

Carlos Eduardo Ramírez Torres y Laura Teresa Hernández Salazar

La saliva, sustancia clave en la alimentación de los primates

Los primates se alimentan de algunas plantas que pueden producir compuestos tóxicos para evitar ser consumidas. Estas sustancias son detectadas por el sabor amargo u otras sensaciones que provocan, además de sus efectos dañinos. No obstante, los primates tienen un as bajo la manga, o más bien en su boca: la saliva es muy importante para su protección ante esta estrategia de defensa de las plantas.

Introducción

En la naturaleza, cada especie animal conforma su dieta con diferentes tipos de alimentos, lo que ha servido para clasificarlas dependiendo de lo que consumen y la proporción en la que lo hacen. Si el único elemento de la dieta es la carne, se les clasifica como carnívoros; por ejemplo, los grandes felinos como el león (*Panthera leo*) o el jaguar (*P. onca*). En tanto, si consumen diferentes alimentos: carne, huevos, miel, semillas, hojas o frutos, se les denomina omnívoros; éste es el caso de los mapaches (*Procyon lotor*), los osos (*Ursus americanos*) y los coatíes (*Nasua nasua*). Cuando el consumo se basa en las partes de una planta, como hojas, flores, frutos, tallos, cortezas y pastos, entre otros, se trata de una dieta herbívora; algunos ejemplos son los de los primates mexicanos, como el mono araña (*Ateles geoffroyi*) o los monos aulladores (*Alouatta palliata* y *A. pigra*).

Al comparar el riesgo que implica para la salud mantener un cierto tipo de dieta, podríamos pensar que la carnívora es mucho más riesgosa que la herbívora, debido a que los animales carnívoros se exponen al contrataque de sus presas, o bien a que se les escapan y entonces se quedan sin la energía asociada al consumo de su caza. Sin embargo, depender de las plantas como único alimento también tiene sus riesgos, debido a que, para evitar ser consumidas, las plantas han desarrollado defensas. Éstas pueden ser físicas, como espinas o pelos urticantes que causan ardor, comezón e irritación severa. También hay defensas por medio de interacciones ecológicas, por ejemplo, con hormigas, las cuales defenderán a las plantas de posibles ataques a cambio de obtener refugio. Otra estrategia está en las defensas



químicas, pues algunas plantas pueden producir un tipo de compuestos –conocidos como metabolitos secundarios– cuya característica es un sabor amargo o también que provocan una sensación astringente o picante en la boca, y que, por lo general, tienen un efecto negativo en la fisiología del individuo que las consume. Por ejemplo, la planta digital (*Digitalis purpurea*) posee pétalos tóxicos que al ser consumi-

dos pueden causar taquicardia, sudoraciones, alucinaciones e, incluso, la muerte.

Como vemos, las plantas no dudan cuando tienen que defenderse ante el ataque de los herbívoros. ¿Cómo es que las plantas pueden ser tan dañinas o letales? ¿De qué maneras los animales pueden limitar el daño potencial que causan los metabolitos secundarios específicos? Para responder, debemos conocer un poco más acerca de estos compuestos.

■ Defensas químicas de las plantas

■ Las defensas químicas de las plantas dependen de los compuestos denominados metabolitos secundarios, los cuales reciben este nombre porque son sustancias que no se emplean directamente en la nutrición y el crecimiento del organismo que las produce, ya que su principal función es la defensa ante el ataque y consumo de los animales herbívoros y otros organismos dañinos, como las bacterias.

Se han descrito más de 100 000 tipos de metabolitos secundarios producidos por las plantas, los cuales se pueden agrupar en tres grandes grupos: terpenos, alcaloides y compuestos fenólicos. Estos últimos a su vez se subdividen en dos: taninos y flavonoides. Los metabolitos secundarios se pueden encontrar en diferentes partes de la planta, como en la corteza, en las hojas, en los frutos inmaduros y –aunque en una menor concentración– en los frutos maduros, ya que estos últimos tienen una mayor cantidad de azúcares y agua, lo que provoca la disminución de la concentración de metabolitos secundarios.

Los efectos que causan los compuestos defensivos de las plantas dependen del tipo de metabolito secundario consumido, la cantidad y la concentración. En general, entre la gran variedad de efectos negativos de estos compuestos, están la reducción de la tasa de crecimiento de los individuos, la disminución en la fecundidad y el daño en el hígado o los riñones; además, si son ingeridos en grandes concentraciones, pueden ser letales. No obstante, algunos metabolitos secundarios también producen efectos benéficos cuando se consumen en bajas concentraciones, pues actúan como antioxidantes, desinflamatorios, antisépticos y desparasitantes.



De manera general, en la dieta de los herbívoros se han encontrado algunos metabolitos secundarios como los taninos, los cuales son un claro ejemplo de un tipo de compuestos que pueden causar la mala absorción de nutrientes, debido a que interactúan fuertemente con las proteínas y enzimas encargadas de la digestión del alimento, lo que provoca una baja asimilación de proteínas (War y cols., 2012). Los taninos se encuentran en diferentes especies y partes de las plantas, debido a que les proporcionan protección contra bacterias, insectos y herbívoros.

Si se tratara de elegir, los animales preferirían consumir plantas o partes de plantas que no contengan taninos, aunque esto no es fácil de distinguir, y muchas veces los individuos se ven en la necesidad de comerlas. ¿Cómo es posible limitar el daño potencial que causan los metabolitos secundarios como los taninos?

■ La saliva, fluido protector

■ Durante la ingesta, los alimentos primero son procesados en la boca mediante la masticación. Para facilitar este proceso se secreta saliva, la cual es un fluido compuesto por agua, minerales, proteínas, enzimas y residuos celulares, entre otros elementos, los cuales interactúan con los componentes de los alimentos para dar inicio al proceso de digestión.

En particular, el papel defensivo de la saliva contra compuestos como los taninos se debe a una clase de proteínas –conocidas como proteínas con afinidad a taninos– que se encargan de defender a los herbívoros de este tipo de metabolitos secundarios. Se cree que la cantidad de este tipo de proteínas en la saliva de los mamíferos depende del tipo de dieta; por ejemplo, en los carnívoros se ha registrado la ausencia de estas proteínas, o bien se han encontrado en pequeñas cantidades, mientras que hay una mayor proporción de proteínas con afinidad a taninos en los animales omnívoros y, por supuesto, en los herbívoros.

En la saliva hay dos grupos principales de este tipo de proteínas: las ricas en prolina, es decir, que tienen una gran cantidad del aminoácido prolina en la estructura que las forma, y las histatinas, un grupo de

proteínas pequeñas que tienen una gran cantidad del aminoácido histidina. La función de estos dos tipos de proteínas es unirse a los taninos e inactivarlos; de esta forma, se disminuye o evita la astringencia en la boca, lo que permite el consumo de la parte vegetal en cuestión y el aprovechamiento de sus nutrientes por las enzimas gastrointestinales, para que así los animales herbívoros puedan comer sin sufrir de malestar estomacal ni deban rechazar la comida por su sabor amargo.

Asimismo, se ha encontrado que las proteínas salivales ricas en prolina tienen una unión muy fuerte hacia los taninos que previene que este tipo de metabolitos secundarios se unan a otras proteínas y enzimas que desempeñan alguna función en la nutrición. Para el caso de las histatinas, se sabe que también se unen de manera eficiente a los taninos; sin embargo, considerando que la cantidad de histatinas en la saliva de los animales es menor comparada con la cantidad de proteínas ricas en prolina, se espera que estas últimas sean más efectivas para atrapar a los taninos que las histatinas (Pérez-Gregorio y cols., 2014).

■ La saliva protectora de los primates

■ Los taninos tienen un papel relevante en la alimentación de los primates porque regulan su consumo de especies vegetales. Por ejemplo, se sabe que los chimpancés (*Pan troglodytes*), gorilas (*Gorilla gorilla*), colobos de Angola (*Colobus angolensis*) y mo-





nos araña (*Ateles geoffroyi*) son capaces de detectar la presencia de taninos en su alimento al identificar el sabor amargo que producen, por lo que evitan el consumo de ciertas partes de la planta si tienen una gran concentración de este tipo de metabolitos secundarios (Laska y cols., 2000). Incluso se ha visto que en vida libre los monos aulladores de manto (*Alouatta palliata*) se alimentan de hojas de árboles que no contienen altas concentraciones de taninos. A partir de estas observaciones surge la pregunta: ¿todos los primates producen saliva con proteínas neutralizadoras de taninos?

Por desgracia, todavía no sabemos cuántas especies de primates cuentan con esta defensa contra los taninos. Esto sólo se ha confirmado en los humanos

(*Homo sapiens sapiens*), el papión sagrado (*Papio hamadryas*) (Mau y cols., 2011), varias especies de macacos (*Macaca fascicularis*, *M. mulatta* y *M. arctoides*) (Schlesinger y cols., 1989) y el cercopiteco verde (*Cercopithecus aethiops*), todos primates omnívoros que incluyen cierta cantidad de plantas en su dieta. Para el caso de los siguientes primates mexicanos: monos aulladores de manto (*Alouatta palliata mexicana*), monos aulladores negros (*A. pigra*) —especies herbívoras que se alimentan principalmente de hojas— y monos araña (*Ateles geoffroyi*) —también herbívoros, pero que se alimentan principalmente de frutos—, se ha determinado que poseen proteínas ricas en prolinas (Espinosa-Gómez y cols., 2018; Ramírez-Torres y cols., 2022).

■ Conclusión

■ Como podemos observar, la saliva es un fluido muy importante no sólo para la nutrición por medio de la asimilación de oligosacáridos (azúcares) y la optimización de la digestión, sino que también ayuda a proteger e inhibir del daño hepático y renal en individuos que consumen materia vegetal. Esta viscosa secreción tiene aún muchos secretos, por lo que en la medida en que se conozca su reacción de defensa ante los metabolitos secundarios, podremos saber cómo es que los individuos van respondiendo o adaptándose a cambios químicos en su alimentación. En esta guerra de armas químicas, también será interesante ver cómo actúan las plantas. Mientras tanto, no olvides masticar bien tus alimentos, sobre todo si son vegetales.

Carlos Eduardo Ramírez Torres

Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.
neri3838@gmail.com

Laura Teresa Hernández Salazar

Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.
tereherandez@uv.mx

Lecturas recomendadas

- Espinosa G., F. C. *et al.* (2018), "Salivary tannin-binding proteins are a pervasive strategy used by the folivorous/frugivorous black howler monkey", *Am J Primatol*, 80(2):e22737.
- Laska, M., L. T. Hernández Salazar, L. E. Rodríguez y R. Hudson (2000), "Gustatory responsiveness to food-associated acids in the spider monkey (*Ateles geoffroyi*)", *Primates*, 41(2):213-221.
- Mau, M., A. M. de Almeida, C. A. Varela y K.-H. Südekum (2011), "First Identification of Tannin-Binding Proteins in Saliva of *Papio hamadryas* Using MS/MS Mass Spectrometry", *American Journal of Primatology*, 73:896-902.
- Pérez-Gregorio, M. R., N. Mateus y V. de Freitas (2014), "Selección e identificación rápidas de nuevos agregados de proteína salival-taninos solubles en saliva por espectrometría de masas (MALDI-TOF-TOF y FIA-ESI-MS)", *Langmuir*, 30(28):8528-8537.
- Ramírez-Torres, C. E. *et al.* (2022), "Influence of tannic acid concentration on the physicochemical characteristics of saliva of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*)", *PeerJ*, 10:e14402.
- Schlesinger, D. H., D. I. Hay y M. J. Levine (1989), "Complete primary structure of statherin, a potent inhibitor of calcium phosphate precipitation, from the saliva of the monkey, *Macaca arctoides*", *International Journal of Peptide and Protein Research*, 34(5):374-380.
- War, A. *et al.* (2012), "Mechanisms of Plant Defense against Insect Herbivores", *Plant Signaling & Behavior*, 7(10):1306-1320.