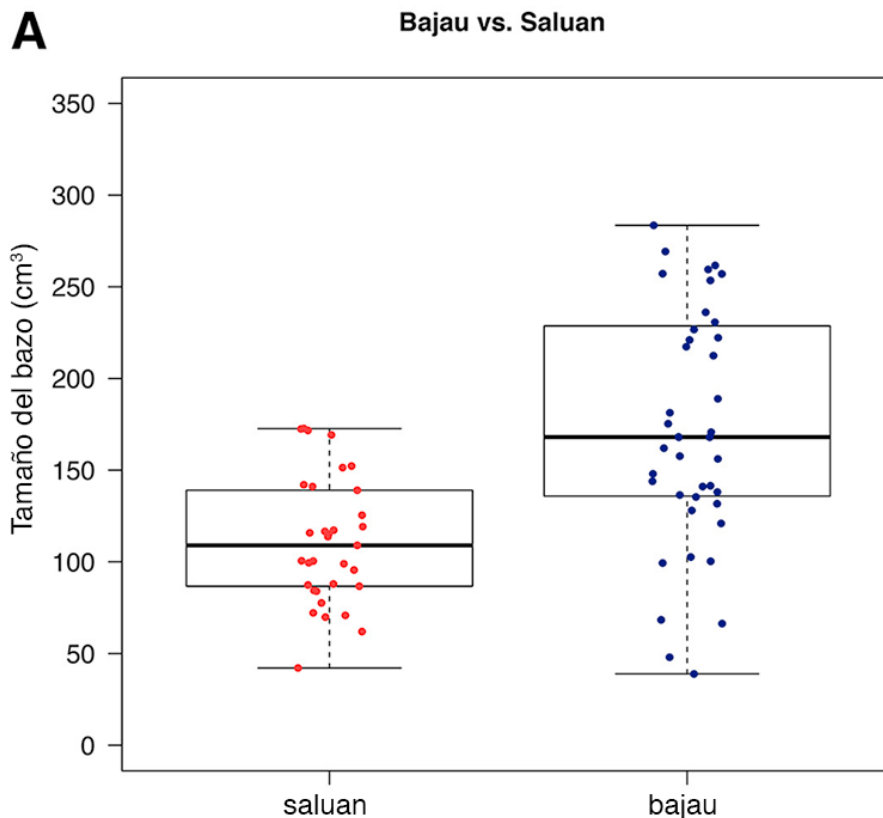




CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Muestra a los estudiantes la siguiente figura junto con su leyenda y la información general. La “Hoja de trabajo para el estudiante” que acompaña este recurso, tiene espacio debajo de la leyenda de la imagen para observaciones, notas, preguntas y junto a la Información general hay espacio para grandes ideas, notas y preguntas. Las secciones “Interpretación de la gráfica” y “Preguntas de discusión” brindan información adicional y sugieren preguntas que puedes utilizar para estimular el pensamiento de los estudiantes, aumentar su participación o guiar una discusión grupal sobre las características de la gráfica y lo que representa.



Leyenda: Distribución del tamaño del bazo en dos poblaciones del sureste asiático: los saluan y los bajau (nómadas del mar). Los puntos rojos de la izquierda representan a 33 individuos saluan y los azules de la derecha, a 43 individuos bajau. Las líneas gruesas horizontales negras del interior de las cajas indican las medianas. Los lados inferior y superior de las cajas corresponden a los percentiles 25 y 75 respectivamente.

INFORMACIÓN GENERAL

En el transcurso del tiempo evolutivo, los seres humanos han establecido poblaciones en diferentes ambientes extremos, como montañas, desiertos y regiones polares. Las condiciones de estos ambientes pueden llevar a la selección natural de determinados rasgos. Un ejemplo de selección natural en los humanos puede ser el caso del pueblo bajau del sureste asiático, a veces conocidos como nómadas del mar. Durante más de 1,000 años, los bajau han vivido del mar y, tradicionalmente, han recolectado alimentos y otros recursos a través del buceo libre (lo que implica aguantar la respiración bajo el agua en vez de usar un tanque de oxígeno). Los buceadores libres bajau pasan el 60% de su jornada de trabajo bajo el agua y pueden sumergirse hasta una profundidad de 70 metros (230 pies).

En este estudio, se investigó si la capacidad de los bajau para realizar buceo libre se debe, en parte, a la selección de ciertas adaptaciones genéticas o si se deriva exclusivamente de la práctica y el entrenamiento dentro de su cultura. Se realizaron comparaciones entre los bajau y los saluan, una población cercana que tradicionalmente no realiza buceo libre. Se midió el tamaño del bazo de los individuos de ambas poblaciones con una máquina de ultrasonido.

Un grupo de investigación se interesó en el tamaño del bazo debido a la función que desempeña durante el buceo en los mamíferos. Todos ellos tienen bazo, que es un órgano que normalmente almacena una reserva de glóbulos rojos. Cuando la mayoría de los mamíferos (incluidos los humanos) bucean, su bazo se contrae y libera los glóbulos rojos almacenados en el sistema circulatorio. Estas células son ricas en oxígeno, lo que puede ayudarles a contener la respiración y permanecer más tiempo bajo el agua. En una población de focas, por ejemplo, la comunidad científica descubrió que aquellas que tenían un bazo más grande podían sumergirse durante más tiempo. Sin embargo, antes de este estudio no estaba claro si los bazos más grandes también podían ayudar a los seres humanos a bucear más tiempo.

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

La figura es un diagrama de caja, también conocido como diagrama de caja y bigotes, que permite comparar distribuciones de datos entre varios grupos (en particular, un diagrama de caja no requiere que los datos tengan una distribución normal, que es una condición para utilizar la desviación o el error estándar). En esta figura, los diagramas representan valores clave en los conjuntos de datos de la siguiente manera:

- El **mínimo** está representado por el extremo inferior del bigote (línea horizontal por debajo de la caja).
- El **máximo** está representado por el extremo superior del bigote (línea horizontal por encima de la caja).
- La **mediana** (valor por debajo del cual se sitúa el 50% de los datos) está representada por la línea gruesa horizontal negra dentro de la caja.
- El **percentil 25** (valor por debajo del cual se sitúa el 25% de los datos) está representado por la parte inferior de la caja.
- El **percentil 75** (valor por debajo del cual se sitúa el 75% de los datos) está representado por la parte superior de la caja. La caja contiene, por lo tanto, el 50% de los puntos de datos.

En general, la figura muestra que los bajau (nómadas del mar) tienen un bazo más grande que los saluan. Por ejemplo, más del 75% de los saluan tiene bazos de menor tamaño que la mediana de los bajau. Además, la mediana del tamaño del bazo de los saluan también es menor que la de los bajau. El equipo de investigación utilizó un tipo de prueba *t* para demostrar que la diferencia en los promedios de las poblaciones es estadísticamente significativa. Se determinó que la diferencia es significativa incluso después de tener en cuenta otros factores (como el sexo, la edad, el peso, la altura y si los individuos practicaban el buceo libre) mediante análisis estadísticos adicionales. También se encontró que la diferencia en el tamaño del bazo entre los bajau buceadores y los no buceadores *no* es estadísticamente significativa. En otras palabras, los bajau no buceadores, por lo general, tienen un bazo más grande, aunque no practiquen el buceo libre.

En suma, estos resultados sugieren que existe una diferencia anatómica significativa en el tamaño (volumen) de los bazos de los bajau y de los saluan, que no puede explicarse únicamente por la práctica del buceo libre. Sobre la base de esta investigación y de otras relacionadas, el grupo de investigación planteó la hipótesis de que los bajau han evolucionado a lo largo del tiempo y han desarrollado bazos más grandes como adaptación al buceo libre. Es probable que un bazo más grande sea ventajoso para esta actividad porque puede almacenar más glóbulos rojos, lo que aumenta la disponibilidad de oxígeno cuando el bazo se contrae durante la inmersión.

Al realizar análisis genéticos a los individuos que participaron en el estudio, el equipo de investigación también descubrió que los bazo más grandes de los bajau se asocian con una mutación específica. En concreto, existe una fuerte correlación positiva entre el tamaño del bazo y un SNP (polimorfismo de un solo nucleótido) cerca de un gen llamado *PDE10A*. Este gen desempeña un papel en la transducción de señales, incluida la regulación de los niveles de la hormona tiroidea. Dado que la tiroides afecta la producción de glóbulos rojos durante el desarrollo, el equipo de investigación planteó la hipótesis de que los bajau tienen un alelo de *PDE10A* que da lugar a una mayor producción de glóbulos rojos y, por lo tanto, un bazo más grande.

Consejo didáctico: Pide a los estudiantes que expliquen las diferentes partes de la gráfica.

- **Tipo de gráfica:** Diagrama de caja, también conocido como diagrama de caja y bigotes
- **Eje X:** Población saluan o bajau (nómadas del mar)
- **Eje Y:** Tamaño o volumen del bazo (en cm^3), calculado a partir de mediciones por ultrasonido
- Otras características clave de los diagramas de caja se resumen en la sección “Interpretación de la gráfica” que se encuentra más arriba. No se muestran los valores atípicos.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

- Compara los puntos de datos rojos con los azules. ¿Qué puedes observar sobre sus similitudes y/o diferencias?
- ¿Qué representan las cajas rectangulares? ¿Por qué la caja de la izquierda es más corta que la de la derecha?
- ¿Qué representan los bigotes que hay encima y debajo de las cajas? ¿Por qué los bigotes de la izquierda son más cortos que los de la derecha?
- ¿Qué representan las líneas gruesas horizontales negras del interior de las cajas? ¿Cómo se compara la línea de la primera caja con la de la segunda?
- ¿En qué difiere el tamaño del bazo de los bajau y el de los saluan? Utiliza datos de la figura para respaldar tu respuesta.
- ¿Cómo difiere el *rango* del tamaño del bazo de los bajau y los saluan? Utiliza datos de la figura para respaldar tu respuesta. ¿Por qué crees que estos rangos difieren de la manera que describiste?
- ¿Qué presiones selectivas del medio ambiente pueden haber conducido a los patrones que se observan en la figura?
- ¿La figura proporciona algún dato que respalde la hipótesis de que un bazo más grande es una adaptación genética? Si es así, descríbelo(s). Si no lo es, ¿qué otros datos serían necesarios para respaldar esta hipótesis?
- ¿Cómo un bazo más grande podría darles una ventaja selectiva a los bajau? ¿En qué otros ambientes tener un bazo más grande podría ofrecer una ventaja selectiva?
- Además de un bazo más grande, ¿qué otras adaptaciones fisiológicas podrían haber desarrollado los bajau para sobrevivir en su ambiente?
- ¿Se te ocurren otras situaciones que la comunidad científica quisiera estudiar relacionadas con la respuesta a bajos niveles de oxígeno además del buceo? ¿Cómo podría aplicarse esta investigación a otros campos como la ciencia médica?
- ¿Se te ocurren otras adaptaciones que pudieran tener los seres humanos u otros animales a ambientes extremos? ¿Cómo se comparan esas adaptaciones con la que se estudia aquí?

TÉRMINOS CLAVE

adaptación, bazo, diagrama de caja, diagrama de caja y bigotes, glóbulo rojo, hipoxia, hormona tiroidea, oxígeno, reflejo de inmersión, respuesta de inmersión

FUENTE

Figura 1a de:

Ilardo, Melissa A., Ida Moltke, Thorfinn S. Korneliussen, Jade Cheng, Aaron J. Stern, Fernando Racimo, Peter de Barros Damgaard, *et al.* "Physiological and Genetic Adaptations to Diving in Sea Nomads." *Cell* 173, 3 (2018): 569-580. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.03.054>

CRÉDITOS

Natalie Dutrow, Salt Lake City School District, UT

Editado por Rasmus Nielsen, University of California, Berkeley; David Julian, University of Florida; Esther Shyu, HHMI

Traducido al español por UBIQUS y editado por Lorena Villanueva-Almanza, Freelance Editor, Adriana Patricia López Oliver, UNAM y Zulmarie Pérez Horta, HHMI