



ALLIANCE™

[.https://debug.globalseafood.org](https://debug.globalseafood.org)Health &  
Welfare

# Estimación de la varianza genética de la uniformidad del peso corporal en una población cultivada de camarón blanco del Pacífico

2 August 2021

By Silvia García-Ballesteros, Ph.D. , Beatriz Villanueva, Ph.D. , Jesús Fernández, Ph.D. , Juan Pablo Gutiérrez, DVM and

**La variación genética existente para la uniformidad del peso sugiere la posibilidad para la mejora genética**



Los resultados de este estudio para estimar la varianza genética para la uniformidad del peso en una población cultivada de *L. vannamei* mostraron que existe una variabilidad genética para la varianza ambiental del peso en la cosecha, tanto en el núcleo de selección como en la población comercial, y que la respuesta a la selección para que la uniformidad en el núcleo se puede transmitir, al menos parcialmente, a la población comercial si este rasgo se incluye en el programa de mejoramiento.

La mayoría de los programas de cría selectiva para camarones se enfocan en mejorar los rasgos de crecimiento únicamente, pero a medida que aumenta la tasa de crecimiento y se intensifica la producción, otros rasgos relacionados con la calidad y uniformidad del producto final ganan importancia tanto para los consumidores como para los productores, incluida la uniformidad de tamaño.

Los camarones se clasifican de acuerdo con los estándares que se definen en evaluaciones de marketing de alta calidad y se determinan principalmente por sus características físicas y uniformidad de tamaño. En particular, los camarones se clasifican de acuerdo con su tamaño y recuento por unidad de peso. Los precios entre las categorías de tamaño varían ampliamente y una mayor cantidad de camarones más pequeños por unidad de peso reduce su precio, por lo que aumentar la consistencia del tamaño dentro de un rango de conteo específico puede mejorar la rentabilidad.

Además, una gran variación en el tamaño corporal puede causar competencia entre los camarones (jerarquías de dominancia), lo que afecta negativamente la tasa de crecimiento, la mortalidad y la eficiencia alimentaria, y aumenta la necesidad de prácticas de manejo como la clasificación por tamaño. Otro beneficio indirecto de mejorar la uniformidad es el potencial para mejorar la resiliencia, que se define como la capacidad de un animal para mantener el rendimiento a pesar de las perturbaciones ambientales. Por todas estas razones, y dado que el peso está altamente correlacionado genéticamente con el tamaño, la uniformidad del peso es un rasgo candidato claro para ser incluido en los programas de cría de camarones.

La uniformidad del peso depende de la sensibilidad de un individuo a factores macro- y micro-ambientales. Los factores macro-ambientales son factores medibles como la temperatura, la estacionalidad, la dieta y el manejo, mientras que los factores micro-ambientales son factores específicos de animales no medibles dentro de un macro-ambiente dado. Una condición necesaria para aumentar la uniformidad del peso es la existencia de varianza genética para responder a tales factores micro-ambientales, de modo que los individuos con genotipos [conjunto completo de material genético] que los hacen menos sensibles a las perturbaciones ambientales tendrán descendencia más homogénea y mostrarán menos condiciones ambientales varianza dentro-familiar.

En los programas de cría selectiva de acuicultura, el núcleo de cría (en el que se realiza la selección) generalmente se mantiene separado de la población comercial que está compuesta por individuos destinados a la venta en el mercado. En la acuicultura, las condiciones de cría macro-ambientales pueden diferir mucho entre el núcleo y la población comercial. Por tanto, si existen interacciones genotipo por entorno, es posible que la mejora genética lograda en el núcleo no se traduzca por completo a la población comercial.

Este artículo – resumido y adaptado de la [publicación original \(https://doi.org/10.1186/s12711-021-00621-6\)](https://doi.org/10.1186/s12711-021-00621-6). [García-Ballesteros, S. et al. 2021. Genetic parameters for uniformity of harvest weight in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Genet Sel Evol* 53, 26 (2021)] – reporta sobre un estudio de investigación para estimar la varianza genética de la uniformidad del peso corporal en una población de cría de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), y para investigar que si se selecciona para una mayor uniformidad de peso en núcleo de cría conduce a la mejora de la uniformidad en la población comercial.

## Configuración del estudio

Los datos utilizados en este estudio se obtuvieron de CAMANICA S.A., una empresa con sede en Nicaragua, que lleva a cabo un programa de cría en camarones con generaciones discretas y selección por peso corporal del camarón. Una vez que los animales alcanzan el tamaño adecuado, se marcan muestras aleatorias de individuos; la mitad de ellos se marcan individualmente con anillos oculares y se asignan a la población del núcleo (N), y la otra mitad se marcan a nivel familiar con elastómeros y se asignan a la población comercial (C).

Dentro del núcleo, todas las familias se crían en el mismo tanque. Sin embargo, en la población comercial, se utilizan por generación de tres a cuatro estanques que están ubicados en diferentes zonas geográficas, con cada familia igualmente representada en cada estanque. Las condiciones ambientales difieren mucho entre el núcleo y las poblaciones comerciales. Así, el peso en el núcleo de selección y el peso en la población comercial se consideran dos rasgos diferentes.

Los datos utilizados aquí son de tres generaciones consecutivas y 425 familias. El número total de individuos con registros fenotípicos de peso corporal al momento de la cosecha fue de 89.643, de los cuales 51.346 pertenecían al núcleo y 38.297 a la población comercial. El tiempo de cosecha se estableció estimando los días necesarios para alcanzar un peso promedio de 15 gramos en el núcleo. Este tiempo se fijó tanto para los entornos comerciales (todos los estanques) como para los núcleos. Sin embargo, por razones de manejo, registrar los fenotipos de todos los camarones puede llevar algunos días. También se registraron el sexo, el año y el estanque.

La base de datos resultante tenía registros de peso corporal de 51.346 camarones del núcleo de selección y 38.297 camarones de la población comercial. Usamos un modelo lineal generalizado jerárquico doble [utilizado en estudios genéticos para modelar rasgos cuantitativos (un fenotipo medible – las características o rasgos observables de un organismo – de factores genéticos y

ambientales diseminados en magnitud en una población en lugar de ninguno o todos) con respecto a los efectos de los marcadores moleculares (moléculas que contienen información genética de una muestra) para analizar la uniformidad del peso en los dos entornos. Los efectos fijos incluyeron sexo y año para los datos del núcleo, y combinación de sexo y año-estaque para los datos comerciales. Los efectos genéticos ambientales y aditivos se incluyeron como efectos aleatorios.

Para obtener información detallada sobre los datos del estudio, los parámetros evaluados y los análisis, consulte la publicación original.

## Resultados y discusión

Aunque la uniformidad de peso es un rasgo muy relevante con el potencial de ser incluido en los programas de cría de camarones, existe muy poca información sobre la existencia de variación genética para este rasgo. Hasta donde sabemos, el nuestro es el primer estudio que utiliza un modelo lineal generalizado jerárquico doble para estimar la varianza genética para la uniformidad del peso corporal en camarones, y constituye un primer paso para investigar la posibilidad de incluir este rasgo en el objetivo de reproducción. Esto es importante ya que la uniformidad de peso evaluada aquí fue la sensibilidad individual a las perturbaciones micro-ambientales.

Las estimaciones de la varianza genética aditiva, la heredabilidad y el coeficiente genético de variación residual para la uniformidad del peso que se obtuvieron para esta población de *L. vannamei* en el núcleo en el que tiene lugar la selección fueron todas diferentes de 0, lo que indica que la mejora genética para este rasgo es posible. Además, la correlación genética de uniformidad ponderal entre el núcleo y la población comercial fue relativamente alta, lo que indica que la mejora obtenida en el núcleo se transmitiría parcialmente a la población comercial, con los beneficios económicos que esto conllevaría.

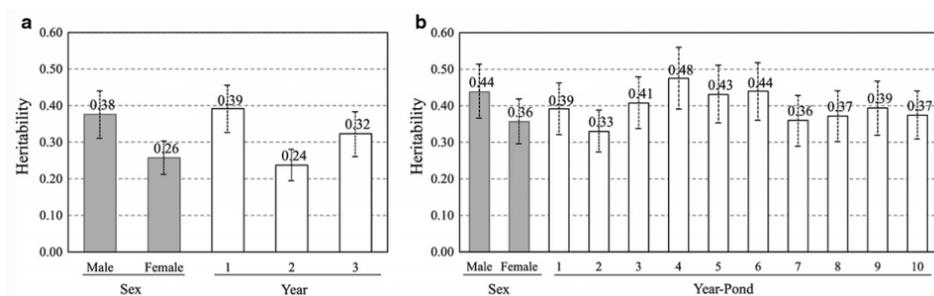


Fig. 1: Estimaciones de heredabilidad (media y desviación estándar a posteriori) del peso de la cosecha para cada nivel de efectos sistemáticos residuales. Los efectos sistemáticos fueron sexo y año para el núcleo (a) y sexo y año-estaque para la población comercial (b).

Los resultados mostraron que nuestras estimaciones de la heredabilidad global para el peso corporal en la cosecha en N y C estaban dentro del rango de las encontradas en la literatura para camarones. Más importante es el hecho de que las estimaciones de la varianza genética aditiva para la uniformidad del peso y la heredabilidad residual también estuvieron en el rango de las descritas para el camarón, otras especies acuícolas y varias especies terrestres. Esto indica la existencia de variación genética en la sensibilidad micro-ambiental entre familias de hermanos completos [padres comunes], lo que implica que los fenotipos de la descendencia de diferentes familias se verán afectados de

manera diferencial por el medio ambiente. Por lo tanto, nuestros resultados muestran que el potencial de la selección genética para mejorar la uniformidad del peso en *L. vannamei* es similar al de otras especies.

Para evaluar el beneficio económico potencial de incluir la uniformidad de peso en el objetivo de reproducción, se deben estimar las correlaciones con otros rasgos que se encuentran actualmente en el objetivo de reproducción, como el peso corporal. El escenario ideal sería la existencia de una correlación genética negativa entre el peso y su variabilidad porque facilitaría la selección para un mayor peso y más uniformidad. En acuicultura, las estimaciones de la correlación genética entre el peso y su variabilidad varían en gran medida en la literatura. Nuestra estimación no fue significativamente diferente de 0, lo que indica que puede no ser difícil mejorar el peso y la uniformidad del peso simultáneamente a través de un índice de selección. Esto requeriría determinar el valor económico de la uniformidad, que en este momento se desconoce.

Es muy importante que las mejoras genéticas realizadas en el núcleo se trasladen a la población comercial que está compuesta por individuos para la venta en el mercado. Por tanto, es deseable una alta correlación genética entre el núcleo y los entornos comerciales para los rasgos que se seleccionan en el núcleo. Este no es siempre el caso porque, aunque se pretende que las condiciones sean similares en los dos entornos, esto no suele ser factible. Particularmente en las especies acuícolas, algunos factores ambientales son más importantes que otros para afectar el re-ordenamiento de los individuos en función de sus valores genéticos estimados.

En nuestro estudio, las estimaciones de la correlación genética entre los ambientes N y C fueron para el peso y para la uniformidad del peso estuvieron dentro del rango reportado para el peso en otras especies acuícolas. Nuestra estimación de la correlación genética del peso entre ambientes fue más baja que la reportada por algunos investigadores para el camarón, pero dentro del rango reportado por otros. Nuestro estudio proporciona, por primera vez, una estimación de la correlación genética de la uniformidad de peso entre diferentes ambientes para el camarón, y es similar a lo que se ha reportado para la trucha.

Muchos estudios han demostrado que la proporción de variación fenotípica [variabilidad en los fenotipos en una población, incluida la altura, el peso, la forma corporal y otros] debido a efectos ambientales comunes, aunque significativamente diferente de 0 en el camarón y otras especies acuícolas, es de baja magnitud. Algunos estudios han sugerido que los efectos ambientales comunes son difíciles de separar de los efectos genéticos familiares. Los pocos estudios que han incluido efectos ambientales comunes para la uniformidad del peso no lograron estimaciones significativas.

## Perspectivas

Nuestros resultados muestran que existe variabilidad genética para la variación ambiental del peso en el momento de la cosecha en el camarón, tanto en el núcleo de selección como en la población comercial. La variación genética de estos rasgos (uniformidad medida en el núcleo y en la población comercial) fue lo suficientemente grande como para concluir que se podría obtener una respuesta a la selección si estos rasgos se incluyeran en el programa de mejoramiento.

La inclusión de la uniformidad de peso no debería disminuir el peso ya que la correlación genética entre los dos rasgos no fue significativamente diferente de cero. Se necesita más investigación para determinar cuál es la mejor combinación de estos rasgos para alcanzar el mayor beneficio económico. Con base en la correlación genética de la uniformidad de peso entre los dos ambientes estimados aquí, la selección en el núcleo se transmitirá a la población comercial.

## Authors

---



**SILVIA GARCÍA-BALLESTEROS, PH.D.**

Corresponding author

Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, 28040, Madrid, Spain

[silvia.garciab@inia.es](mailto:silvia.garciab@inia.es) (<mailto:silvia.garciab@inia.es>).



**BEATRIZ VILLANUEVA, PH.D.**

Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, 28040, Madrid, Spain



**JESÚS FERNÁNDEZ, PH.D.**

Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, 28040, Madrid, Spain



**JUAN PABLO GUTIÉRREZ, DVM**

Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain



Isabel Cervantes, DVM

Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid,  
28040, Madrid, Spain

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.