EDICIÓN GÉNICA DEL CAMARÓN

Elizabeth Bravo Velázquez

Alrededor del 50% de la camaricultura a nivel mundial se hace con el camarón vannamei o camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), y Ecuador es el primero exportador mundial de este crustáceo.

De acuerdo a la FAO la expansión del cultivo del camarón ha generado muchas preocupaciones ambientales y sociales, pues se construyen las piscinas en ecosistemas naturales, como bosques de manglar, aunque ahora se están expandiendo hacia humedales y tierras agrícolas (por ejemplo, donde antes había arroceras), contaminando el agua superficial, subterránea y costera, por infiltración de la salinidad. La corta vida de las piscinas hace que tengan que ser abandonadas en poco tiempo, bajo un estilo parecido al de roza y quema. Luego se desplazan a otras áreas dejando los suelos salinizados. Se hace un sobreuso de harinas de pescado alterando los ecosistemas marinos además de otros balanceados como trigo, maíz y soya, utilizando tierras que deberían estar destinadas a la soberanía alimentaria.

La aplicación de la tecnología CRISPR en camarones es un campo nuevo y experimental, y uno de sus principales problemas es la baja eficiencia de la mani-



Pesca de camarón en el sur de Sonora, México. Foto: Jerónimo Palomares



Foto: Acción Ecológica

pulación genética. La edición genética en camarones suele enfrentarse a una baja supervivencia después de la manipulación, a lo que se suma una elevada proporción de individuos quiméricos.

Para trabajar en edición genética se debe conocer la funcionalidad de sus genes, dónde, cuándo y cómo funcionan. Para ello se debe hacer previamente estudios genómicos, sobre todo los que están asociados con las características que se quiere alterar. Los estudios genómicos estudian toda la información contenida en el ADN, y permiten identificar las variaciones genéticas y comprender su relación con funciones biológicas. Se han mostrado que el genoma del camarón es grande y complejo.

En la industria camaronera, las características que más se trabajan en edición génica están ligadas al modelo de acumulación capitalista: acelerar el crecimiento y aumentar el tamaño para maximizar ganancias; resistencia a condiciones ambientales extremas para ampliar la frontera camaronera hacia lugares donde normalmente no podrían desarrollarse, y enfrentar los problemas provocados por el modelo con el que se cría el camarón industrial, como la emergencia de enfermedades virales, con más tecnología.

Una de las formas de acelerar el crecimiento es la ablación del pedúnculo ocular; la extirpación de uno o ambos de sus pedúnculos oculares. Detrás del ojo del camarón existe un centro hormonal que inhibe la maduración reproductiva, en condiciones normales. Al retirar uno de los ojos, disminuye esa señal hormonal y la hembra entra más rápido en madurez sexual y aumenta la producción de huevos.

Esto demanda mucha mano de obra, y la industria camaronera quiere reducirla. Entonces entra la edición génica para inhibir genéticamente los genes que controlan la reproducción.

El crecimiento de los crustáceos es intermitente y se centra en la muda, con músculos que exhiben una alta plasticidad, manifestada principalmente a través de la atrofia reversible inducida por la muda. A pesar de que se han hecho muchos esfuerzos en el estudio de los mecanismos de crecimiento de los crustáceos, hay limitaciones en la comprensión de la interacción entre la muda con el crecimiento, los factores ambientales, los mecanismos de regulación epigenética.

Se ha identificado un gen que se expresa en varios tejidos, etapas de desarrollo y periodos de muda. Utilizando CRISPR/Cas9, se lo manipuló para mostrar que éste se relaciona con aumentar el tamaño y la masa corporal de los camarones.

Otro problema son las enfermedades que enfrenta la industria camaronera como el síndrome de la mancha blanca (WSSV), que por muchos años hizo que Ecuador pierda su liderazgo mundial en la exportación de este marisco.

Se han identificado las proteínas que facilitan la entrada del virus por membrana celular del camarón. Se ha identificado también otros factores que participan en el ciclo de replicación del virus en el camarón. Se está tratando ahora de inactivar estas proteínas.

Varios estudios de secuenciación en camarones se realizan para identificar genes relacionados con el estrés abiótico en el camarón, como alta salinidad o temperaturas.

Aunque el camarón se puede cultivar bajo una amplia gama de salinidades, se está aplicando estudios moleculares para conocer los mecanismos que expliquen las diferencias encontradas en familias tolerantes y susceptibles a altas salinidades.

Epílogo. Como sucede con otros organismos genéticamente editados, éstos pueden incluir varios de los riesgos inherentes de la edición génica, incluyendo:

Efectos fuera del objetivo (off-target), por ejemplo, que el ARN guía identifique secuencias de ADN parecidas, pero no iguales a la buscada, y la enzima CRISPR las corta o modifica.

Se puede producir además grandes reordenamientos de ADN por pérdidas masivas de material genético, inversiones o uniones anormales, tras la ruptura del ADN.

Respuestas negativas de las defensas naturales de la célula frente al daño celular, generando proteínas, toxicidad o favoreciendo el crecimiento de células dañinas.

Efectos pleiotrópicos, que ocurren cuando se producen mutaciones en un gen que controla varias funciones en la célula. Esta mutación puede producir diversas respuestas impredecibles.

Efectos a largo plazo desconocidos, pues al ser tecnologías experimentales, aún no se comprende totalmente cómo van a comportarse los organismos editados a largo plazo.

Adicionalmente no se conoce cómo pueden interactuar estos organismos editados en sistemas tan artificiales como son las piscinas camaroneras.

Finalmente queda la pregunta de cuál será la respuesta de los consumidores.

Más sobre la edición génica en camarón, puedes encontrarla aquí

Wang H.M. (2025). CRISPR-based genome editing in shrimp and its potential in aquaculture, International Journal of Aquaculture, 15(2): 45-56 https://doi: 10.5376/ija.2025.15.0006

