

EXCRECION DE CLORURO DE SODIO EN DOS POBLACIONES DE LA RANA NEOTROPICAL, RANA PALMIPES SPIX, EN EL SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ, MEXICO

EDWARD J. GREDING, Jr.

Department of Biology, Del Mar College,
Corpus Christi, Texas, U. S. A.

Resumen: Se estudiaron veinticuatro ejemplares de la rana neotropical *Rana palmipes* Spix, con el fin de conocer si una población de ranas que habita en aguas de contenido de cloruro de sodio mayor que el normal poseen una habilidad más alta para concentrar sal, que una población que habita en aguas de menor concentración. Las normalidades del agua en los dos sitios de colección tuvieron valores muy próximos para llegar a conclusiones definitivas. Sin embargo, en base de la información obtenida, se concluye que las ranas que viven en el agua de salinidad más alta están eliminando orina con un contenido de sal parecido a las ranas que viven en agua más dulce, y que por eso se supone que las ranas que viven en agua de mayor salinidad puedan eliminar más orina por unidad del tamaño del cuerpo.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es averiguar si las ranas que habitan lugares semi-salinos tienen riñones agrandados, con mayor facilidad de concentrar sal (especialmente cloruro de sodio) que las ranas de la misma especie habitando sitios de agua dulce. Se estudiaron dos poblaciones de ranas de la especie *Rana palmipes* Spix (Fig. 1), en el sur de Veracruz, México, comparando en estas dos poblaciones el peso del tejido renal en relación con la longitud del cuerpo de la rana, y de la concentración de iones de cloro en la orina y el plasma de representantes de ambas poblaciones. Parece ser que el único estudio sobre este tema es el de Schmidt-Nielsen y Kelly (1961) con *Rana cancrivora*.

Rana palmipes tiene una distribución geográfica que va desde el sur de Veracruz y el Istmo de Tehuantepec hacia el sur, hasta América del Sur a través del estrecho de América Central (Smith y Taylor, 1948), y es, por eso, una especie estrictamente tropical. Vive en lagunas, ciénagas, y charcas permanentes, casi nunca se le ha encontrado en charcas temporarias, y es casi totalmente acuática, raramente encontrada a una distancia mayor a 0.5 m. de la orilla del agua (observaciones personales).

Todos los ejemplares empleados en este estudio fueron colectados de dos localidades en el sur del Estado de Veracruz. La localidad de agua dulce se encuentra en la orilla norte del Lago de Catemaco, un gran lago situado en un valle de la Sierra de Los Tuxtlas. Esta región volcánica llamada Provincia Biótica Veracruzana (Goldman y Moore, 1945) consiste de una selva densa en localidades bajas, y bosque lluvioso a mayores alturas. El lago se encuentra a una altitud de aproximadamente 350 metros (Goldman, 1951). El verano empieza en marzo y se extiende a través de mayo (Wetmore, 1943).

El sitio de agua semi-salina se localiza cerca del pueblo de Santecomapan, aproximadamente a 9 km. al noreste de Catemaco, en la parte interior de la Bahía de Santecomapan, que tiene conexión directa con el Golfo de México. La altitud es menor que la de Catemaco, y la selva es más común y más densa que en las orillas del Lago de Catemaco. Con frecuencia se encuentra esta selva envuelta con nubes, especialmente durante la estación lluviosa (observación personal).

Firschein y Smith (1956) han propuesto que la Sierra de Los Tuxtlas sea nombrada como un nuevo distrito faunístico ("Catemacan") en base de su aislamiento ecológico de su relativamente alto y frío bosque lluvioso, por savana natural, de las selvas tropicales más bajas y más calientes, y también por el hecho de que la mayoría de la fauna del distrito estudiada hasta hoy día es distinta.

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron las ranas por la noche, y las muestras de la orina se tomaron inmediatamente para evitar cambios en la concentración de Cl^- ; las muestras de sangre fueron tomadas directamente del corazón con una jeringa al llegar al laboratorio. Luego se mataron las ranas con cloroformo, se les inyectó con una solución al 10% de formol en la cavidad abdominal para la preservación completa de todos los órganos internos, y se les preservó en una solución igual durante dos días; se lavaron con agua, luego se pasaron a alcohol de 75%. Después de hacer todas las mediciones de concentración de cloro, se sacaron los riñones, se les midió con una aproximación hasta de 0.1 mm. y se les pesó hasta 0.001 gm. Puesto que la anchura y el grosor de los riñones varía tanto para no dar resultados consistentes, se utilizaron únicamente las longitudes.

Se midieron y pesaron 24 ranas en total: 15 de Lago de Catemaco y 9 de Santecomapan. Hubiera sido deseable haber tenido un número mayor de ejemplares, los cuales no fue posible obtener. Los valores del peso de los riñones no son absolutos, ya que el tejido había sido preservado en formol. No obstante, cada riñón fue secado con papel absorbente antes de pesarlo, y se cree que el peso relativo será correcto por eso. Puesto que la forma de los riñones varía tanto, se supone que el peso será un índice mejor que la longitud para llegar a un concepto del tamaño.

El contenido de Cl^- para el agua de los sitios de colección, y para la sangre y la orina de las ranas fue averiguado por titulación de 0.00192 N $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ a 0.1 ml. del ejemplar, con 0.5 ml. de solución buffer de pH 1.5 y 4 gotas de s-diphenylcarbazona para servir como un indicador. Se utilizó un color azul uniforme para fijar el punto de terminación de la titulación. La normalidad del $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ se cambia gradualmente a través de tres o cuatro horas, y por eso fue necesario reestablecerla con 0.1 N NaCl, cuya normalidad no cambia. Cada titulación se repitió

tres veces, con un error de menor que el 1%. Por eso, se cree que los resultados son bastante exactos.

Para evitar la coagulación de la sangre, se agregó una gota de $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (Oxalato de Sodio) en cada tubo de la centrifuga, y varias gotas del mismo anticoagulante en la jeringa. Así la sangre se mezcló muy rápidamente con el anticoagulante. Treinta minutos de centrifugación fueron suficientes para separar las células y el plasma. Después el plasma fue sacado con un tubo graduado de 1 ml. para titular el contenido Cl^- .

RESULTADOS

Los resultados se presentan en los cuadros 1 y 2. El contenido de iones de cloro del agua de Lago de Catemaco fue de 0.001728 en el momento de la medida, después de que había empezado la estación lluviosa. En Santecomapan, la normalidad del agua de 0.001919, un poco más alto que en Catemaco. La diferencia no es grande, pero puede ser suficiente para explicar las diferencias obtenidas en el valor del $[\text{Cl}^-]$.

El promedio de peso total de ambos riñones por cada metro de longitud del cuerpo (medida desde el rostro hasta el ano) fue 3.180 gm. en la población de Lago de Catemaco (Véase cuadro 1) y 5.194 gm. en las ranas de Santecomapan (cuadro 2). Con fin de averiguar si existe dimorfismo sexual con respecto al peso de los riñones por cada metro de longitud del cuerpo, se estudiaron 15 ranas (9 y 6) del grupo de Catemaco (cuadro 1). El promedio de peso total de tejido renal/M de longitud del cuerpo en los machos fue de 2.501 gm., mientras en las hembras el promedio del mismo factor fue 4.200 gm. El tamaño mayor de los riñones de las ranas de la población de Santecomapan (cuadro 2), puede deberse a que todas las ranas colectadas en Santecomapan fueron hembras. Sin embargo, tomando en cuenta únicamente las hembras de las dos poblaciones, los riñones de las ranas de Santecomapan son más pesados en proporción a la longitud del cuerpo (Santecomapan, 5.194 gm./M; Catemaco, 4.200 gm./M; Véase cuadros 1 y 2).

La longitud promedio de las ranas de Santecomapan es mayor que en las ranas del Lago de Catemaco, aun tomando en cuenta que se obtuvieron únicamente hembras de Santecomapan; el promedio para las hembras del Lago de Catemaco fue 97.31 mm., mientras que las hembras de Santecomapan tuvieron un promedio de 109.82 mm. de longitud. Una relación semejante existe para longitud y peso de ambos riñones, con la excepción de longitud del riñón izquierdo en las hembras. Si se toma el promedio de longitud del riñón izquierdo en ambos sexos, resulta que la población de Santecomapan tiene el promedio mayor (cuadros 1 y 2).

La proporción de concentración de Cl^- en la sangre y la orina es 9.073 en los ejemplares de Lago de Catemaco (cuadro 1) y 14.706 en ranas de Santecomapan (cuadro 2). Se tratará este resultado en la Discusión.

DISCUSION

La orina de los anfibios es, por lo general, hipotónica con relación a la sangre, llegando en ocasiones a tener la misma concentración de iones; se puede relacionar esta diferencia con la ausencia de un Asa de Henle típico (Noble, 1931). Esta

idea se sostiene en las investigaciones comunicadas aquí, en las cuales la normalidad promedio de la sangre (cuadros 1 y 2) es mayor que la de la orina. Las ranas producen proporcionalmente más orina por día que el Hombre: un incremento en la temperatura del medio ambiente aumenta tanto el ritmo de absorción de agua a través de la piel, como el volumen de la orina producida (Noble, *op. cit.*). La orina generalmente es muy diluida pero la concentración de urea en la orina de la rana es más alta que la encontrada en la sangre (Przylecki, 1922). A una temperatura constante, el ritmo de absorción de agua por medio de la piel es casi constante, y no varía mucho con el área de piel expuesta (Adolph, 1927). El agua es expulsada por los riñones al mismo ritmo que se absorbe, y por eso, el volumen del plasma, y del líquido intercelular e intracelular sufre pocos cambios. Puesto que la absorción del agua está en proporción a la temperatura, el equilibrio del agua está controlado por los riñones (Noble, *op. cit.*). Shanes (1961) demostró que la sal se absorbe por medio de transporte activo.

En una población de anfibios que habitan un medio acuático semi-salino, pero todavía no tan salado como el océano, se espera en base de los datos ya proporcionados que los riñones podrían desechar el exceso de sal de dos maneras: 1) Excretando orina con un contenido más alto que lo normal, o 2) Produciendo un volumen mayor de orina, con una concentración normal de sal. Si el primer caso fuera el caso con la población de Santecomapan, entonces la proporción de la concentración de iones de cloruro (Cl^-) en la sangre a la concentración en la orina debe de ser menor que la concentración en una población parecida que habita en agua dulce, puesto que relativamente más iones de Cl^- estarían en la orina, y relativamente menos en la sangre de la población viviendo en el medio semi-salino. La orina, sin embargo, sería todavía muy hipotónica con relación a la sangre. En el trabajo presentado aquí, la proporción de la concentración de Cl^- en la sangre a la orina era más alta en la población de Santecomapan en lugar de ser más baja (cuadros 1 y 2).

En base de estos resultados, se puede concluir que los individuos de la especie **Rana palmipes** de Santecomapan no tienen una concentración mayor de NaCl por unidad de sangre que las ranas de la población de Lago de Catemaco. Puesto que se ha mostrado que los riñones de las ranas de Santecomapan son más grandes en proporción al tamaño de las ranas que los poseen (Cuadro 2), es posible que aquellas ranas están produciendo un volumen mayor de orina (en proporción a su tamaño), para poder deshacerse del exceso de NaCl, y mantener constante el equilibrio osmótico de su sangre con su medio acuático. El trabajo de Jorgensen (1954) sostiene esta hipótesis. El inyectó una solución de 1-5% NaCl a la cavidad abdominal de sapos (**Bufo**); mientras entraba el agua salada a través de la piel, los líquidos del cuerpo se diluían, el flujo de orina se incrementaba, y el exceso de NaCl era excretado a través de los riñones.

Se opina que las diferencias en tamaño y en concentración de Cl^- demostrados en este trabajo no comprueban tal relación como ha sido explicada antes, sino únicamente la indican. No obstante, pueden servir como base para un trabajo más extensivo, que incluya la técnica exacta para medir la cantidad de orina producida.

SUMMARY

Twenty-four specimens of **Rana palmipes** Spix from two populations in southern Veracruz, México, were studied in an effort to determine whether or not

a population living in fresh water of a higher than normal NaCl content would possess a physiological mechanism for concentration and excretion of excess NaCl, and, if so, what method would be employed. The normalities of the water in the two selected collecting sites were too near the same value to render conclusive results, but on the basis of the information gained it is concluded that frogs in the higher normality water are not excreting urine of higher salt concentration than are frogs of the fresh-water population, and therefore may be excreting more urine per unit of body size. No means of measuring this factor was available.

LITERATURA CITADA

- Adolph, E. F., 1927. The excretion of water by the kidneys of frogs. *Amer. J. Physiol.* 81: 315-324.
- Firschein, I. L. & H. M. Smith, 1956. A new fringe-limbed *Hyla* (Amphibia: Anura) from a new faunal district of Mexico. *Herpetologica* 12: 17-21.
- Goldman, E. A., 1951 Biological Investigations in Mexico. *Smithsonian Misc. Coll.* 115: 1-476.
- Goldman, E. A., & R. T. Moore, 1945. The biotic provinces of Mexico. *J. Mamm.* 26: 347-360.
- Jorgensen C. B., 1954. On excretion of chloride in sodium chloride loaded toads. *Acta. Physiol. Scand.* 30: 171-177.
- Noble, G. K., 1931. *The Biology of the Amphibia*. McGraw-Hill Book Co., New York. Dover Reprint, 1954. 577 pp.
- Przylecki, J., 1922. L'échange de l'eau et des sels chez les amphibiens. *Arch. Int. Physiol.* 14: 148-159.
- Schmidt-Nielson, K., and H. M. Kelly, 1961. Osmotic regulation in the Crab-eating Frog, *Rana cancrivora*. *J. Expl. Biol.* 38: 659-678.
- Shanes, A. M. (ed.), 1961. *Biophysics of Physiological and Pharmacological Actions*. Amer. Assoc. Adv. Sci.
- Smith, H. M., and E. H. Taylor, 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico. *U. S. Nat. Mus. Bull.* 194: 1-118.
- Wetmore, A., 1943. The birds of southern Veracruz, México. *Proc. U. S. Nat Mus.* 93: 215-340.

	Prom.	Rango	Prom.	Prom.
Longitud del cuerpo, mm.	86.96	63.7–100.4	75.55	97.31
Longitud del riñón derecho, mm.	19.68	11.9–26.8	17.55	23.61
Longitud del riñón izquierdo, mm.	19.02	12.8–26.7	16.11	23.30
Peso del riñón derecho, gm.	0.137	0.036–0.307	0.094	0.200
Peso del riñón izquierdo, gm.	0.130	0.290–0.393	0.079	0.207
Peso total, ambos riñones, gm.	0.267	0.066–0.700	0.174	0.407
Peso de ambos riñones, gm./M de longitud del cuerpo	3.180	—	2.501	4.200
[C ⁻] de orina, N	0.00839	0.00268– 0.02185	—	—
[Cl ⁻] de sangre, N	0.07613	0.04978– 0.09108	—	—
Proporción Cl ⁻ , sangre/orina	9.073	—	—	—

CUADRO 1. Sumario de las medidas para la población de **Rana palmipes** del Lago de Catemaco, Veracruz, México.

	Prom.	Rango
Longitud del cuerpo, mm.	109.82	102.5–114.0
Longitud del riñón derecho, mm.	24.19	19.3–27.4
Longitud del riñón izquierdo, mm.	22.54	19.8–24.1
Peso del riñón derecho, gm.	0.288	0.200–0.420
Peso del riñón izquierdo, gm.	0.282	0.220–0.370
Peso total, ambos riñones, gm.	0.5705	0.445–0.790
Peso de ambos riñones, gm./M. de longitud del cuerpo	5.194	—
[Cl ⁻] de orina, N	0.00535	0.00037–0.01440
[Cl ⁻] de sangre, N	0.07868	0.07008–0.08425
Proporción Cl ⁻ , sangre/orina	14.706	—

CUADRO 2. Sumario de medidas para la población de **Rana palmipes** de Santecomapan. No se pudo tomar en cuenta el dimorfismo sexual, pues que la colección consistió únicamente de hembras.



Figura 1.—*Rana palmipes* Spix en la orilla norte del Lago de Catemaco, Veracruz, México.