

Imitando a la leche humana: El reto de 310 millones de años

La leche puede considerarse uno de los grandes éxitos de la evolución de la vida en la Tierra. Se estima que este fluido es el resultado de 310 millones de años de evolución y ha permitido el desarrollo de los mamíferos, al proveer a los neonatos los requerimientos nutrimentales necesarios para asegurar su desarrollo, y también al facilitar la transferencia de inmunidad pasiva de la madre a la cría (Ofstedal, 2012).

Con lo anterior, no sorprende que instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Asociación de Pediatría Internacional (IPA) recomienden de manera consistente la leche materna como el alimento exclusivo para los lactantes durante los primeros seis meses de vida (IPA, 2009; OMS, 2022). Sin embargo, durante este periodo, tres de cada cinco lactantes latinoamericanos consumen fórmula infantil, ya sea como parte total o parcial de su dieta (UNICEF, 2023).

Producción y diferencias con la leche humana

La etiología detrás de este fenómeno es diversa y puede explicarse por factores como la imposibilidad o inadecuación para amamantar, estereotipos sociales y culturales, o políticas laborales (Balogun et al., 2015). Independientemente de la causa, millones de lactantes dependen hoy en día de la fórmula infantil como un alimento clave en su dieta. Por lo tanto, el desarrollo de estos productos representa un reto importante para la industria alimentaria.

La mayoría de las fórmulas infantiles se elaboran a partir de leche de vaca. Además, su manufactura implica diversas etapas de procesamiento, entre las que destaca el tratamiento térmico, cuyo objetivo es garantizar la seguridad microbiológica del alimento. Todo esto, sumado a la complejidad propia de la leche humana, implica diferencias importantes en términos de patrones de crecimiento, aprovechamiento digestivo e incidencia de enfermedades entre los infantes amamantados y aquellos alimentados con sucedáneos de leche materna (Donovan, 2019; Victora et al., 2016).

Digestión: leche humana vs. fórmula infantil

Entre las disimilitudes descritas, destaca la comparación entre la digestión de la leche humana y la de la fórmula infantil. La digestión tiene como objetivo romper los nutrientes de un alimento en componentes más pequeños que puedan ser aprovechados por el organismo. En este sentido, se ha comprobado que, al término de la digestión de la leche humana, los patrones de péptidos resultantes son más complejos y variados en comparación con los encontrados en la fórmula infantil (Charton et al., 2024).

Por otro lado, a diferencia de la fórmula infantil, se ha observado que algunas proteínas en la leche humana presentan resistencia a la degradación durante el proceso digestivo, hecho que se ha confirmado al encontrarse estos macronutrientes intactos en las heces del bebé. La presencia de tales compuestos al final

de la digestión se ha explicado por la bioactividad que ejercen estas proteínas en su estado nativo (Lönnerdal, 2010).

Impacto en la salud gastrointestinal

Asimismo, se ha comprobado que las estructuras generadas durante la digestión de la leche humana y la fórmula infantil varían de manera significativa. En particular, los cuajos gástricos más suaves, formados a partir de la leche humana, se han asociado con una menor incidencia de malestares gastrointestinales en el lactante (Huppertz & Lambers, 2020; Jiang et al., 2022).

Entonces, ¿cómo mejorar la fórmula infantil? El diseño de fórmulas mejoradas toma como referencia la leche humana, ya sea a partir de su composición o de los resultados obtenidos tras su consumo. Para ello existen diversas estrategias:

1. Imitar la composición de la leche humana a partir de fracciones específicas de leche bovina o de otros mamíferos.
2. Buscar etapas de procesamiento que aseguren la calidad microbiológica y minimicen los cambios en los componentes de la fórmula infantil.
3. Modificar estructuras de proteínas para asemejarlas a las de la leche humana y favorecer su digestión (Deglaire et al., 2023).

El camino para "humanizar" las fórmulas infantiles es largo y retador. No obstante, los avances en la investigación sobre la lactancia materna, la biotecnología y la innovación en el diseño de ingredientes y procesos en la industria alimentaria prometen abrir caminos en la dirección correcta.

Referencias:

- Balogun, O. O., Dagvadorj, A., Anigo, K. M., Ota, E., & Sasaki, S. (2015). Factors influencing breastfeeding exclusivity during the first 6 months of life in developing countries: A quantitative and qualitative systematic review. *Maternal & Child Nutrition*, 11(4), 433-451. <https://doi.org/10.1111/mcn.12180>
- Charton, E., Menard, O., Cochet, M.-F., Le Gouar, Y., Jardin, J., Henry, G., Ossemond, J., Bellanger, A., Montoya, C. A., Moughan, P. J., Dupont, D., Le Huërou-Luron, I., & Deglaire, A. (2024). Human milk vs. Infant formula digestive fate: *In vitro* dynamic digestion and *in vivo* mini-piglet models lead to similar conclusions. *Food Research International*, 196, 115070. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115070>
- Deglaire, A., Lee, J., Lanotte, L., Croguennec, T., Le Floch-Fouéré, C., Jeantet, R., Berkova, N., Pédrone, F., Le Loir, Y., Dupont, D., Gésan-Guizieu, G., & Even, S. (2023). Towards more biomimetic and sustainable infant formula: Challenges and future opportunities. *Trends in Food Science & Technology*, 137, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.05.010>
- Donovan, S. M. (2019). Human Milk Proteins: Composition and Physiological Significance. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 90, 93-101. <https://doi.org/10.1159/000490298>
- Huppertz, T., & Lambers, T. T. (2020). Influence of micellar calcium phosphate on *in vitro* gastric coagulation and digestion of milk proteins in infant formula model systems. *International Dairy Journal*, 107, 104717. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104717>
- IPA, I. P. A. (2009). *IPA Statement on Breastfeeding*. <https://ipa-world.org/page.php?id=204>
- Jiang, H., Gallier, S., Feng, L., Han, J., & Liu, W. (2022). Development of the digestive system in early infancy and nutritional management of digestive problems in breastfed and formula-fed infants. *Food & Function*, 13(3), 1062-1077. <https://doi.org/10.1039/D1FO03223B>
- Lönnerdal, B. (2010). Bioactive Proteins in Human Milk: Mechanisms of Action. *The Journal of Pediatrics*, 156(2, Supplement), S26-S30. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.11.017>
- Oftedal, O. T. (2012). The evolution of milk secretion and its ancient origins. *Animal*, 6(3), 355-368. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001935>
- OMS. (2022). *Lactancia Materna*. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/health-topics/breastfeeding#tab=tab_1
- UNICEF. (2023). *Only 4 out of 10 children under 6 months in Latin America and the Caribbean are exclusively breastfed*. <https://www.unicef.org/lac/en/press-release/only-4-out-10-children-under-6-months-latin-america-caribbean-exclusively-breastfed>
- Victora, C. G., Bahl, R., Barros, A. J. D., França, G. V. A., Horton, S., Krasevec, J., Murch, S., Sankar, M. J., Walker, N., Rollins, N. C., & Lancet Breastfeeding Series Group. (2016). Breastfeeding in the 21st

century: Epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet (London, England)*, 387(10017), 475-490. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01024-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7)

Sobre las autoras:

Mariana Aguilar-Morales, Licenciada en Ingeniería de Alimentos por la Universidad de las Américas Puebla 2013. Actualmente es candidata a Doctora en Ciencia de Alimentos en la Universidad de las Américas Puebla.

Contacto: mariana.aguilarms@udlap.mx

María Teresa Jiménez-Munguía, Doctora en Ingeniería de Procesos por la ENSIA, actualmente Agro-Paris-Tech, en Francia. Profesora del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental en la UDLAP. Autora de textos académicos y artículos científicos en revistas arbitradas internacionales. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores SNI nivel I.

Contacto: mariat.jimenez@udlap.mx