

TEMAS DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DEL NOA

ISSN 1853-6700

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

FICHAS TB&G NOA

Cascabel

ARTÍCULOS

Estadística

Humedales



CONICET



I B I G E O

Volumen 13, Número 3, Diciembre 2023

TEMAS DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DEL NOA

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

Volumen 13, Número 3, Diciembre 2023

ISSN 1853-6700

Comité Editorial

Silvana Geuna. IBIGEO, CCT SALTA - JUJUY.

Carolina Montero. IBIGEO, CCT SALTA - JUJUY.

Soledad Valdecantos. IBIGEO, CCT SALTA - JUJUY.

Natalia Zimicz. IBIGEO, CCT SALTA - JUJUY.

EDITORIAL

Pág. 1- Editorial

FICHA DE TB&G NOA

Pág. 2 - Cascabel

M Pedraza, JC Stazzonelli, MP Cabrera

ARTÍCULOS

Pág. 3 - Errores estadísticos

F Reckziegel

Pág. 15 - Humedales

M Fabrezi, R Montero, JC Cruz

Imagen de tapa: Cascabel o viborón (*Crotalus durissus terrificus*). JC Stazzonelli

I B I G E O

IBIGEO INSTITUTO DE BIO Y
GEOCIENCIAS DEL NOA

<https://ibigeo.conicet.gov.ar/>

CCT-Salta-Jujuy
9 de julio 14
Rosario de Lerma-4405 (Salta)
República Argentina

Es una Unidad Ejecutora de doble pertenencia CONICET-Universidad Nacional de Salta.

El *IBIGEO* tiene entre sus objetivos principales: 1) planificar y ejecutar investigaciones en diversos temas relacionados con los recursos naturales de la región; 2) promover la difusión de los resultados de las investigaciones en el ámbito científico; 3) participar en la formación de recursos humanos universitarios de grado y postgrado; 4) colaborar en la organización de conferencias, reuniones y cursos; 5) asesorar en ámbitos públicos y/o privados para la planificación y/o resolución de problemas; y 6) estimular el interés del público por las ciencias y difundir el conocimiento generado por el estudio de temas específicos de la región.

CONICET



I B I G E O

Editorial

Estimados lectores,

Se aproxima el fin de otro año, y nos encuentra cerrando un nuevo número de nuestra Revista Temas B&G NOA. El año fue intenso en emociones, y promete un nuevo año con grandes desafíos. Desde nuestro lugar les hacemos frente de la mejor forma que sabemos: trabajando en ciencia.

En esta ocasión les traemos dos contribuciones preparadas por miembros del IBIGEO. Florencia Reckziegel nos habla sobre su especialidad, la Estadística. Nos cuenta cuán fundamental es su aplicación en ciencia y en particular en nuestras disciplinas, la Biología y la Geología, y la importancia de su uso correcto. Por otro lado, Marissa Fabrezi y Julio Cruz, acompañados por Ricardo Montero (investigador de la Universidad Nacional de Tucumán), introducen un tema que ha ganado espacio en los medios de comunicación en los últimos años, el de los humedales. Hace varios años ya que se debate alrededor de diversos proyectos de ley que regulen, protejan y conserven los humedales. Pero, ¿qué son los humedales y por qué son tan importantes? Marissa, Ricardo y Julio nos lo explican. El número se completa con el aporte de nuestros colegas de Tucumán, que completan la serie de fichas sobre ofidios que ilustró tan bonitamente nuestras tapas de 2023.

A los autores, muchas gracias por su valiosa colaboración. Y a los lectores, los invitamos a que nos acompañen leyendo y compartiendo nuestras propuestas. Que el año próximo nos encuentre a todos con la energía y las ganas de seguir investigando, creando, creciendo.

Comité Editorial

Temas de Biología y Geología del NOA

Silvana Geuna

Carolina Montero

Soledad Valdecantos

Natalia Zimicz

Micaela Pedraza¹, Juan Carlos Stazzonelli² y María Paula Cabrera²

¹ Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (UNT). ² Instituto de Vertebrados, Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán.

Cascabel, viborón (*Crotalus durissus terrificus*)

Clasificación: Clase Sauropsida; Orden Squamata; Familia Viperidae

Distribución geográfica: Argentina, Paraguay, Bolivia, Perú, Brasil y Uruguay

Crotalus durissus terrificus (Figura 1), conocida vulgarmente como víbora de cascabel o viborón, es una serpiente de tamaño grande y cuerpo robusto, que puede medir un poco más de un metro y medio de longitud.

Las escamas dorsales del cuerpo y de la cabeza son quilladas (con una línea elevada en el centro), y en la cabeza además tienen placas de mayor tamaño. Las escamas ventrales del cuerpo son más grandes que las dorsales y lisas. La cabeza está bien diferenciada del cuerpo, es de color castaño claro, con una franja lateral castaño oscuro detrás de los ojos que llega hasta la parte posterior de la boca y un par de franjas dorsales, también castaño oscuro, que pueden sobrepasar el cuello y difuminarse. Estas franjas pueden estar delimitadas por líneas de color amarillo o crema. Los ojos tienen pupila elíptica vertical (Figura 2). Entre los ojos y los orificios nasales se encuentran otros orificios de mayor tamaño, las fosetas loreales (Figura 2), que son órganos termorreceptores típicos de la Familia Viperidae, a la que pertenecen las cascabeles y yararaes, y que les permite localizar a sus presas, detectando el calor corporal.



Figura 1: Patrón de coloración general de *Crotalus durissus terrificus*
Foto: J. C. Stazzonelli



Figura 2: Cabeza de *Crotalus durissus terrificus*, donde puede observarse la pupila elíptica vertical (flecha celeste) y la foseta loreal (flecha amarilla). Foto: J.C. Stazzonelli

Dorsalmente el cuerpo es de color castaño claro, con manchas romboidales castaño oscuro que pueden llegar hasta la cola. Estas manchas están delimitadas por líneas de color amarillo o crema y el centro puede ser más claro. El vientre es de color crema, con manchas negras difuminadas en algunos ejemplares.

La cola es de color castaño oscuro a negro y presenta en el extremo un cascabel o crótalo castaño claro, formado por segmentos articulados que al moverse producen un sonido de advertencia, característica que la hace inconfundible y nos permite reconocerla fácilmente. Cuando se siente amenazada, yergue y agita la cola con el cascabel (Figura 3). Una creencia muy difundida es que la cantidad de segmentos y el tamaño del cascabel reflejan la edad de la serpiente, pero no es cierto, ya que los segmentos se forman con cada muda o cambio de piel.

Son de hábitos terrestres, diurnas o nocturnas de acuerdo a la época del año y la región. Se alimentan de roedores desempeñando un papel ecológico muy importante como predadores de ratones y ratas que transmiten enfermedades al hombre, como el Hantavirus o Leptospirosis. Su dieta incluye también otros mamíferos pequeños, aves y lagartos.

En el otoño los machos buscan a las hembras para copular y pueden presentarse combates entre los machos. Es una especie vivípara, puede parir en verano hasta 36 crías totalmente desarrolladas.

Al igual que otras especies de la Familia Viperidae, posee un aparato bucal especializado en la inoculación de veneno, con glándulas que se encuentran conectadas mediante conductos a un par de dientes largos y huecos. Estos dientes se encuentran en la parte anterior de la boca, en maxilas móviles, lo que les permite moverlos y ubicarlos correctamente para que la inoculación de veneno en sus presas sea efectiva. Las serpientes utilizan el veneno principalmente para la inmovilización, muerte y digestión de sus presas, pero también cumple un rol defensivo, por lo que se recomienda en caso de encuentros con estos animales mantener una distancia segura. La inoculación de veneno se realiza en forma voluntaria, y pueden presentarse también mordidas secas, es decir, sin inoculación de veneno, o bien simplemente pueden realizar golpes con la boca cerrada a modo de advertencia. En Argentina, la víbora de cascabel es responsable de casi el 2% de los accidentes ofídicos (siendo las serpientes del género *Bothrops* las responsables del 98% restante). Debido a las propiedades neurotóxicas, miotóxicas y coagulantes del veneno, las mordeduras son muy peligrosas y deben ser tratadas rápidamente en un hospital o centro médico.

En nuestro país se la encuentra en Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Misiones, Salta, San Juan, San Luis, Santa Fe, Santiago del Estero y Tucumán, y su presencia en La Pampa está en discusión. Habita principalmente en las provincias fitogeográficas Paranaense, Chaqueña, Monte y Espinal.

Esta especie se considera como "No amenazada".



Figura 3: Crótalo o "cascabel". El lado izquierdo del cascabel muestra cómo se conectan los segmentos internamente. Foto: J.C. Stazzonelli

Errores estadísticos

Florencia Reckziegel¹

¹ Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO, UNSa – CONICET). e-mail: florenciareckziegel@gmail.com

La estadística es una rama de la matemática de extendido uso. La utilizan, por ejemplo, quienes nos dan cifras de predicciones para próximas elecciones, o de cuál será el valor del dólar la próxima semana, o para obtener índices de pobreza, de crecimiento de poblaciones, etc. Como no podemos tener acceso a la información de toda una población, la estadística se encarga de trabajar sobre muestras y establecer con ellas, conclusiones sobre la población. Con valores de errores debidos a la naturaleza del azar y de desconocer la información total. Si la muestra realmente representa a la población, pueden existir diferentes factores, como la aleatoriedad que conduzca a unas medidas finales de la muestra que se separen un poco de las medidas poblacionales. Con más razón nos equivocaremos en las conclusiones cuando se toma una muestra que no representa realmente a la población. Si queremos inferir, por ejemplo, sobre la religión que más adeptos tiene en un país, estaría muy mal que tomemos una muestra conformada por personas de una única religión. O si queremos saber la opinión sobre la política del país, estaría mal preguntar sólo a nuestros amigos. En esos casos, no es la estadística la que se equivoca, sino la persona que está dirigiendo un estudio sesgado y la usa de manera incorrecta.

Sobre esto les vengo a hablar, porque en estadística existen los errores inherentes a los métodos utilizados. Las conclusiones en estadística se refieren (o se deberían referir) con un intervalo de confianza y un margen de error que se acepta, se conoce y se debe informar. Pero también existen los errores humanos, evitables, involuntarios (o quizás no siempre) que conducen a conclusiones o interpretaciones erróneas. Conocer cómo funciona y como evitar estos últimos errores, nos permitirá notarlos para no ser engañados y para no repetir errores cuando usemos esta herramienta que sí es muy útil cuando se la usa bien.

La matemática (y la estadística) nos proporciona herramientas y métodos para abordar problemas en otras áreas científicas:

1. Son esenciales para comprender los procesos naturales y modelarlos. Por ejemplo, en la geología, las ecuaciones matemáticas y los modelos estadísticos se utilizan para predecir la distribución de recursos naturales como el petróleo y el gas, la ubicación de depósitos minerales y la predicción de tsunamis o dispersión de ceniza volcánica, dada una erupción. En biología, se utilizan para modelar la evolución de las especies, la dinámica de las poblaciones, la respuesta de los organismos a los cambios ambientales, los efectos de los cambios climáticos, entre muchos otros.

2. Se utilizan para analizar grandes conjuntos de datos, lo que permite a los científicos extraer patrones y relaciones que de otra manera serían difíciles o imposibles de detectar. Los análisis estadísticos también permiten a los científicos evaluar la significancia de los resultados y determinar si los hallazgos son el resultado del azar o si realmente hay una correlación o causa y efecto o una tendencia.

3. Son esenciales para la toma de decisiones. Por ejemplo, en la geología, los modelos matemáticos se utilizan para determinar la ubicación óptima de pozos de petróleo y gas, mientras que, en la biología, pueden ayudar a predecir el impacto de la introducción de una nueva especie en un ecosistema.

Sin embargo, la mala aplicación de estas herramientas puede comprometer la validez de los resultados obtenidos y, por lo tanto, la confiabilidad de la investigación. En este artículo, se expondrán algunos de los errores estadísticos más comunes que se observan en la investigación científica. Se discutirá la importancia de utilizar la matemática de manera adecuada. Se explicará por qué ocurren estos errores y se ofrecerán sugerencias prácticas para evitarlos.

Casos particulares

-Correlaciones no siempre relacionadas

Decir que existe una correlación entre dos variables es afirmar que los cambios de una variable están relacionados con los cambios en la otra variable.

Sin embargo, se suele caer en un error cuando se asume que una correlación entre dos variables implica necesariamente una relación causal entre ellas, cuando en realidad puede ser una coincidencia o estar, estas dos variables, influenciadas por otra/s variables no consideradas.

Un ejemplo de esto, es la correlación observada entre la cantidad de terremotos y la actividad humana en una región determinada, si se evalúan las dos variables y ambas están tomando valores que

van en aumento a lo largo del tiempo, algunas personas podrían asumir que la actividad humana está causando los terremotos, cuando en realidad, el aumento de actividad sísmica es inherente a factores geológicos naturales y puede coincidir con regiones donde se ve un aumento de la población y por ende, sus actividades normales nada tienen que ver con los sismos. Con lo cual, la correlación de los dos aumentos de actividad es en realidad, una mera coincidencia.

Otro ejemplo de que correlación no implica causa y efecto es la relación entre la masa corporal de mamíferos y la latitud. En este caso, se observa una correlación positiva en la que, a menores latitudes, la masa corporal tiende a ser menor, mientras que, a mayores latitudes la masa corporal tiende a ser mayor. Sin embargo, es importante destacar que la latitud en sí misma no causa directamente el aumento de la masa corporal de los mamíferos. En realidad, la temperatura es la variable determinante en esta relación, ya que a medida que nos desplazamos hacia latitudes más altas, la temperatura disminuye, lo que influye en la masa corporal de los mamíferos. Por lo tanto, la temperatura es el factor subyacente que explica esta correlación, en lugar de la latitud en sí misma.

Es importante tener en cuenta que las correlaciones pueden ser útiles para identificar patrones y relaciones potenciales entre variables, pero no siempre indican una relación causal. Es necesario realizar estudios más detallados y cuidadosos para determinar la verdadera naturaleza de la relación entre las variables en cuestión.

- Porcentajes, test y enfoques, no nos dejemos engañar

Cox Paul (1998) redactó un “glosario de errores matemáticos”, con ejemplos muy prácticos de algunos errores típicos que se cometen, entre los cuales mencionan la conjetura del falso positivo. La cual te invito a analizar: se trata de un test con una precisión muy alta, pero no perfecta que puede producir más falsos positivos que verdaderos positivos.

Y acá hago una pausa para explicarte qué es la precisión de un test y de qué se habla cuando se dice falsos y verdaderos positivos (también existen los falsos y verdaderos negativos).

La precisión de un test se puede expresar en términos de porcentaje, y se refiere a la proporción de resultados correctos que un test da en relación al total de resultados obtenidos. Por ejemplo, una precisión del 90% significa que, de cada 100 resultados obtenidos por el test, 90 son correctos y 10 son incorrectos. Es decir, el test tiene una alta probabilidad de dar resultados exactos y confiables en un 90% de los casos.

Entonces, volviendo a la conjetura, decíamos que un test puede conducir a más falsos positivos que verdaderos positivos si la precisión es muy alta (pero no perfecta).

Por ejemplo: Supongamos que un 3% de una población hace uso de una droga ilegal, X. Supongamos también que se desarrolló un test, con un 95% de precisión, que permite determinar si un individuo ha estado usando esa droga X. Ahora, supongamos que se aplica este test a 1000 personas (Figura 1), de las cuales 30 son usuarios de X (el 3%). Como el test tiene una precisión del 95%, 29 de los usuarios serán descubiertos (el otro 5% obtiene un falso negativo: es decir el test le da negativo cuando en realidad es un usuario). Al mismo tiempo, de las 970 personas restantes, 48 de ellas (el 5%) también dan positivo, aunque en realidad no sean usuarios (estos son los falsos positivos). En otras palabras, 78 personas dieron positivo para el uso de la droga X, pero solo 29 fueron verdaderos positivos. Con lo cual se obtuvieron más falsos positivos que verdaderos positivos.



Figura 1: Representación gráfica de la conjetura del falso positivo.

Podes intentar sacar tus propias cuentas para el test del HIV que tiene un 99,7% de precisión, o para el polígrafo (detector de mentiras) que tiene una precisión de sólo un 80%.

Un aporte final: Es importante tener en cuenta que la precisión no lo es todo. También es necesario evaluar otros factores como la sensibilidad y especificidad del test, que se refieren a la capacidad del test de detectar verdaderos positivos y negativos, respectivamente. Además, la precisión de un test puede variar según la población evaluada y otros factores como la calidad de las muestras o la experiencia del personal que realiza la prueba.

Otro ejemplo interesante que menciona Paul Cox es la paradoja de Simpson: Esta paradoja trata sobre una condición existente en varios grupos de datos, que desaparece cuando se agrupan todos esos datos, más aún: la tendencia con los datos agrupados es contraria a la de los grupos individuales. Esto se produce cuando se establecen conclusiones (en los grupos) sin considerar otras variables presentes.

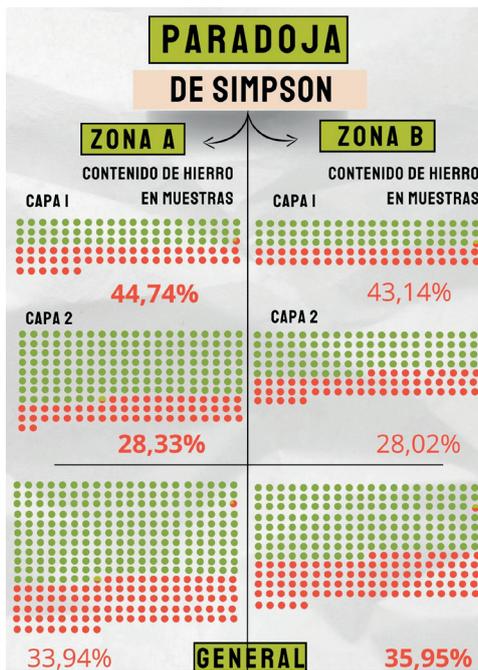


Figura 2: Representación gráfica de la paradoja de Simpson.

Un ejemplo para ilustrar esta paradoja (obtenido en Trujillo et al., 2012 y representado en la figura 2) trata sobre el contenido de hierro en rocas. Se analizan dos zonas y, en cada zona, dos niveles: capa 1 y capa 2. Cuando se analizan los niveles por separado, se observa que la zona A tiene un contenido de hierro superior que la zona B. Sin embargo, al analizar los dos niveles en conjunto resulta que la zona B tiene una mayor proporción de hierro.

Dependiendo de cómo se agrupen los datos, el porcentaje de hierro parece más favorable en la zona A (donde cada capa es más rica en proporción, que su contraparte en la zona B), o si se considera al general (ambas capas), la zona B es más rica en proporción que la zona A. Si usted necesitara vender una zona de éstas y

el contenido de hierro fuera un factor importante ¿qué agrupamiento mostraría?

Mostrar uno u otro según un interés personal es un ejemplo de la manipulación de la estadística con el único objetivo de engañar a la otra parte. Por ética, no es correcto manipular hechos o situaciones para obtener números que nos permitan vender un producto o convencer a alguien sobre una idea. A nuestro alcance tenemos el poder de aprender para no dejarnos engañar.

La lista de Paul Cox suma muchos casos y ejemplos más. Muy interesantes, típicos y muy reales.

Errores matemáticos en la investigación científica

En muchos trabajos científicos, recurrir a pruebas estadísticas es clave, aunque a veces su aplicación carece de la rigurosidad necesaria, dando lugar a interpretaciones erróneas o resultados inexactos. Supongamos que pretendemos conocer el tamaño medio de las partículas de una muestra de arena de una zona específica. Nunca vamos a poder medir todas las partículas, se miden algunas y a partir de ellas se calcula su tamaño medio. Probablemente no sea igual al verdadero tamaño medio de la población de partículas de arena, pero seguramente se aproximará. Las distintas estimaciones podrán ser diferentes, pero se distribuirán alrededor del verdadero valor medio. Para cada estimación podemos establecer un intervalo, llamado intervalo de confianza, dentro del cual se confía que esté el verdadero valor medio. En la figura 3, se observa un intervalo de confianza del 95%, esto significa que, si tomamos muchas muestras diferentes, medimos los tamaños de arena y

generamos esos intervalos de confianza, en el 95% de ellos se incluirá en la zona verde al valor medio de la población.

Supongamos que tenemos una estimación hecha en una muestra que no estamos seguros si el tamaño se corresponde al de la población en cuestión. Teniendo el valor estimado del tamaño medio de esta muestra, podemos compararlo con el de la población haciendo una prueba estadística. Nos preguntamos si esta muestra es parte de la población. Si el valor medio medido en la muestra es de 0,25 mm podría serlo (ver Figura 3); si fuera de 0,01 o de 0,8 mm estaremos bastante seguros de que no pertenece a la población. Un valor medio de 0,3 mm, aun siendo algo distinto (de 0,25 mm) podría ser parte de la misma población, y la diferencia de los valores medios ser debida al azar y/o a los errores del muestreo.

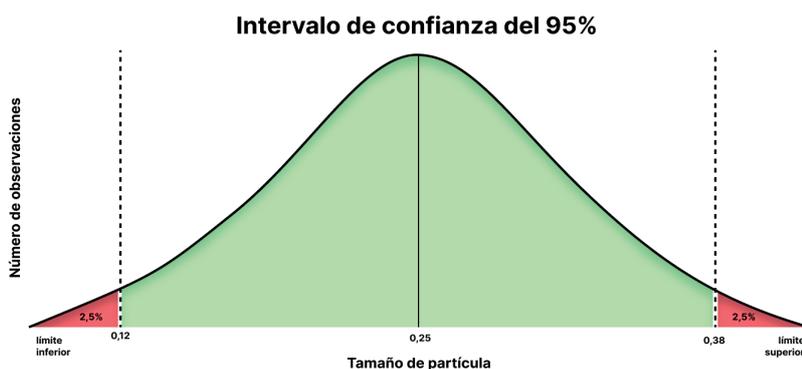


Figura 3: Intervalo de confianza para la media. Tenemos una confianza del 95% de que el intervalo marcado en verde, contiene al valor de la media poblacional. La línea recta vertical indica el valor medio. Las líneas punteadas dividen la zona verde: en la que se espera que esté la media de la población a la que pertenece la muestra; de la zona roja: en la que se rechaza la hipótesis nula que suponía la igualdad de las medias de la muestra y de la población.

La prueba estadística requiere definir una hipótesis nula (H_0) y un estadístico de prueba. La hipótesis nula en este caso sería que el valor medio medido en la muestra coincide con el valor medio de la población. No tiene por qué coincidir exactamente, pero existe la posibilidad de que la diferencia esté dentro del margen permitido por el azar. Crearemos un estadístico de prueba basado en lo que sabemos de la población, que permitirá calcular cuáles son los límites de tamaño, por encima y/o por debajo de los cuales sería casi imposible que la diferencia se debiera al azar. Y calcularemos un valor de p para nuestro dato: la probabilidad de que la diferencia entre el valor obtenido y el de la población sea debido al azar. Consideramos falsa a la hipótesis nula de que los dos valores son iguales o solo difieren por azar, si la probabilidad p es menor que un nivel de significación establecido (por lo general menor que 0,05).

Teniendo en cuenta estos conceptos, veamos una lista de errores matemáticos en los que se suele incurrir en la investigación:

- *Mala presentación de los números:* Dar cifras decimales sin sentido que confunden sin agregar información. Por ejemplo, reportar el peso de un paciente como 60,18 kg, en lugar de 60 kg (dependiendo del estudio que se realice). Lo mismo puede suceder con un valor de probabilidad y otras cifras decimales. Asimismo, dar valores en diferentes unidades de medida genera confusión, es importante unificar estos puntos a lo largo de una publicación.

- *Dividir datos continuos en categorías sin explicar por qué o cómo:* Al hacerlo se puede reducir la precisión de las mediciones y la variabilidad de los datos conduciendo a errores por pérdida de información. A menos que esto esté bien justificado y se incluya la justificación.

- *Una presentación inapropiada de los datos:* tal como usar estadística descriptiva de manera incorrecta. Es habitual utilizar medidas propias de una distribución normal, como la media y la desviación estándar, para describir datos que no tienen esa distribución. Cuando los datos siguen una forma normal significa que se distribuyen de manera simétrica alrededor del promedio dispersándose más o menos de acuerdo a una medida de dispersión de datos alrededor de la media que es el desvío estándar (Figura 4A). Luego, si los datos no se distribuyen de manera normal (Figura 4B), no tiene el mismo sentido reportar la media y el desvío. En esos casos se recomiendan medidas como la mediana y el rango.

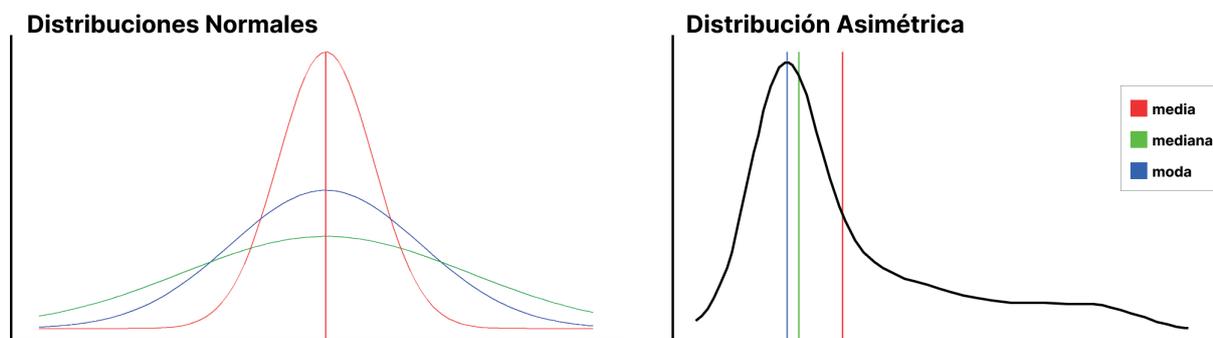


Figura 4: Izquierda: Cada una de las tres curvas corresponde a distribuciones normales que tienen el mismo valor medio (línea vertical roja) pero distintas dispersiones. La dispersión (el "ancho" de la curva) se cuantifica con el valor de desvío estándar. Las tres son distribuciones normales porque se distribuyen de igual manera hacia los dos lados de la media. Derecha: Distribución no normal. Para las mediciones que tienen esta forma ocurre que la media (línea vertical roja) no indica que los datos se dispersan de igual manera hacia ambos lados. Por lo tanto, referirse a la media para caracterizar esta distribución no es suficiente.

¹Los datos continuos son aquellos que se pueden medir y representar en una escala numérica, tal que pueden tomar cualquier valor dentro de un rango, sin saltos e interrupciones, incluyendo valores infinitamente precisos en forma de números decimales.

- *Mala interpretación del valor p obtenido en pruebas estadísticas:* Existen muchos enunciados errados acerca del valor de probabilidad p , el que permite rechazar o no una hipótesis nula cuando se realiza un test estadístico. Es incorrecto, por ejemplo, decir que “el valor p es la probabilidad de que la hipótesis nula (H_0) sea verdadera”. Lo cierto es que p es la probabilidad de obtener por azar un valor tan alejado del verdadero como el obtenido.

- *Realizar pruebas sólo para tener un valor p .* La significancia de un test (cuando p es menor que el valor determinado, por lo general 0,05) sirve para tomar decisiones. Pero no siempre hay que tomar decisiones, lo cual significa que no siempre hay que aplicar una prueba de hipótesis (como cuando queremos explorar o describir un conjunto de datos).

- *Significancia de un test (un valor p suficientemente pequeño para rechazar la hipótesis nula) no es igual al tamaño del efecto del test:* Si el resultado de un test es significativo y logramos rechazar la H_0 , esto no supone que el tamaño del efecto sea grande. La conclusión de la significancia de un test debe aplicarse sobre la fortaleza de la evidencia y no sobre el tamaño del efecto. Así como también es importante saber que no encontrar una evidencia significativa no significa que no haya o que no exista. Cuando el tamaño de la muestra es grande, diferencias pequeñas pueden ser estadísticamente significativas, pero eso no significa que sean científica, biológica, geológica o clínicamente significativas.

- *Diferencia no significativa no es lo mismo que un efecto ausente:* Mientras que algunos cometen el error de suponer que, si un p es suficientemente grande como para no poder decir que la prueba es estadísticamente significativa, implica que la H_0 es cierta. Cuando en realidad, sólo implica que no tenemos suficiente evidencia para rechazar la H_0 . Por eso se insiste en que, si p no toma valores inferiores al nivel de significación deseado, no es que se acepte la H_0 , si no que no se la rechaza. A veces se tiende a interpretar estudios con resultados no significativos y baja potencia estadística como “negativos”, cuando en realidad son no concluyentes.

- *No confirmar que los datos cumplan con los supuestos de las pruebas estadísticas utilizadas para analizarlos:* lo que puede dar lugar a resultados inexactos. Se debe incluir tanto el nombre de la prueba como una declaración de que sus supuestos se cumplieron en cada análisis estadístico informado. Usar un método estadístico sin saber si los datos cumplen los supuestos del método o en algunos casos incluso sabiendo que no cumplen los supuestos conduce a conclusiones indemostrables y sin sustento. Un método estadístico está probado que funciona y que arriba a conclusiones determinadas bajo condiciones determinadas. Si las condiciones no se verifican, nada de todo lo que sigue (ni

procedimientos, ni resultados), tendrá sentido ni puede tomarse como cierto.

- *Tamaño de muestra inapropiado*: Cuando se realiza una prueba de hipótesis sobre muestras muy pequeñas o sesgadas, se pueden cometer errores (inherentes al método) al sacar conclusiones:

1. Error de falso positivo: rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. Esto sucede cuando las medidas que obtenemos de la muestra nos dan un valor casualmente (debido al azar) lejano del valor poblacional. Existe una probabilidad muy chica (por lo general se escoge menor a 0,05) de que esto suceda.

2. Cuando el tamaño de la muestra es muy pequeño, hay mayor probabilidad de cometer un error por falso negativo, lo cual significa que la prueba tiene menor poder estadístico. Esto se da cuando no rechazamos la hipótesis nula y esta sí es falsa. Cuando la variabilidad de la muestra obtenida no es suficiente y obtenemos medidas que no nos permiten detectar la diferencia con respecto a la medida poblacional, aun cuando esa diferencia sí existe. Revisar el ejemplo mencionado antes sobre la droga X (que puede extenderse a test de covid u otros).

- *Eliminación o falta de datos*: La omisión o manipulación de datos representa una problemática recurrente, donde en ocasiones se excluyen datos atípicos sin justificación, pudiendo contener información valiosa. Además, la eliminación de datos con valores faltantes, un muestreo inadecuado, o la focalización en sub-rangos en lugar del rango completo en estudios que abordan características de amplios grupos demográficos, pueden comprometer la integridad de los resultados.

- *Tablas y figuras que no comunican la realidad*. En presentaciones científicas, las tablas y figuras deben usarse para comunicar información y no simplemente para almacenar datos y es importante seleccionar la forma adecuada para presentar los datos para alentar a los lectores a hacer una comparación específica. Es un acto de mala conducta y una falta de ética usar un gráfico o tabla en el que el mensaje visual no respalda el mensaje de los datos en los que se basa, lo que puede ser engañoso y distorsionar la interpretación de los datos presentados.

¿Por qué ocurren?

Los errores en la investigación científica referente a estadística pueden deberse (no excluyentemente) a:

- *Ignorancia*: Se deben a la falta de conocimiento o comprensión adecuados del problema de investigación o del método utilizado.

- *Planificación de estudio deficiente*: Una mala planificación del estudio, como la selección inadecuada de los participantes (de la muestra), la falta de control de variables relevantes o una muestra demasiado pequeña, puede llevar a errores en la investigación científica.

- *Expectativas de publicación*: La presión para publicar en revistas científicas de alto impacto puede llevar a la manipulación de los resultados o a exagerar las conclusiones del estudio, lo que puede dar lugar a errores en la investigación científica.

- *Emoción*: Los investigadores también pueden verse afectados por sus propias emociones, como la frustración, la ansiedad o el entusiasmo excesivo, lo que puede llevar a errores en la interpretación de los datos o la selección de los métodos de análisis.

- *Recursos*: Para llevar a cabo una investigación científica rigurosa, se necesitan recursos adecuados como tiempo, personal, educación o dinero, y la falta de ellos puede conducir a errores en el estudio.

- *Prioridades en conflicto*: Los investigadores pueden tener prioridades en conflicto que compiten por recursos, atención o fuerza de voluntad, lo que puede resultar en ciencia descuidada, comportamiento negligente o distorsión de las observaciones. Esto puede deberse a una variedad de factores, desde creencias personales hasta prejuicios de la industria y tendencias culturales.

Cómo prevenirlos

Existen varias medidas que se pueden tomar para evitar errores matemáticos en las ciencias. Te presento algunas recomendaciones:

- *Mejorar las prácticas del diseño de estudio*: Es importante planificar los análisis estadísticos de antemano para que todo comience con una correcta toma de muestras. Considerar buenas prácticas de calidad para la recopilación y gestión de datos.

- *Utilizar estadísticas y modelos adecuados*: Es importante elegir el modelo estadístico adecuado para los datos y la pregunta de investigación en cuestión (qué tengo, qué quiero), y asegurarse de que los supuestos del modelo se cumplan (con este modelo o método estadístico ¿puedo responder la pregunta? ¿Se cumplen todos los supuestos y puedo realmente usarlo?). También es importante

verificar la calidad de los datos y, si es necesario, eliminar los valores atípicos o los datos que son claramente erróneos (justificando, siempre actuar en función de lo correcto).

- *Validar los modelos y las hipótesis:* Los modelos y las hipótesis deben ser validados mediante pruebas rigurosas y, si es posible, mediante experimentos independientes y repeticiones. También es importante realizar análisis de sensibilidad para determinar la robustez de los resultados a los cambios en los parámetros y las condiciones del modelo. Utilizar validaciones cruzadas y muestras externas siempre que corresponda para confirmar los resultados.

- *Considerar múltiples factores:* Es importante considerar múltiples factores que puedan contribuir a los resultados observados, y controlar o eliminar los efectos de los factores confusos. Por ejemplo, en un estudio sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud humana, es importante controlar los efectos de otros factores como el tabaquismo o la dieta.

- *Divulgación y revisión:* Los resultados deben ser divulgados de manera clara y transparente, y los métodos y los datos deben estar disponibles para la revisión y la verificación por parte de otros investigadores (esto lo hace fiable y reproducible). También es importante que los resultados sean revisados por otros expertos en el campo antes de ser publicados.

- *Formación y colaboración:* Es importante que los investigadores y revisores reciban una formación adecuada en estadística y métodos matemáticos, y que trabajen en colaboración con expertos en estas áreas. Además, es importante mantenerse actualizado sobre los avances en estas áreas y aplicar nuevas técnicas y herramientas cuando sea necesario.

“La verdadera solución para una mala presentación estadística se dará cuando los autores aprendan más sobre el diseño de investigación y las estadísticas; los estadísticos mejoren su capacidad para comunicar estadísticas a los autores, editores y lectores; los investigadores involucren a los estadísticos al comienzo de la investigación; los editores de manuscritos comprendan y apliquen las directrices de presentación estadística, cuando más revistas puedan examinar con más cuidado los artículos que contengan análisis estadísticos; y los lectores aprendan más sobre cómo interpretar las estadísticas y comiencen a esperar, si no exigir, una presentación estadística adecuada (Tom Lang, 2004).”

REFERENCIAS Y LITERATURA RECOMENDADA

BROWN AW, KA KAISER, DB ALLISON. 2018. Issues with data and analyses: Errors, underlying themes, and potential solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (11): 2563-2570.

COX P. 1998. Glossary of mathematical mistakes. <http://www.mathmistakes.com>

LANG T. 2004. Twenty statistical errors even you can find in biomedical research articles. *Croatian Medical Journal*, 45(4): 361-370.

MATAMOROS PINEL RA, A CEBALLOS MÁRQUEZ. 2017. Errores conceptuales de estadística más comunes en publicaciones científicas. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12 (3): 211-229.

NUIJTEN MB. 2016. Preventing statistical errors in scientific journals. *European Science Editing*, 42 (1): 8-10.

NUZZO R. 2014. Statistical errors. *Nature*, 506 (7487): 150.

TRUJILLO CODORNÍU RA, S BERNAL-HERNÁNDEZ, M RASÚA LÓPEZ. 2012. La paradoja de Simpson en la exploración de yacimientos lateríticos cubanos. *Minería y Geología*, 28 (2): 1-12.

WEINBERG CR, D ZAYKIN. 2015. Is bad luck the main cause of cancer? *Journal of the National Cancer Institute*, 107 (7): 1-4.

Humedales

Marissa Fabrezi¹, Ricardo Montero² y Julio C. Cruz¹

¹ Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO, UNSa – CONICET). e-mail: mfabrezi@gmail.com; juliocruz13@gmail.com

² Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. e-mail: uesomontero@gmail.com

Los humedales son ecosistemas peculiares que dependen de procesos constantes o recurrentes de inundación. El agua puede provenir del mar, de los ríos, de las lluvias o de napas subterráneas. En los humedales, los suelos presentan características particulares mientras que las plantas y animales muestran tanto adaptaciones a la vida acuática como también a las sequías.

Cada humedal representa un ecosistema único en el que interactúan factores climáticos (lluvia, sequía, evaporación), geológicos (relieve, suelos, procesos geoquímicos) y biológicos (producción primaria a partir de algas, bacterias y plantas, redes tróficas y ciclos de nutrientes minerales) que determinan las influencias temporales (no son las mismas en todas las estaciones del año) y espaciales del humedal en su entorno.

Los humedales pueden ser marinos (costeros) o continentales, y en ambos casos, naturales o artificiales. Dependiendo de dónde se encuentren, tendrán mayor importancia por su tamaño (extensión o volumen) y por el papel que juegan en el ecosistema. Por ejemplo, humedales de gran extensión como los Esteros del Iberá, la laguna de Mar Chiquita o el Delta del Paraná, son importantes en la afluencia de muchas especies de aves migratorias. Pero otros, muchos más pequeños como muchas lagunas andinas, o los madrejones de los ríos Bermejo o Pilcomayo, cumplen un rol ecológico muy importante para especies cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrecen refugio cuando prevalecen condiciones adversas.

Entre los humedales naturales continentales podemos mencionar a los ríos, arroyos, lagos, charcas (ya sean estacionales o permanentes), pantanos, turberas, sistemas hídricos subterráneos o en cuevas. Pero también forman parte del concepto de humedal estructuras artificiales como estanques, canales de riego y arrozales, salinas artificiales, salineras, diques,

represas hidroeléctricas, canteras de arena y grava, canales de transporte y de drenaje. No solo proporcionan servicios a la agricultura y producción, sino también compensan el efecto de las inundaciones o ayudan a la depuración y renovación de las aguas al evitar que se saturen de materiales disueltos. Entre otros múltiples servicios ecosistémicos (ver [Córdoba, 2018. Temas BGNOA, vol. 8, n° 2](#)) que nos brindan podemos mencionar la retención de los gases de efecto invernadero; la amortiguación del efecto de tormentas e inundaciones en un escenario de mitigar los efectos del calentamiento global; bienes y servicios como la obtención de alimentos, sales, plantas medicinales y fibras vegetales para distintos usos, además de los estímulos para la recreación y el turismo.

En los humedales la diversidad biológica involucra organismos que cumplen parte o todo su ciclo de vida en el humedal. A los humedales de importancia internacional se los denomina Sitios Ramsar. Son seleccionados en función de una serie de criterios estrictos por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), que es depositaria de la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de Aves Acuáticas. La Argentina firmó los compromisos que fija esta convención en 1992 y en la actualidad se reconocen 23 sitios importantes para la conservación de aves en nuestro país, que se encuentran ubicados en grandes áreas geográficas de la Cuenca del Plata, y en diferentes ecorregiones como Chaco, Pampas, Patagonia, Puna y la Zona Costera Patagónica (Figura 1). Este reconocimiento internacional nos obliga a realizar esfuerzos en la profundización de estudios para su conservación y así planificar estrategias para evitar su degradación (lo que implica dedicar recursos para su estudio).



Figura 1: Localización de los Sitios Ramsar en Argentina. Abarcan más de cinco millones de hectáreas de ambientes diversos, tales como lagunas altoandinas, zonas costeras marinas, lagunas endorreicas, turberas y llanuras de inundación, entre otros.

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales/sitiosramsar>

En el NOA, los humedales de importancia son los Bañados del Quirquincho (en Salta) y de los Figueroa (en Santiago del Estero) en la ecorregión chaqueña y Lagunas de Pozuelos, Guayatayoc y el complejo de Lagunas de Vilama (en Jujuy) y Lagunas Grande, La Alumbreira y Purulla (en Catamarca). No todos ellos corresponden a sitios Ramsar.

Por su tamaño y por su carácter efímero, existen una gran cantidad de humedales no incorporados en los inventarios que fundamentan las políticas de conservación y ordenamiento territorial. Sin embargo, es importante que todos conozcamos y tomemos conciencia del papel que cumplen en los diferentes ambientes porque son relevantes para nuestra salud ambiental. Por ejemplo, en ambientes de altura como la Puna, Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y Sierra de Santa Bárbara (ver [Fabrezi et al., 2022. Temas BGNOA, vol. 12, n° 2](#)), las lagunas, vegas y ríos son parches donde se concentra la biodiversidad de estos paisajes montañosos (Figura 2).



Figura 2: En la provincia de Salta en las Lagunas del Toro, en la base del Chañi, se observa una comunidad de flamencos. En el río Los Patos, las ranas *Telmatobius* cumplen todo su ciclo de vida en condiciones extremas.

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales/sitiosramsar>

Esta biodiversidad incluye bacterias, algas, vegetación hidrófila, crustáceos, insectos, anfibios, y todos los animales que se alimentan de ellos y/o consumen agua (lagartijas, aves y mamíferos). Los humedales de la Puna son muy variables espacio-temporalmente, pero también tienen una alta fragilidad ecológica, es decir son vulnerables.

Los humedales temporarios (Figura 3) se forman en la estación lluviosa y permanecen períodos variables según sea un año lluvioso o seco. En los ambientes chaqueños, hay numerosos parches de humedales temporarios en áreas de inundación de los ríos Pilcomayo, Bermejo y Juramento. Estos charcos y madrejones se forman en la estación lluviosa, en una depresión natural o producto de actividad antrópica (por ejemplo, en los costados de la ruta).



Figura 3: Gran parte de la biodiversidad de la ecorregión chaqueña se concentra en los humedales formados por agua de lluvias, que tienen una marcada estacionalidad. Los primeros humedales en formarse dependen de las primeras tormentas, de fines de la primavera (Noviembre-Diciembre), suelen secarse rápidamente, pero numerosas especies animales (crustáceos, libélulas, escarabajos, mosquitos, peces y anfibios) se reproducen explosivamente e inician su desarrollo en ellos. A medida que aumentan las lluvias, los humedales permanecen más tiempo y la vegetación comienza a proliferar mientras varios grupos animales completan su desarrollo y forman parte de las redes tróficas de cada humedal. A medida que avanza el verano, los días nublados y lloviznas desaceleran la desecación. Durante el otoño, la cantidad de habitantes de los humedales disminuye y comienza un proceso de desecación por falta de precipitaciones. Cuando llega el invierno durante los días soleados se acelera la desecación que se agrava en los meses de la primavera en los que se observan los efectos de la falta de lluvias.

Numerosas especies animales, silvestres y domésticas, consumen agua de estos reservorios y también se alimentan de los organismos que habitan en ellos. Sin embargo, lo más importante radica cuando se forma el humedal, escenario del inicio de ciclos de vida de numerosos organismos que se reproducen y se desarrollan allí. Algunos continúan una vida no acuática, otros mueren con el humedal cuando se seca, y otros estivan. El término estivación es usado para un proceso fisiológico que implica una pausa en el metabolismo para evitar la pérdida de agua. En los humedales temporarios varios grupos animales estivan, ya sea encapsulándose en un cocón (cubierta formada por secreciones de la piel que endurece), en cuevas o bajo tierra.

Los humedales de los ambientes chaqueños representan laboratorios naturales para estudiar aspectos de la evolución muy sorprendentes, ya que en una pequeña charca conviven organismos que son únicos por diferentes razones: los peces pulmonados, sobrevivientes muy antiguos de un linaje que se remonta al origen de los tetrápodos (Cuadro 1), los peces estacionales con ciclos de vida que duran lo mismo que el humedal que habitan (ver [Alonso et al., 2020. Temas BGNOA, vol. 10, n°1](#)) y las ranas con renacuajos carnívoros (Cuadro 2).

La conservación de los humedales y su biota asociada depende de muchos factores, tanto naturales como antrópicos, que afectan particularmente a estos entornos tan frágiles. Podemos contribuir si nos involucramos como sociedad en algunos aspectos antrópicos como evitar la introducción de especies exóticas (truchas, rana toro), la contaminación de suelos y charcas con aceite automotor usado o con el lavado de recipientes con agroquímicos, la acumulación de plásticos y basura, o simplemente el relleno de las depresiones donde se acumula el agua de lluvia.

Cuadro 1: *Lepidosiren paradoxa*

Una especie icónica de los humedales chaqueños, pero poco conocida en Argentina (*Lepidosiren paradoxa*)

Por Ricardo Montero



Los Sarcopterygii comprenden tres grupos de vertebrados: los celacantos, los dipnoos y los tetrápodos. El origen y la gran radiación de vertebrados terrestres (Tetrapoda) es uno de los temas más fascinantes de la evolución de los vertebrados y ha sido objeto de numerosos estudios y especulaciones más o menos basadas en evidencia. Una de las dificultades para entender cabalmente la evolución de los tetrápodos es la relativamente poca información que brindan los grupos basales, que son poco diversos y muy especializados. Los grupos más basales actuales, celacantos y dipnoos, incluyen a unas pocas especies vivientes (dos de celacantos y 6 de dipnoos), cuyos representantes tienen numerosas especializaciones y adaptaciones tan peculiares que dificultan la reconstrucción de los estados ancestrales de los caracteres propios de los tetrápodos.

Una especie icónica de los humedales chaqueños, pero poco conocida en Argentina (*Lepidosiren paradoxa*)

Por Ricardo Montero

Los peces pulmonados, o dipnoos, conforman una radiación actual principalmente en el hemisferio sur, con representantes actuales en Australia, África y América del Sur. La historia evolutiva del grupo es muy extensa en el tiempo, siendo los primeros fósiles del Devónico (hace unos 400 millones de años), y también extensa geográficamente, ya que representantes del tronco inicial han sido encontrados en Asia, Europa y América del Norte.

La especie de dipnoo que vive en América del Sur es *Lepidosiren paradoxa*. En la región del Litoral de Argentina se lo conoce con el nombre común de "Lola", pero también como pez pulmonado, machete de bañado, pirá cururú, y loloch. Esta especie se distribuye desde la cuenca del Orinoco en Venezuela, en la cuenca del Amazonas en Brasil, y en la cuenca del Plata en Paraguay y Argentina. En Argentina se lo encuentra en los humedales que se forman a partir de los ríos Paraná, Paraguay, Bermejo y Pilcomayo (ver mapa). *Lepidosiren* no parece estar amenazada en Argentina, y su estado de conservación parece ser bueno. Aunque no está formalmente categorizada en la Lista Roja de la IUCN, la especie se la encuentra regularmente sobre el río Paraná y en sus madrejones y meandros. Aunque no es tan frecuente como otras especies anguiliformes de agua dulce, como la morena (*Gymnotus carapo*) y la anguila (*Synbranchus marmoratus*), eventualmente se lo utiliza como carnada viva para la pesca de dorado (*Salminus maxillosus*).

Los adultos de *Lepidosiren paradoxa* son omnívoros y se alimentan de pequeños peces e invertebrados como caracoles, almejas y camarones, y algas. Durante la reproducción, los machos cuidan a las crías en nidos especialmente construidos. Son propios de aguas lentas y estancadas, con poca corriente, incluyendo arroyos con maleza, madrejones y pantanos. Muchos de estos biotopos son hipóxicos (carecen de oxígeno) y algunos carecen completamente de agua durante la estación seca. Puede sobrevivir a bajos niveles de oxígeno en su hábitat, y tiene un aparato branquial muy reducido, pero también posee un pulmón sin bronquios.

Lepidosiren es un respirador de aire obligado y se ahogará si se le niega el acceso a la superficie. Esta especie vive enterrada en el lodo del fondo de los madrejones, a una profundidad de unos 30-50 centímetros. La capacidad de respirar mediante pulmones permite poder sobrevivir en cauces de agua que quedan secos en las estaciones más calurosas. Durante el período de sequía estival, sellan la entrada de sus madrigueras, dejando 2-3 agujeros para aireación, se enrollan sobre sí mismos y reducen su metabolismo. En *Lepidosiren* no hay formación de un cocón, como sí es propio de los dipnoos africanos del género *Protopterus*, sino que la piel segrega una capa de moco que sella la humedad de su cámara de aire. Así sobreviven estos peces hasta que los cauces se vuelven a llenar de agua y el animal se activa de nuevo. La estivación en el barro de esta especie es uno de los ejemplos más asombrosos en el reino animal de suspensión de la vida, que puede durar años (documentado hasta 7 años en *Protopterus*). El letargo es tan profundo, que las funciones vitales quedan reducidas a la mínima expresión. El metabolismo baja, consumiendo grasas y tejido muscular, hay una profunda bradicardia, el intercambio gaseoso se hace totalmente pulmonar, con muy baja tasa de recambio de aire. Este profundo letargo todavía no es entendido en su totalidad, pero dilucidarlo podría darnos claves para materias tan disímiles como facilitar la hibernación de tripulaciones para viajes a Marte.

Tanto por su posición filogenética como por las peculiaridades de su biología, ha llamado la atención de los biólogos y naturalistas. La abundante bibliografía es detallada en algunos aspectos, pero deja considerables vacíos de información en otros. Por ejemplo, las poblaciones argentinas no están estudiadas en detalle, paso necesario para su comparación con poblaciones de la cuenca del Amazonas y del Orinoco.

Cuadro 2: *Lepidobatrachus*

Entre caníbales: El extraño caso de *Lepidobatrachus*

Por Julio C. Cruz

La familia *Ceratophryidae* es un grupo de escuerzos distribuidos por Sudamérica desde Venezuela hasta el centro de Argentina, conformada por tres géneros: *Chacophrys*, *Ceratophrys* y *Lepidobatrachus* (ver [Fabrezi, 2011. Temas BGNOA, vol. 1, nº 2](#)). Su peculiar biología en lo que respecta a su anatomía, morfología, desarrollo larval, alimentación, ecología y comportamiento hacen a los escuerzos muy atractivos en el mundo de la herpetología, siendo especialmente en *Lepidobatrachus* donde varias de estas características aún representan una incógnita.

El género *Lepidobatrachus* está conformado a su vez por tres especies *L. asper*, *L. laevis* y *L. llanensis* que habitan el Gran Chaco Sudamericano (Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay). Tanto larvas (renacuajos) como adultos habitan humedales temporales productos de las lluvias estacionales, donde crían, se reproducen y completan su ciclo de vida. Los renacuajos presentan características muy particulares, como un cuerpo fuertemente deprimido, son tetrápodos, con ojos dorsales y una boca considerablemente ancha que les permite engullir presas enteras. Básicamente su morfología larval es más bien similar a la de un juvenil; por lo que durante la metamorfosis se observan cambios discretos en el plan corporal, donde lo más sobresaliente es la absorción de la cola (ver [Cruz, 2018. Temas BGNOA, vol. 8, nº 1](#)). Además de esto, los renacuajos tienen la singularidad de desarrollarse rápidamente de manera que metamorfosean en alrededor de las dos semanas. No obstante, su voracidad y su dieta rica en proteínas hacen que en este periodo de tiempo también presenten un gran crecimiento. Tener tasas de crecimiento y diferenciación larval aceleradas en relación a otras especies de anuros de la región, les permite aprovechar y completar su desarrollo hasta la metamorfosis de forma exitosa en cuerpos de agua efímeros. Lo que puede ser una ventaja a la hora de hacer frente a la rápida sequía de los charcos por evaporación ante las elevadas temperaturas presentes en la zona (con picos máximos de 54° C registrados en verano). A simple vista tanto la dieta como las hormonas tiroideas (que coordinan la metamorfosis) juegan un rol central en las tasas de crecimiento y diferenciación; sin embargo, queda bastante por desentrañar en lo que respecta a estos aspectos.

A diferencia de la gran mayoría de los anuros donde las larvas y los juveniles ocupan nichos distintos y presentan hábitos alimenticios completamente diferentes, las diferencias eco-morfológicas entre larvas y adultos de *Lepidobatrachus* están reducidas. Las larvas, netamente predatoras, después de la metamorfosis continúan su vida como juveniles hasta llegar a la adultez en el mismo cuerpo de agua. Los renacuajos presentan una dieta variada a base de organismos acuáticos como crustáceos, insectos, moluscos y renacuajos de todo tipo, incluso de su propia especie; es decir presentan hábitos caníbales. Son muy activos durante la época lluviosa, con la diferencia de que los individuos postmetamórficos son capaces de formar una capa protectora de piel muerta (cocón) que evita la pérdida del agua corporal y que les permite sobreponerse a la etapa seca, que muchas veces suele extenderse por largos periodos de tiempo en la zona del chaco semiárido.



REFERENCIAS Y LITERATURA RECOMENDADA

ALONSO F, PA CALVIÑO, WS SERRA, I GARCÍA. 2020. Peces bajo tierra. Peces estacionales que pueden pasar la mayor parte de su vida enterrados, joyas de nuestra naturaleza. [Temas de Biología y Geología del NOA, 10 \(1\): 5-26.](#)

CÓRDOBA G. 2018. Servicios ecosistémicos del Chaco Semiárido. [Temas de Biología y Geología del NOA, 8 \(2\): 30-35.](#)

CRUZ J. 2018. Metamorfosis: cambio de forma durante el desarrollo. [Temas de Biología y Geología del NOA, 8 \(1\): 13-17.](#)

FABREZI M. 2011. Ciclos de vida en ranas del Gran Chaco. [Temas de Biología y Geología del NOA, 1 \(2\): 105-113.](#)

FABREZI M, C CAMARDELLI, F HONGN, A ARAMAYO, JC CRUZ, C MONTERO LÓPEZ, G CÓRDOBA, A GUEVARA. 2022. Provincias geológicas, provincias fitogeográficas y ecorregiones del NOA. [Temas de Biología y Geología del NOA, 12 \(2\): 4-19.](#)

TEMAS DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DEL NOA

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

Volumen 13, Número 3, Diciembre 2023

I B I G E O

IBIGEO INSTITUTO DE BIO Y
GEOCIENCIAS DEL NOA

<https://ibigeo.conicet.gov.ar/>

CCT-Salta-Jujuy
9 de julio 14
Rosario de Lerma-4405 (Salta)
República Argentina
Tel: 54 (0) 387 4931755
ibigeotemas@gmail.com