacidad, hechos de fibra de vidrio con un sistema de recirculación interna del agua ("air-water lift"). Además, cada acuario recibió un flujo constante de 700 mL por minuto de agua marina del sistema de recirculación, los parámetros de calidad de agua fueron medidos semanalmente (temperatura, salinidad, pH, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal total). El agua marina utilizada fue agua marina sintética.

Diseño experimental.

Se trabajó con 5 replicados (5 acuarios) para evaluar dos dietas por cada acuario utilizando una distribución completamente al azar. Se realizaron dos evaluaciones al día, la primera a las 9:00 y la segunda a las 14:00 hrs.

Alimentación

En cada acuario se ofrecieron dos dietas experimentales diferentes (20 pellets de cada una), colocándolas en el piso del tanque en lugares separados (esquinas frontales del acuario) y se consideró como tiempo cero el momento en que las dietas estaban ya en el fondo del tanque, inmediatamente después se inicia la medición del tiempo de arribo, que es el tiempo que se tardaban los animales en llegar a cada una de las dietas, la medición se realizó para cada dieta por separado mediante la utilización de un cronómetro digital: así mismo, se mide el tiempo total que es el tiempo que los camarones tardan en llevarse la totalidad del alimento (20 pellets). El tiempo que transcurre desde que las dietas experimentales son ofrecidas a los animales hasta que estos se llevan la totalidad de los pellets ofrecidos lo consideramos como palatabilidad (tiempo total).

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis bi-factorial considerando como primer factor el tratamiento (dieta) y como segundo factor el horario de alimentación (am/pm), posteriormente se realizó una comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey) para establecer diferencias entre los tratamientos, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 16.

Bioensayo de consumo de alimento

Animales

Se utilizaron 600 camarones (*Litopenaeus vannamei*) de 6.8 g de peso promedio, los camarones fueron enviados de la compañía FITMAR, S.A. de C.V. ubicada en Mazatlán, Sinaloa, México.

Villareal-Cavazos, D. et al., 2017. Evaluación de la Atractabilidad, Palatabilidad y Consumo de Ingredientes en Alimentos Balanceados para el Camarón Blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villareal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., López Acuña, L.M. y Galaviz-Espinoza, M. (Eds), Investigación y Desarrollo en Nutrición Acuícola Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, pp. 523-540. ISBN 978-607-27-0822-8.

Sala de Bioensayos

Se utilizaron dos acuarios de 500 L de capacidad, hecho de fibra de vidrio con un sistema de recirculación interna del agua ("air-water lift"), recibió un flujo constante de 2,130 mL por minuto de agua marina del sistema de recirculación, los parámetros de calidad de agua fueron medidos semanalmente (temperatura, salinidad, pH, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal total).

Alimentación

Comederos

Se construyeron comederos de PVC hidráulico de 6'' de diámetro x 1'' de altura, con un fondo metálico de malla de acero inoxidable (200 μm), soldados por calor. Los animales fueron entrenados o adaptados ofreciéndoles el alimento únicamente en los comederos durante 5 días previos al inicio de la prueba (Imagen 1).



Imagen 1.- Camarones siendo adaptados a los comederos.

Raciones alimenticias durante la prueba

Se ofreció alimento *ad libitum* dos veces al día, la primera ración fue a las 8:00 horas y la segunda ración a las 14:00 horas. Los comederos fueron colocados siempre en la misma posición en el tanque (cerca de las esquinas a 30 cm de cada pared y a 50 cm de distancia entre cada comedero). Se ofrecieron 4 dietas por día (siempre la dieta de referencia vs 3 dietas

experimentales por día) y las repeticiones (tres por cada dieta experimental) fueron realizadas a través del tiempo. Los tratamientos se ofrecieron de forma alterna en días diferentes. Todo el alimento fue ofrecido en comederos previamente tarados y llenados con 8 gramos de alimento por ración (cada comedero con una dieta diferente) y ofrecidos a los animales durante 1 hora, posteriormente eran retirados y puestos a secar a 65⁰ C durante 3 horas en un horno de convección y finalmente pesados utilizando la siguiente fórmula para el cálculo de consumo de alimento:

$$\text{Consumo alimento} = [(\text{peso del comedero} + \text{alimento húmedo al inicio}) * (\% \text{ MS})] - [\text{peso del comedero} + \text{restos de alimento seco al final}] / \text{número de camarones.}$$

Adicionalmente se calculó el consumo de alimento relativo a la dieta de referencia (CRDR), el cual fue obtenido de la siguiente manera: $\text{CRDR} = (\text{alimento consumido/DR}) * 100$.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis bi-factorial considerando como primer factor el tratamiento (dieta) y como segundo factor el horario de alimentación (am/pm), Posteriormente se realizó una comparación múltiple de medias (Prueba de Tukey) para establecer diferencias entre los tratamientos utilizando el paquete estadístico SPSS versión 16.

Resultados

Composición proximal de los ingredientes.

El contenido de Proteína cruda (PC) de los diferentes ingredientes varió desde 50% (Lango meal sic) hasta 71% (Squid north); los lípidos está pendiente; Lango meal sic presentó el contenido más alto de cenizas 45.75% y la harina de calamar (Squid north) los contenidos más bajos (8.27%). Esta información es acorde a lo reportado por (NRC, 1983; Novus, 1996;) para productos similares. La composición química de los ingredientes experimentales se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.- Composición proximal de ingredientes.

	PC (%)	GC (%)	Ceniza (%)
1.- Harina de Krill (atk)	57.50	11.63	12.54
2.- Harina de Calamar (Squid north)	71.02	8.29	8.27
3.- Harina de Krill (mix)	64.39	10.55	13.25
4.- Harina de Calamar (Squid south mix)	68.38	10.01	10.05
5.- Harina de Krill (Biokrill)	57.62	8.54	24.90
6.- Peptonas de Calamar (Squid peptones)	62.64	15.61	8.82
7.- Harina de Krill bajo en grasa (Krill low fat)	62.50	7.43	14.61
8.- Harina de Calamar (Squid south)	68.99	6.11	10.76
9.- Harina de Langostino (Lango meal sic)	50.69	9.04	45.75
10.- Hidrolizado de Calamar (H mix squid, Nivel 3%)	----	----	----
11.- Hidrolizado de Crustáceo (H mix Crust, Nivel 3%)	----	----	----
12.- Hidrolizado de Calamar y Pescado (H mix squid/fish, Nivel 3%)	----	----	----
13.- Soluble de pescado (Nivel 3%)	----	----	----
14.- Hidrolizado de Calamar (H mix squid, Nivel 5%)	----	----	----
15.- Hidrolizado de Crustáceo (H mix Crust, Nivel 5%)	----	----	----
16.- Hidrolizado de Calamar y Pescado (H mix squid/fish, Nivel 5%)	----	----	----
17.- Soluble de pescado (Nivel 5%)	----	----	----
18.- Ingrediente de referencia	43.5	8.5	12.99

Composición proximal de las dietas experimentales.

El contenido de PC en las dietas experimentales oscilo entre 38.01% (dieta con hidrolizado de crustáceo mix) y 43.64%, (dieta con krill mix) mientras que la (dieta de referencia) D18 registró 43.48%. La composición química de las dietas experimentales con excepción de fibra cruda se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.- Composición proximal (base seca) de dietas experimentales expresado en %.

	PC	GC	FC	Ceniza
D1	42.25	8.31	6.36	12.30
D2	42.92	8.16	7.71	12.92
D3	43.64	8.30	7.36	13.88
D4	42.81	8.66	6.39	13.11
D5	42.22	8.57	6.39	13.33
D6	43.41	8.54	6.36	13.13
D7	43.01	8.22	4.92	13.16
D8	42.36	8.63	6.38	13.19
D9	42.07	8.69	6.16	14.14
D10	39.98	8.92	5.14	12.84
D11	38.08	8.78	5.36	12.71
D12	40.72	9.10	5.39	13.14
D13	40.99	8.92	5.64	12.74
D14	40.80	9.10	6.04	9.70
D15	43.60	8.65	5.38	15.14
D16	40.36	9.09	4.97	13.00
D17	43.45	8.89	5.09	13.18
D18	43.48	8.50	5.98	12.99

D1.- Harina Krill (atk), D2.- Harina de Calamar (Squid north), D3.- Harina de Krill (Krill mix), D4.- Harina de Calamar (Squid south mix), D5.- Harina de Krill (Biokrill), D6.- Peptonas de Calamar, D7.- Harina de Krill baja en grasa (Krill low fat), D8.- Harina de Calamar (Squid south), D9.- Harina de Langostino (Lango meal sic), D10.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 3%), D11.- Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 3%), D12.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 3%), D13.- Soluble de pescado (Nivel 3%), D14.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 5%), D15.- - Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 5%), D16.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 5%), D17.- Soluble de pescado (Nivel 5%) y D18.- Alimento comercial para camarón.

Absorción de agua, pérdida de materia seca y proteína cruda

La capacidad de absorción de agua en los pellets de las dietas experimentales después de una hora de inmersión en agua marina presento diferencias significativas con una $P= 0.05$ y varió entre 80.17% (D16 hidrolizado squid/fish mix 5%) y 162.00% (Krill ATK), de forma general los valores son buenos, ya que en la naturaleza los camarones se alimentan de crustáceos bivalvos, poliquetos, peces muertos que presentan un elevado contenido de agua (70-85%) y

una textura suave que les permite sostener y desgarrar el alimento (Cruz *et al.*, 2006). Únicamente la harina de Krill ATK mejoró la absorción de agua de la dieta de referencia (162% vs 142.6%), los resultados encontrados en el presente estudio se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.- Porcentaje de absorción de agua en dietas experimentales

	% Abs H ₂ O	% PMS
D1	162.00	13.03
D2	107.83	9.00
D3	88.44	8.90
D4	114.33	10.38
D5	114.58	6.96
D6	110.67	9.34
D7	105.08	6.80
D8	98.58	8.07
D9	94.33	6.41
D10	114.92	11.46
D11	89.17	8.49
D12	112.58	13.47
D13	107.25	10.77
D14	107.00	11.74
D15	108.67	11.01
D16	80.17	8.78
D17	109.58	13.55
D18	142.58	13.63

D1.- Harina Krill (atk), D2.- Harina de Calamar (Squid north), D3.- Harina de Krill (Krill mix), D4.- Harina de Calamar (Squid south mix), D5.- Harina de Krill (Biokrill), D6.- Peptonas de Calamar, D7.- Harina de Krill baja en grasa (Krill low fat), D8.- Harina de Calamar (Squid south), D9.- Harina de Langostino (Lango meal sic), D10.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 3%), D11.- Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 3%), D12.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 3%), D13.- Soluble de pescado (Nivel 3%), D14.- Hidrolizado de calamar (H mix squid a un nivel 5%), D15.- Hidrolizado de crustáceos (H mix Crust a un nivel 5%), D16.- Hidrolizado de calamar y pescado (H mix squid/fish a un nivel 5%), D17.- Soluble de pescado (Nivel 5%) y D18.- Alimento comercial para camarón.

En lo que respecta a los resultados de pérdida de materia seca, se observaron diferencias estadísticas significativas ($P= 0.05$) oscilando los valores entre 6.41% (D9, Lango Meal SIC) y 13.63% (D18, dieta de referencia). Para los resultados de pérdida de proteína cruda, están siendo

procesados. Los valores tanto de PMS son acordes a los reportados por Cruz *et al.* (2006) para alimentos comerciales. Los resultados se presentan en la tabla 5. Las diferencias obtenidas en las dietas experimentales en términos de absorción de agua y pérdida de nutrientes son asociadas a la inclusión de los diferentes ingredientes experimentales (y su proceso de elaboración de los diferentes ingredientes). No existe un parámetro óptimo sobre la absorción de agua y pérdida de nutrientes, no obstante, entre mayor sea la absorción de agua, aunado a una pérdida de nutrientes baja son indicadores deseables en las dietas para camarón.

Atractancia y palatabilidad

En términos de atractabilidad (tiempo de arribo), todas las dietas experimentales presentaron valores más bajos que la dieta de referencia ($P= 0.05$), lo que indica que los diferentes ingredientes mejoraron el tiempo en que los camarones tardan en ser atraídos hacia el alimento, los valores oscilaron entre 8'' (Dieta con Biokrill y Dieta con Hidrolizado de Squid mix) y 59'' (D18). No se presentó efecto asociado al horario de alimentación (am vs pm). Los resultados promedio se pueden observar en la Figura 1 en donde se aprecia que al incorporar cualquiera de los ingredientes mejoraron la atractancia de la dieta de referencia.

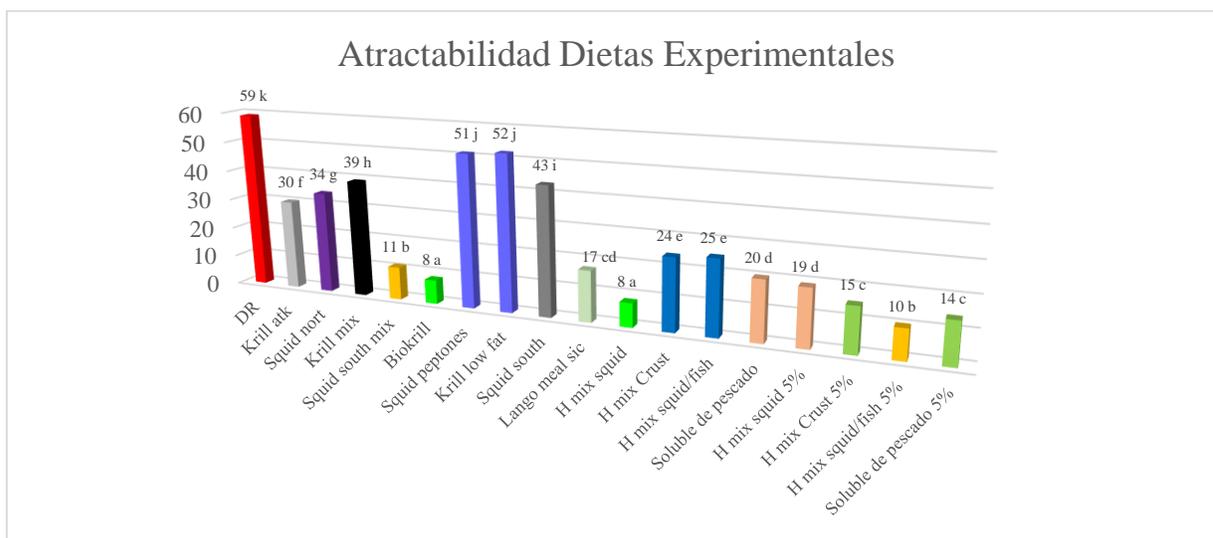


Figura 1.- Atractabilidad de las dietas experimentales expresado en segundos

DR.- dieta de referencia. H.- Hidrolizado; Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas con una $P < 0.05$ de acuerdo a la prueba de comparación de medias Tukey.

Los ingredientes Biokrill y el Hidrolizado Squid Mix fueron los más atractantes, éste último mostró un mejor efecto atractivo al incluirlo al 3% que al 5%; adicionalmente podemos agregar que el Hidrolizados Mix Crust, Hidrolizado Fish/Squid Mix y soluble de pescado mejoran la atractabilidad de la dieta al aumentar el nivel de inclusión del 3% al 5%. Los valores generales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores de atractabilidad de las dietas experimentales expresada en segundos.

DR	59
Krill atk	30
Squid nort	34
Krill mix	39
Squid south mix	11
Biokrill	8
Squid peptones	51
Krill low fat	52
Squid south	43
Lango meal sic	17
H mix squid	8
H mix Crust	24
H mix squid/fish	25
Soluble de pescado	20
H mix squid 5%	19
H mix Crust 5%	15
H mix squid/fish 5%	10
Soluble de pescado 5%	14

En lo que respecta a la palatabilidad (tiempo total), los valores variaron entre 1'15'' (D4, Hidrolizado Squid South Mix) y 3'48'' (Dieta de Referencia), con una diferencia estadística significativa ($P= 0.05$). Todas las dietas experimentales presentaron valores más bajos que la Dieta de Referencia, los resultados son presentados en la Figura 2.

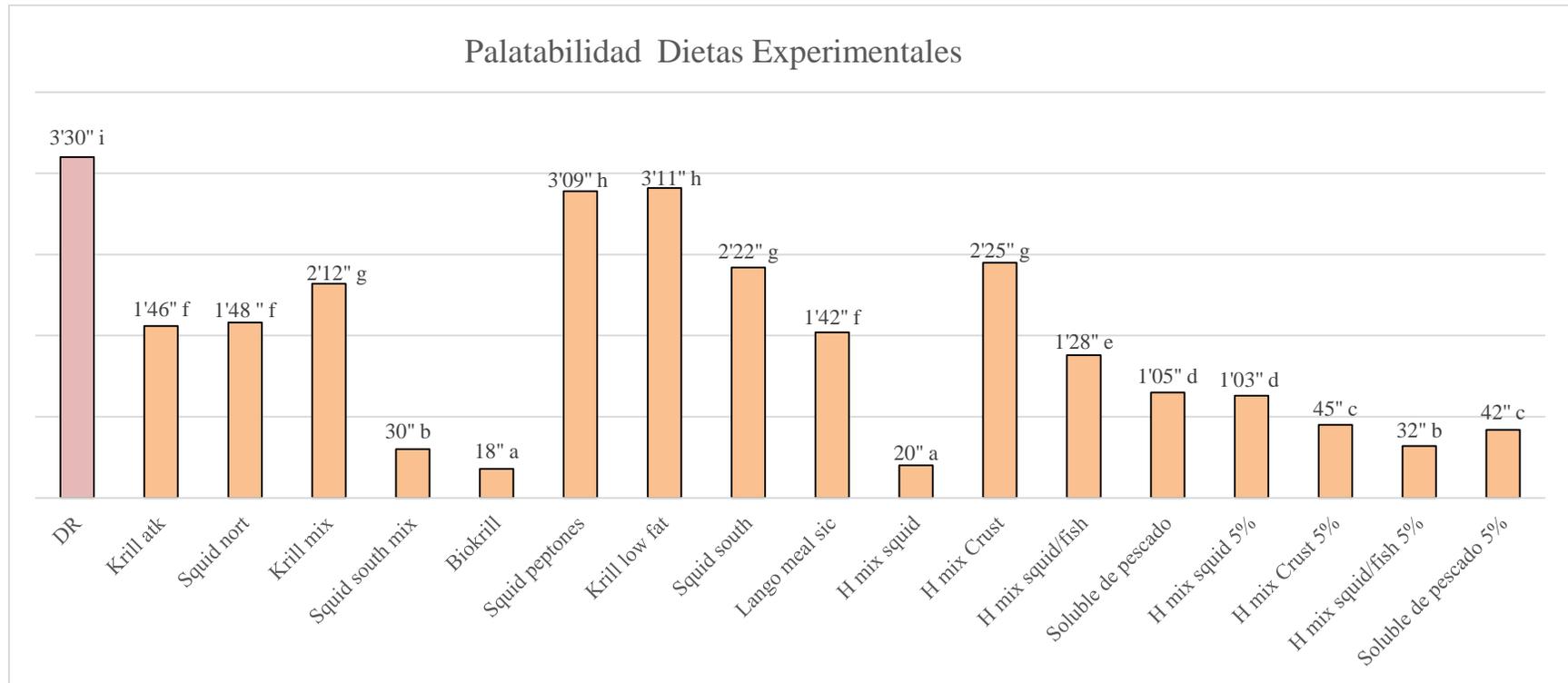


Figura 2.- Valores de palatabilidad de las dietas experimentales expresados en minutos ($P= 0.05$).

DR.- dieta de referencia (Ingrediente de referencia); H.- Hidrolizado; Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas con una $P < 0.05$ de acuerdo a la prueba de comparación de medias Tukey.

Consumo de alimento

Todas las dietas experimentales presentaron valores de consumo más elevados que la Dieta de Referencia, se presentaron diferencias significativas en el consumo de las diferentes dietas ($P= 0.05$) pero, no se vio algún efecto del horario de alimentación sobre el consumo de alimento. Encontrándose que todas las dietas experimentales fueron más consumidas. Los valores son presentados en la Tabla 6. Los valores globales de cada replica por tratamiento son presentados en el anexo 2.

Tabla 6.- Consumo de alimento (valores promedio) expresado en gramos (%)

	Consumo am	Consumo pm	Consumo total
Dieta de Referencia	2.44 l	2.55 l	5.02 l
Dieta 1	5.22 g	5.40 g	10.62 g
Dieta 2	4.42 h	4.57 h	8.99 h
Dieta 3	3.57 i	3.61 i	7.18 i
Dieta 4	6.28 c	6.40 c	12.68 c
Dieta 5	7.60 a	7.78 a	15.38 a
Dieta 6	2.73 k	2.90 k	5.63 k
Dieta 7	2.63 k	2.70 k	5.35 k
Dieta 8	3.12 j	3.22 j	6.34 j
Dieta 9	5.09 gh	5.17 gh	10.26 gh
Dieta 10	7.61 a	7.66 a	15.27 a
Dieta 11	3.19 j	3.21 j	6.20 j
Dieta 12	5.45 f	5.55 f	11.00 f
Dieta 13	5.80 e	5.88 e	11.68 e
Dieta 14	5.71 e	5.81 e	11.52 e
Dieta 15	6.46 d	6.47 d	12.93 d
Dieta 16	6.99 b	7.04 b	14.03 b
Dieta 17	6.28 d	6.47 d	12.75 d

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con una $P < 0.05$ de acuerdo con la prueba de comparación de medias Tukey.

Bibliografía

- A.O.A.C. 1997. Official methods of analysis. 16th Ed., Cunniff, P.(Editor). Association of Official Analytical Chemist., U.S.A., 1997.1033 pp.
- Cruz-Suárez, L.E., P.P. Ruiz-Díaz, E. Cota-Cerecer, M.Tapia-Salazar, C. Guajardo-Barbosa, M. Nieto-López, D. A. Villarreal-Cavazos, D. Ricque-Marie.2006. Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México. VIII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Mazatlán, Sinaloa. México. 15 al 17 de Noviembre de 2006. 330-370 pp.
- Hertrampf, J.W & F.P. Pascual, 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.
- Hess, V., J. Fickler, J. Fontaine & W. Heimbeck. 2006. AminoDat®3.0- Amino acid composition of feedstuffs. Evonik-Degussa GmbH, Health y Nutrition, Hanau, Germany.
- Nunes, A.J.P., Sá, M.V.C., Sabry-Neto, H., 2011. Growth performance of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed on practical diets with increasing levels of the Antarctic krill meal, *Euphausia superba*, reared in clear- versus green-water culture tanks. Aquac. Nutr. 17, e511–e520.
- Lee, P.G., Meyers, S.P., 1997. Chemoattraction and feeding stimulation. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), Crustacean Nutrition Advances in World Aquaculture. Vol. 6. Baton Rouge, USA, The World Aquaculture Society, pp. 292–352.
- Samocha, T.L., Davis, D.A., Saoud, I.P., DeBault, K., 2004. Substitution of fish meal by coextruded soybean poultry by-products in practical diets for pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 231, 197–203.
- Suresh, A.V., Kumaraguru vasagam, K.P., Nates, S., 2011. Attractability and palatability of protein ingredients of aquatic and terrestrial animal origin, and their practical value for blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* fed diets formulated with high levels of poultry byproduct meal. Aquaculture 319, 132–140.
- Tecator, 1987. Determination of Kjeldahl Nitrogen Content with Kjeltex System 1026. Application note AN 86/87 (1987.02.18). Kjeltex 1026 Manual, Tecator AB, Sweden.
- NOVUS. 1996. Raw material compendium. Amino acid profiles database.
- NRC. 1983. Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirement of warm water fishes and shellfishes. National Academy Press, Washinton D. C., 102 pp.
- Villarreal-Cavazos, D.A., D. Ricque-Marie, A. Peña-Rodríguez, M. Nieto-López, M. Tapia-Salazar, A. Lemme, J. Gamboa-Delgado & L.E. Cruz-Suárez. 2014. Apparent digestibility of dry matter, crude protein, and amino acids of six rendered by-products in juvenile *Litopenaeus vannamei*. Ciencias Marinas International Journal of Marine Sciences. 40 (3) 163-172.