

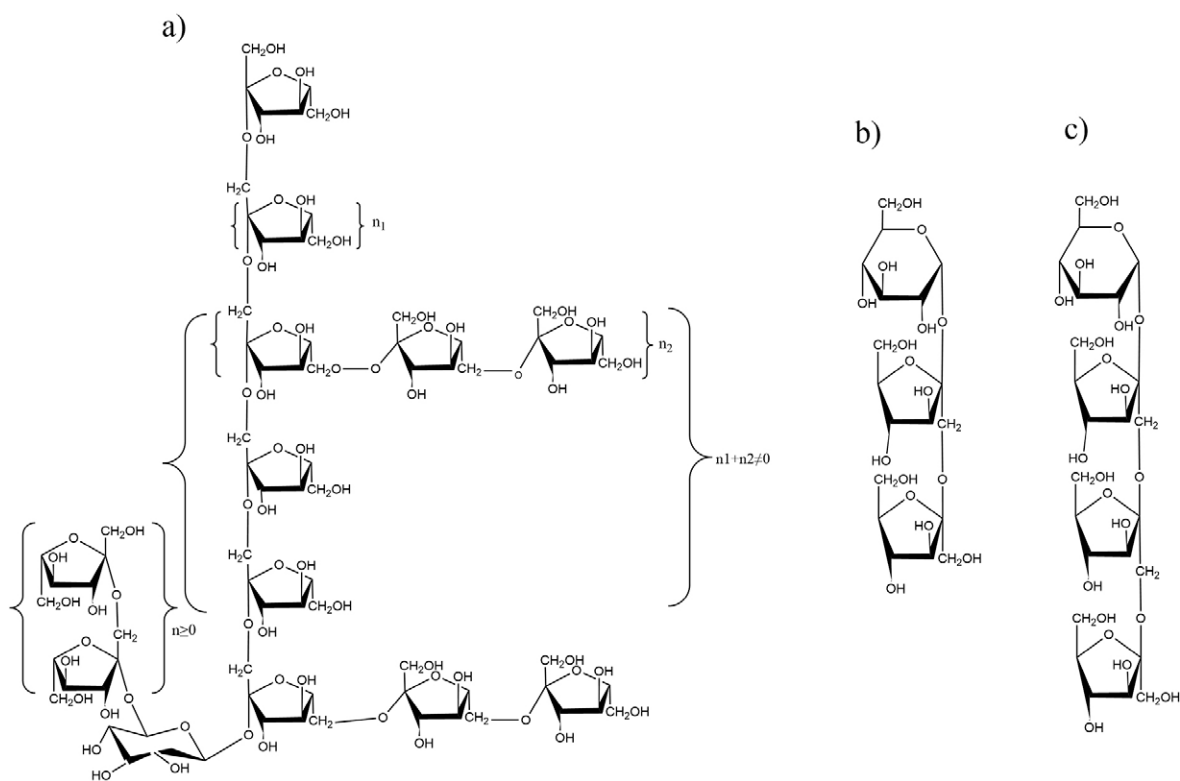
# Fructanos de agave como prebióticos

Mónica A. **Robles-Arias**  
Alma E. **Cruz-Guerrero**

El agave es una planta de hojas grandes y carnosas con espinas en su contorno y una terminación en aguja fina. La planta de agave es considerada endémica de México. En náhuatl, el agave se conocía como *metl* y era considerado una planta sagrada y un regalo de los dioses. En 1753, el botánico y naturalista Charles Linneo le dio el nombre de *Agave* (del griego “noble” y del latín “admirable”) debido a la capacidad que tiene para crecer en climas extremos, donde en ocasiones es la especie predominante (López y Mancilla-Margalli, 2007).

El número de especies de agave identificadas ha sido controversial, algunos autores indican la existencia de 166 especies, mientras que en otros reportes se mencionan entre 200 y 273 especies identificadas tan solo en el continente americano. Su ubicación no se limita a México, el agave se extiende en el continente americano desde Honduras y El Salvador, hasta Estados Unidos. Debido a sus características morfológicas y fisiológicas, el agave es capaz de adaptarse y sobrevivir en regiones con condiciones extremas (Davis, 2022).

En México, el cultivo de agave posee importancia económica debido a la producción de bebidas alcohólicas, entre las que destacan el tequila y el mezcal. Sin embargo, entre otras aplicaciones industriales se encuentra la obtención de fructanos.



**Figura 1.** Fructanos y fructooligosacáridos presentes en el agave. a) agavinas; b) 1-kestosa; c) nistosa.

## FRUCTANOS DE AGAVE Y SUS CARACTERÍSTICAS

Los fructanos de agave, o agavinas, son cadenas de carbohidratos complejos que la planta usa como reserva de energía para resistir condiciones adversas como sequías, así como altas y bajas temperaturas. Estos compuestos están conformados por sacarosa unida a una o más unidades de fructosa. La complejidad de los fructanos está determinada por cuantas fructosas se pueden unir para formarlo. Las cadenas con más de 10 unidades de fructosa son conocidas como agavinas (Figura 1a), mientras que compuestos de 3 a 10 fructosas reciben el nombre de fructooligosacáridos (FOS) (Figura 1b, 1c).

Las propiedades tecnológicas y funcionales de la cadena del fructano dependen de su tamaño. Los fructanos de cadena larga pueden ser empleados como sustitutos de grasa en algunos alimentos, mientras que los FOS tienen propiedades

funcionales como disminuir los niveles de glucosa en sangre, facilitar la absorción de minerales en el intestino, auxiliar en el control de peso, así como ejercer actividad prebiótica (Robles-Arias y Cruz-Guerrero, 2023), funcionalidad que se abordará en este trabajo.

## PREBIÓTICOS

Los prebióticos son sustancias nutricionales que no son digeribles en el tubo gastrointestinal, por lo que llegan íntegramente al colon y promueven tanto el crecimiento como la actividad de una o más bacterias benéficas (las cuales reciben el nombre de probióticos) (Corzo *et al.*, 2015). Los prebióticos tienen un efecto directo en el crecimiento y activación del metabolismo de los probióticos; de este modo, podemos definir que los prebióticos son el alimento de los probióticos. Por su parte, los probióticos son microorganismos vivos que, al ser administrados en cantidades adecuadas, proporcionan efectos benéficos en la salud (Hill *et al.*, 2014).

Para que un alimento sea considerado prebiótico debe cumplir las siguientes características: 1) no debe ser metabolizado en el tracto digestivo superior; 2) debe servir como “nutrimento” para un grupo específico de bacterias benéficas; 3) debe poseer la capacidad de alterar la microbiota intestinal induciendo efectos benéficos en el consumidor (Pineda-Tapia *et al.*, 2022).

#### EFFECTOS DE LOS FRUCTANOS DE AGAVE EN LA MICROBIOTA INTESTINAL

Los prebióticos no son metabolizados en el intestino delgado y son fermentados en el intestino grueso por bacterias que forman parte de la microbiota intestinal. Es por ello que los fructanos previenen que microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. (causantes de enfermedades gastrointestinales) colonicen el intestino grueso debido a la estimulación de bacterias benéficas como las pertenecientes al género *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* (Huezcas-Garrido *et al.*, 2022).

Los lactobacilos predominan en el intestino delgado; son bacterias que inhiben la proliferación de microorganismos patógenos generada por la competencia por el consumo de nutrientes y por la reducción de pH (producto del metabolismo de las bacterias probióticas). Por otra parte, las bifidobacterias normalmente se encuentran en mayor cantidad en el segmento final del intestino delgado y en el intestino grueso. Estas bacterias inhiben el crecimiento de bacterias patógenas mediante la disminución del pH del tubo digestivo, así como por la producción de compuestos con actividad antibacteriana.

Los efectos benéficos que ejercen los fructanos a la salud dependen de si su mecanismo de acción es directo o indirecto. El mecanismo indirecto está relacionado con el crecimiento de los probióticos, lo que puede deberse a productos de la fermentación como los ácidos grasos de cadena corta. Por otra parte, el efecto directo implica la activación de los receptores tipo Toll, los cuales son moléculas clave en el reconocimiento de patógenos y moléculas propias del organismo, lo que dispararía una respuesta inmunológica (Sosa-Herrera y Delgado-Reyes, 2017).

Se ha sugerido que el efecto directo de los prebióticos está relacionado con los fructanos del tipo inulina, como las agavinas (Figura 1a) encontradas en el agave, mientras que el efecto indirecto se atribuye a fructanos de cadena corta (Figura 1b, 1c). Por ejemplo, *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus rhamnosus* crecen mejor en presencia de FOS compuestos por 3 a 5 unidades de fructosa, mientras que el crecimiento de estas bacterias disminuye si la composición del FOS aumenta a 11 unidades (Mueller *et al.*, 2016).

Un ensayo clínico demostró que incluir fructanos de agave en la dieta de niños con desnutrición y niños con un peso normal derivó en un incremento en la concentración de probióticos en su microbiota; así mismo, se registró la disminución de bacterias patógenas en sus muestras fecales (Martínez-Gramiño *et al.*, 2022). En otro estudio se evidenció que los FOS de agave, en especial la 1-kestosa, producen un efecto antiinflamatorio debido a la producción de butirato por *Faecalibacterium prausnitzii* (Tochio *et al.*, 2018).

Los fructanos de agave podrían ser una alternativa de consumo para personas que padezcan obesidad, ya que se ha demostrado que las personas obesas tienen un desbalance en la presencia de bacterias benéficas de los géneros *Bacteroides* y *Firmicutes*, por lo que el consumo de fructanos de agave podría ayudar a recuperar el equilibrio de la microbiota intestinal (Armas-Ramos *et al.*, 2018). Adicionalmente, diversos estudios han demostrado que su consumo ayuda a la disminución de la circunferencia de cintura y cadera (Espinoz-Andrews *et al.*, 2021).

En resumen, del agave no solo se pueden obtener bebidas alcohólicas, sino también sustancias que, como los fructanos, ejercen efectos benéficos en la salud.

#### R E F E R E N C I A S

Armas-Ramos RA, García DM y Cruz ERP (2019). Fructanos tipo inulina: efecto en la microbiota intestinal, la obesidad y la saciedad. *Gaceta Médica Espiritana* 21(2):134-145.

Corzo N, Alonso JL, Azpiroz F, Calvo MA, Cirici M, Leis R, Lombo F, Mateos-Aparicio I, Plou FJ, Ruas-Madiedo P, R  perez P, Redondo-Cuenca A, Sanz ML y Clemente A (2015). Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición hospitalaria* 31(1):99-118.

Davis SC (2022). Agave americana: characteristics and potential breeding priorities. *Plants* 11(17):2305.

Espinosa-Andrews H, Urias-Silvas JE and Morales-Hernandez N (2021). The role of agave fructans in health and food applications: A review. *Trends in Food Science & Technology* 114:585-598.

Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, Morelli L, Canani RB, Flint HJ, Salminen S, Calder PC and Sanders ME (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 11(8):506-514.

Huezcas-Garrido L, Alan  s-García E, Ariza-Ortega JA y Zafra-Rojas QY (2022). Subproductos de inter  s nutricional y funcional de *Agave salmiana*. *Revista Chilena de Nutrici  n* 49(2):250-262.

López MG and Mancilla-Margalli NA (2007). The nature of fructooligosaccharides in Agave plants. En *Recent Advances in Fructooligosaccharides Research* (pp.47-67). Research Signpost, India.

M  rtinez-Gami  o D, García-Soto MJ, G  nzalez-Acevedo O, God  nez-Hernández C, Juárez-Flores B, Ortiz-Basurto RI, Rodríguez-Aguilar M, Flores-Ramírez R, M  rtinez-M  rtinez M, Ratering S, Schnell S, Bach H and M  rtinez-Gutiérrez F (2022). Prebiotic effect of fructans from *Agave salmiana* on probiotic lactic acid bacteria and in childrens as supplement for malnutrition. *Food & Function* 13(7).

Mueller M, Reiner J, Fleischhacker L, Viernstein H, Loeppert R and Praznik W (2016). Growth of selected probiotic strains with fructans from different sources relating to degree of polymerization and structure. *Journal of functional Foods* 24:264-275.

Pineda-Tapia FJ, Villarruel-López A e I  guez-Muñoz LE (2022). Efectos de los fructanos del Agave mexicano como potencial prebiótico y su importancia en la microbiota humana. *Acta de Ciencia en Salud* 16:39-44.

Robles-Arias MA y Cruz-Guerrero AE (2023). Obtención de fructooligos  caridos de agave y su potencial biológico: Un artículo de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7(2):11710-11734.

Sosa-Herrera MGS y Delgado-Reyes VAD (2017). Propiedades funcionales y aplicaciones tecnológicas de fructanos. En *Propiedades Funcionales de hoy* (pp. 99-115). OmniaScience, España.

Tochio T, Kadota Y, Tanaka T and Koga Y (2018). 1-Kestose, the smallest fructooligosaccharide component, which efficiently stimulates *Faecalibacterium prausnitzii* as well as bifidobacteria in humans. *Foods*, 7(9):140.

**Mónica A. Robles-Arias**

**CONAHCYT**

**Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa**

**Alma E. Cruz-Guerrero**

**Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa**

**[aec@xanum.uam.mx](mailto:aec@xanum.uam.mx)**

