



La automatización de la alimentación en pre-crías, un paso acertado para reducir el ciclo de producción del camarón

Néstor Chuya, César Molina, David Palacios y Marita Monserrate.



Skretting Aquaculture Innovation
Skretting LATAM
cesar.molina@skretting.com

SKRETTING
a Nutreco company 

Los sistemas de precrías son instalaciones dentro de las camaroneras que nos permiten cultivar post-larvas de camarón a altas densidades, recibiendo en éstas unidades productivas PL 12 – PL 14 (4-7 mg) de los laboratorios para criarlos a tamaños tan grandes como 1 gramo (dependiendo de la tecnificación) lo que nos da como resultado, juveniles con un potencial significativo de crecimiento compensatorio después de su transferencia a las piscinas de engorde logrando así acortar el ciclo de producción para llegar al tamaño de mercado.

Los sistemas de manejo tradicionales y que aún se observan dentro de nuestra industria respecto a esta fase involucra la siembra y básicamente la alimentación conforme a una tabla preestablecida; en la mayoría de los casos la alimentación se suministra en dos raciones por día (una en la mañana y otra en la tarde), llegando incluso a convertirse en una ración cuando dentro de las operaciones de la finca se tiene otras actividades demandantes como cosechar o transferir. Las densidades de siembras en estos casos por lo general están entre los 80 y 150 animales/m².

Existen otros manejos en los cuales, dentro del organigrama de la empresa y dependiendo del tamaño de la operación, ya se considera un recurso humano exclusivo para el manejo de precrías, esto hace que se tenga un mayor control en esta fase de cultivo logrando inclusive suministrar el alimento diario entre 4 y 8 dosis además de la implementación de otros controles para monitoreos de pesos, salud, consumo de alimento, etc. en estos casos se observa un mayor criterio técnico a la hora de la toma de decisiones respecto a las densidades de siembra, dosis de alimento a suministrar diariamente, uso de aireación, entre otros factores. Las densidades de siembra en estos sistemas por lo general van desde los 150 pls/m² y pueden llegar hasta los 600 e incluso más pls/m².

Con el paso de los años el concepto y la tecnificación de estas instalaciones ha ido mejorando, y las precrías se han adoptado como una herramienta para acortar los ciclos de engorde, mejorando así la eficiencia y los beneficios de la camaronera; y además como una alternativa de manejo sanitario, conceptos que años atrás se implementaron con los Raceways (Samocha et al (2000), que hoy han sido descontinuados casi en su totalidad). Las pruebas realizadas a las cuales se hace referencia a continuación tuvieron como objetivo suministrar el alimento en varias dosis utilizando alimentadores automáticos que tradicionalmente se utilizan en la fase de engorde con el fin de obtener juveniles de mayor peso y que en la fase de engorde nos ayuden a acortar el ciclo.

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

Esta serie de validaciones se realizó en seis centros de producción tanto en islas como en continente durante la época de transición y la época de lluvias lo que hizo que haya variaciones de salinidad.

Durante las pruebas, la preparación de precrías previo al llenado se realizó siguiendo el protocolo de cada una de las fincas de tal manera que no sea una variable más a considerar a la hora de analizar los resultados, en ese sentido y de manera general: se realizó el drenado de agua, limpieza de compuertas y tablas, instalaciones de mallas y media luna y posteriormente se aplicó productos para eliminar competidores o predadores como peces.

Se realizó el llenado de la precría y posteriormente se aplicaron biorremediadores en dosis estandarizadas dentro del protocolo de manejo de cada camaronera. En todos los casos, la siembra de post-larvas se realizó cuando las precrías estaban con más de 60% del nivel operativo.

Durante la siembra se realizó una aclimatación que consistía en realizar un reemplazo parcial del agua del tanque en los cuales eran transportadas las larvas, desde el laboratorio hasta las camaroneras, con agua de la precría en la que iba a ser sembradas; luego de este proceso y corroborado los parámetros, se procedió a sembrar pescando las larvas de las tinas de transporte con chayos y finalmente descargando el agua dentro de la precría con una maguera.

ALIMENTACIÓN

En este ciclo de pruebas la cantidad de alimento diario a suministrar se fijó en función del número de días y/o el peso promedio de las post-larvas (Tabla 1), sin embargo, en una de las pruebas se utilizó la tabla de referencia que tenía la camarонера, los tamaños de partículas y el porcentaje de proteína difirió entre centros de producción; en dos de las fincas se utilizó alimento al 42% con tamaño de partícula 0,8, 1,0 y 1,2 mm de proteína para este caso se realizó la transición de partícula a los 0,03 gramos de 0,8 a 1,0 mm y al 1 gramo se pasó de 1,0 a 1,2 mm. Por otro lado, en 2 fincas se utilizó únicamente 2 tamaños de partículas (1,0 y 1,2 mm) en toda la fase de precría para este caso la transición del tamaño de partícula se dio cuando los juveniles alcanzaban los 0,30 gramos. En los cuatro centros de producción la alimentación se inició voleando desde el primer día de siembra y los cambios de un tamaño de partícula a otra se realizó gradualmente durante 3 y hasta 4 días una vez realizada la transición voleo-alimentador automático, se logró suministrar entre 90 y 108 raciones de alimento durante el día.

La cantidad de alimentadores automáticos utilizados se determinó en base a 3 criterios:

- Área y forma de precría (4 o 5 tolvas por hectárea).
- Densidad de siembra (entre 300.000 y 400.000 PL/alimentador automático).
- Capacidad de carga del alimentador automático (700 – 800 libras/alimentador automático modelo PM125).

Respecto a la batimetría, para la instalación de los alimentadores automáticos, se utilizó el mismo criterio que en las piscinas de engorde, esto es, entre 0,8 y 1,5 metros de columna de agua, del mismo modo, la distancia entre tolvas no fue menor a 40 metros, esto sobre todo por tratar de llegar más área de la precría con alimentación.

El monitoreo de consumo de alimento se realizó todos los días en la mañana y tarde con triángulo de arrastre y en ciertos casos también se utilizó con platos testigos de ese modo había la oportunidad para observar al mismo tiempo las condiciones del suelo y tomar correctivos, como cambiar de sitio la tolva, de ser necesario.

Durante la fase de voleo se alimentó entre 4 y 6 veces por día y una vez que se pasaba a alimentación automática se distribuía el alimento dentro de 15 a 18 horas por día cada 10 a 15 minutos y distribuida porcentualmente por hora siendo las horas del día de mejor oxígeno y temperatura en las cuales se distribuía el mayor porcentaje de alimento (Ver tabla 2).

Días	Rango Kg Balanceado / 100K	Peso estimado (g)
1 - 3	1,0 - 1,5	0,005 - 0,03
4 - 6	1,5 - 2,1	0,04 - 0,07
7 - 9	2,1 - 2,8	0,09 - 0,13
10 - 12	2,8 - 3,4	0,16 - 0,23
13 - 15	3,4 - 3,9	0,26 - 0,35
16 - 18	3,9 - 4,8	0,39 - 0,49
19 - 21	4,8 - 6,2	0,55 - 0,66
21 - 24	6,2 - 7,8	0,68 - 0,82
25 - 27	8,0 - 9,5	0,88 - 0,99
28 - 30	9,5 - 10,5	1,05 - 1,20

Tabla 1. Dosis sugerida de acuerdo con el día y peso del camarón.

Hora	Propuesta 15 horas	Propuesta 18 horas
00 : 00	-	2%
01 : 00	-	1%
02 : 00	-	1%
03 : 00	-	-
04 : 00	-	-
05 : 00	-	-
06 : 00	-	-
07 : 00	-	-
08 : 00	4%	-
09 : 00	5%	4%
10 : 00	6%	5%
11 : 00	7%	6%
12 : 00	8%	7%
13 : 00	10%	8%
14 : 00	12%	10%
15 : 00	11%	10%
16 : 00	9%	10%
17 : 00	7%	9%
18 : 00	6%	7%
19 : 00	5%	6%
20 : 00	4%	5%
21 : 00	3%	4%
22 : 00	3%	3%
23 : 00	-	2%

Tabla 2. Distribución diaria de alimento.

MUESTREO DE PESOS

Esta actividad se realizó pasando 2 o 3 días en las diferentes fincas donde se realizaron las pruebas tomando animales tanto de la zona de alimentación como fuera de la misma y pesándolos en una balanza con precisión de 1 decimal para luego realizar el conteo de los animales y obtener el peso promedio. El muestreo de pesos fue además una oportunidad para revisar la salud aparente de los juveniles y también en ciertos casos para un ajuste de dosis de alimento.

Se trató en lo posible de realizar muestreos paralelos utilizando un App con inteligencia artificial (Imagen 1), con la cual también se determinó el peso y longitud promedio, así como los respectivos coeficientes de variación de peso, coeficiente de variación de longitud entre otros datos.



Imagen 1. Fotografía tomada con IA.

BIORREMEDIACIÓN, FERTILIZACIÓN Y ANÁLISIS SANITARIO DE SEGUIMIENTO

Durante las pruebas efectuadas, el proceso de biorremediación y fertilización se llevó a cabo de acuerdo con los protocolos de manejo específicos de cada finca, los cuales variaban entre sí. No obstante, el objetivo fue sembrar y mantener un disco Secchi con una transparencia de 30 cm.

Para el manejo sanitario, se realizaron análisis de PCR al inicio del ciclo para detectar WSSV, NHP, IHNV y bacterias intracelulares. Adicionalmente, se efectuaron análisis en fresco para evaluar la cantidad de lípidos, deformidades de túbulos, contenido intestinal y presencia de ectoparásitos.

El muestreo de pesos también se utilizó como una alternativa para evaluar la salud de los juveniles, una actividad que se llevó a cabo, en la mayoría de los casos, cada 2 días.

Transferencia

Previo a la transferencia en cada caso se hizo seguimiento de texturas, bajada de nivel y a la par se preparó los materiales para la transferencia como chayos, balanzas, etc. y, además, se armó las tuberías y la torre para la transferencia por gravedad o la bomba según fue cada caso.

Durante la transferencia se realizó pesos promedios cada 40 - 50 Kg de biomasa enviados y se hizo seguimiento periódico en la tubería de descarga para ver el estado en que llegaba los juveniles a la piscina de engorde. En la primera prueba dado al estropeo que se observó en dicha revisión, se tuvo que suspender la transferencia y retomar al día siguiente.

Al día siguiente de la transferencia se realizó revisión de la cama de supervivencia y peso de la biomasa de animales que murieron dentro de la misma; además; con atarraya larvera, se hizo lances por algunos puntos de la piscina sembrada para revisar posibles mortalidades.

Observaciones y resultados

Radulovich y Fuentes-Quesada (2019) encontraron que dentro de la curva de crecimiento del camarón se pueden identificar tres fases. En la fase de precría, nuestro interés radica en potenciar parte de la fase 1 (desde PL12 hasta 1g), caracterizada por un crecimiento exponencial. Los muestreos de peso realizados durante nuestro seguimiento confirman esta tendencia (ver Gráfico 1). En los primeros 7 días, no se observaron diferencias significativas entre una precría alimentada al voleo y una alimentada de forma automática, lo cual se puede atribuir al hecho de que todas las precrías comenzaron siendo alimentadas al voleo.

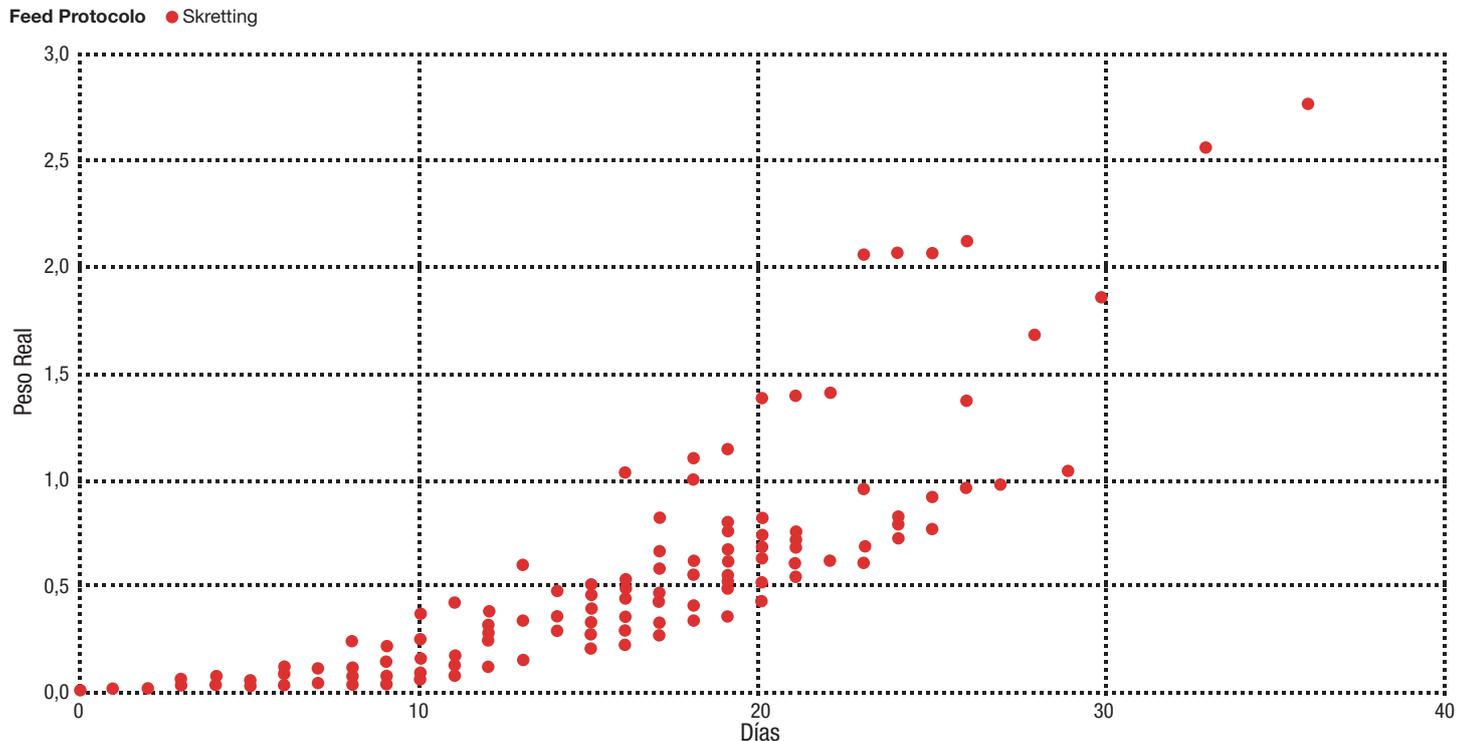


Gráfico 1. Curvas de crecimiento de precrías alimentadas con alimentadores automáticos de Skretting.

Los resultados finales mostraron una supervivencia en el rango de 52% a 90%, con un peso de transferencia que osciló entre 0,45 y 2,79 gramos y un Factor de Conversión Alimenticia (FCA) que varió de 0,91 a 2,31. Una observación específica en este contexto es que la precría con el FCA más alto fue manejada utilizando una tabla de alimentación considerada como "agresiva" por la camaronera, lo cual se atribuye a la alta densidad de siembra (ver Tabla 3).

El rendimiento de libras por ha por día nos permite comparar entre diferentes fincas y manejos. Durante estas pruebas se obtuvo un rendimiento promedio 114,4 lb/Ha/día y los valores oscilaron entre un mínimo de 39 y un máximo de 199 lb/ha/día. La variabilidad de los rendimientos se debe principalmente a las diferencias de densidad de siembra misma que también estaba relacionada con la capacidad de aireación y ciertas condiciones específicas de cada finca. La Finca 11 fue la que tuvo mejores rendimientos entre una de las razones por la mayor densidad sembrada a pesar de que una de sus precrías (P3) presentó mortalidades por problemas de oxígeno disuelto (ver Tabla 3). No en todas las fincas se pudo tener precrías alimentadas manualmente como controles (P0).

Tabla 3. Resultados productivos de 16 precrías en seis camaroneras

Nombre Finca	ha	Densidad inicial (pls/m ²)	Días Total	Días con AA	Peso Promedio TF (g)	Supervivencia (%)	F.C.A.	Juveniles/AA	Biomasa/AA (lbs)	Biomasa TF (lbs/ha)	Rendimiento (lbs/ha/día)
Finca 01											
P0	2,92	122,00	30,0		1,77	55,9 %	1,13	0,0	0,0	2.652,0	88,00
P1	1,76	111,00	36,0	29,0	2,79	61,0 %	0,91	148.459,0	911,0	4.143,0	115,00
P2	1,76	130,00	17,0	9,0	0,45	71,3 %	1,61	204.053,0	202,0	919,0	54,00
Finca 03											
P1	2,86	143,00	26,0	21,0	2,12	53,1 %	1,40	181.009,0	844,0	3.542,0	136,00
P2	2,86	131,00	25,0	21,0	2,05	52,0 %	1,57	177.738,0	802,0	3.083,0	123,00
P3	2,86	142,00	25,0	20,0	1,46	61,6 %	1,47	228.941,0	735,0	2.828,0	113,00
Finca 06											
P2	1,31	420,00	22,0	14,0	0,45	80,0 %	2,31	733.333,0	720,0	3.295,0	150,00
Finca 08											
P0	1,40	68,00	21,0	0,0	0,70	81,5 %	1,31	0,0	0,0	852,0	41,00
P1	1,80	72,00	20,0	14,0	0,68	80,2 %	1,53	260.617,0	390,0	867,0	43,00
P2	1,17	94,00	21,0	16,0	0,72	82,1 %	1,65	225.748,0	358,0	1.222,0	58,00
P3	1,80	53,00	20,0	17,0	0,82	81,1 %	1,50	192.494,0	347,0	771,0	39,00
Finca 09											
P0	1,07	159,00	21,0	0,0	0,55	78,5 %	1,49	0,0	0,0	1.509,0	72,00
P1	1,00	260,00	21,0	20,0	0,77	76,4 %	1,80	397.488,0	673,0	3.366,0	160,00
P2	1,30	177,00	29,0	24,0	1,04	90,0 %	1,77	413.954,0	947,0	3.644,0	126,00
P3	1,00	250,00	23,0	20,0	0,61	79,0 %	1,42	394.800,0	530,0	2.649,0	115,00
P4	1,30	123,00	23,0	20,0	0,96	84,9 %	0,99	271.648,0	574,0	2.207,0	96,00
Finca 11											
P1	0,55	382,00	22,0	15,0	0,72	69,0 %	0,97	724.500,0	1.148,0	4.172,0	190,00
P2	0,54	444,00	17,0	13,0	0,49	70,7 %	1,71	847.907,0	914,0	3.386,0	199,00
P3	0,58	328,00	17,0	8,0	0,65	41,0 %	1,54	389.118,0	556,0	1.919,0	113,00

Durante el seguimiento a la fase de engorde, cuyo objetivo inicial fue alcanzar los 10 gramos en los primeros 30 días, se logró parcialmente el objetivo trazado, llegando incluso en ese período a tallas comerciales, como se muestra en la Tabla #4. Sin embargo, también se dieron casos en los que no se alcanzó el objetivo trazado, lo que sugiere que la falta de crecimiento post-transferencia podría estar limitada, en cierto grado, por la tasa de alimentación suministrada después de la transferencia. Esto resalta la necesidad de revisar los protocolos de alimentación en la fase de engorde, especialmente cuando no se utiliza tecnología de acústica para este fin. Para esta evaluación se consideró piscinas sembradas en fechas similares respecto a las que venían de las pruebas de precrías con alimentación automática y se tomó como control una piscina que haya sido sembrada con un manejo de precría tradicional, en todos los casos en la fase de engorde se alimentó con alimentadores automáticos conforme al protocolo de cada finca para esta etapa la cual difería una de otra, logrando ingresar a la fase de alimentación acústica entre los 4 y 6 gramos de peso promedio.

Tabla 4. Crecimientos en engorde tanto pruebas como su control

Nombre Finca	ha	Densidad inicial (juveniles/ha)	Peso siembra (g)	Días	Peso actual (g)	Incremento semanal (g)	Incremento día ciclo (g)
Finca 01							
Control P1 21	10,69	157.583,0	0,85	29,0	12,08	4,86	0,39
Prueba Pre-P1	8,32	143.778,0	2,79	30,0	17,95	4,95	0,51
Finca 02							
Control P1 11	6,39	179.707,0	0,56	29,0	13,36	4,19	0,44
Prueba Pre-P2	8,00	203.918,0	0,45	26,0	9,04	2,53	0,33
Finca 03							
Control Pre-P1	13,06	214.544,0	0,41	30,0	14,15	3,80	0,46
Control Pre-P2	10,79	176.367,0	0,47	26,0	11,10	3,51	0,41
Prueba Pre-P1	14,30	151.896,0	2,12	29,0	19,00	2,40	0,58
Prueba Pre-P2	13,14	148.791,0	2,05	30,0	16,87	4,07	0,49
Finca 06							
Prueba Pre-P1	8,25	181.818,0	0,97	30,0	12,00	4,00	0,37
Prueba Pre-P2	7,11	222.746,0	0,45	27,0	7,17	2,50	0,25
Finca 08							
Prueba Pre-P1	7,50	139.054,0	0,68	28,0	1,04	2,44	0,23
Prueba Pre-P2	6,45	141.026,0	0,72	28,0	7,13	2,18	0,23
Prueba Pre-P3	7,80	140.132,0	0,62	28,0	7,30	2,50	0,24
Finca 09							
Prueba Pre-P3	3,84	154.935,0	1,04	28,0	7,89	2,48	0,24

Aunque los resultados obtenidos durante estas primeras pruebas fueron aceptables, especialmente en comparación con los controles (en los casos que se tuvo) consideramos que algunos aspectos del manejo de la alimentación podrían ajustarse. Esto es particularmente relevante al observar sobranes de alimento en las zonas de alimentación durante los primeros días de uso de los alimentadores automáticos. En este sentido, aunque la Tabla #1 puede servir como una guía útil para fijar la dosis diaria de alimentación, es posible que en ciertos casos se requieran ajustes en las cantidades. Estos ajustes deben definirse en función del consumo aparente y del nivel de vacuolas de lípidos en los juveniles.

Conclusiones

Aunque la correlación no implica causalidad, es un indicador valioso cuando otras variables muestran la misma tendencia. En esta serie de pruebas, se observó que al realizar múltiples raciones con la dosis de alimentación e incrementar los días del ciclo, hubo una mejor respuesta en el crecimiento y una aparente mejor salud de los juveniles, lo que sugiere que podría traducirse en un mejor crecimiento.

Incrementar la dosis de forma agresiva no garantiza un mayor crecimiento. Se observó este comportamiento en ciertas precrías, especialmente en las de mayor densidad de siembra, donde incluso surgieron problemas de bajos niveles de oxígeno a pesar de contar con aireación mecánica. Los problemas de oxígeno pueden reducir el consumo de alimento de los juveniles o limitar el tiempo de alimentación diario, e incluso llevar a situaciones extremas como mortalidades, lo que resulta en un alto FCA y un costo mayor del juvenil al final del ciclo.

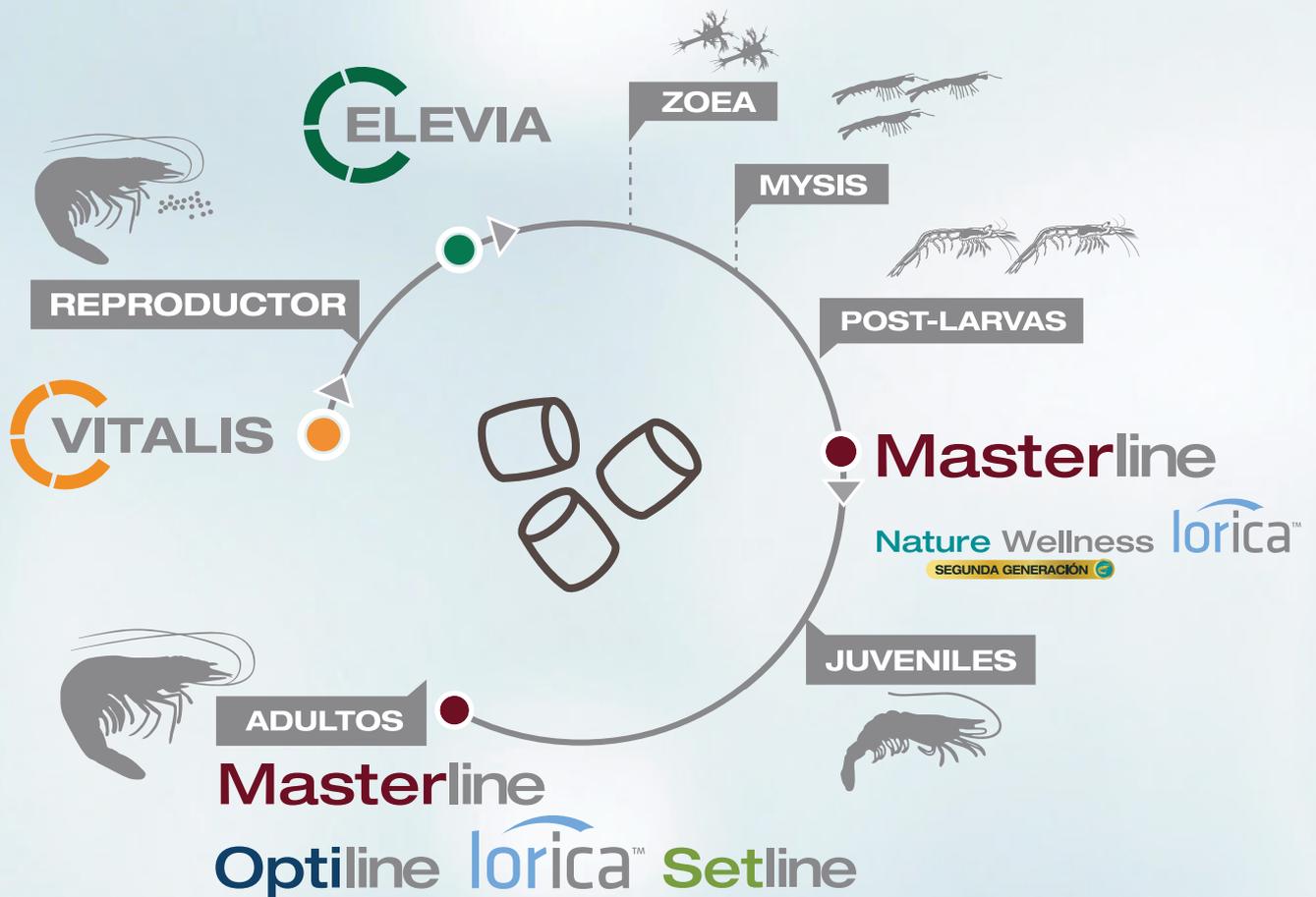
Las precrías con mayor área tienden a tener una menor supervivencia y, por lo general, son subutilizadas. Esto se debe a que, debido a su tamaño, su manejo es más complejo, lo que limita su capacidad para sembrarse a altas densidades, afectando directamente el costo por millar de juveniles producidos. En este tipo de precrías, la aireación mecánica es aún más importante, y debido a su tamaño, la distribución de aireadores y alimentadores se vuelve más compleja, lo que requiere una mayor cantidad de equipos. Por el contrario, las precrías más pequeñas pueden adaptarse mejor a altas densidades de siembra. Sin embargo, por lo general, requieren un aumento en la capacidad de aireación o la reducción del ciclo para no sobrepasar su capacidad de carga. De los resultados obtenidos se observó que son las más eficientes para trabajar con alimentación automática.

En relación con la fase de engorde, es ampliamente conocido dentro de la industria que iniciar el ciclo con juveniles de mayor tamaño aumenta la probabilidad de obtener resultados productivos exitosos como lo mencionaron Velázquez y Martínez (2015). Sin embargo, el transporte adecuado de juveniles que superan los 0,50 g sigue representando un desafío para algunas fincas, ya que es fundamental minimizar el estrés durante este proceso.

Referencias

- Radulovich R. y Fuentes-Quesada J. 2019. Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) artisanal production in floating cages at sea and polyculture with oyster (*Crassostrea gigas*).
- Samocha, T., Cordova, J., Blacher, T., de Wind, A. 2000. Raceway nursery production increases shrimp survival and yields in Ecuador. Global Aquaculture Advocate.
- Velázquez J. y Martínez E. 2015. Comparación del crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: uno en siembra directa y el otro por fases (Invernadero, precria) Revista Científica de la UNAN-León 6 (1): 95-102

SOLUCIONES NUTRICIONALES PARA CADA ETAPA DE CULTIVO DEL CAMARÓN



OUR PURPOSE

Feeding *the Future*

SKRETTING
a Nutreco company

