

# El almidón: más que atoles, en

**Dr. Luis Arturo Bello Pérez**

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN, Yauatepec, Morelos.

**T**odos hemos utilizado o escuchado sobre el almidón. Cuando nuestras abuelas almidonaban los puños y cuellos de las camisas del abuelo, cuando nos hacía un rico atole en la mañana, o cuando en la época de Navidad se elaboraba engrudo para pegar las piñatas. Para eso íbamos a la tiendita de la esquina a comprar una cajita de "Maizena". Esto sirve para ilustrar que la aplicación del almidón tanto en la vida cotidiana como en la industria es amplia, ya que se utiliza en la industria de alimentos como agente espesante, gelificante y retenedor de agua; en la industria de pegamentos por sus propiedades adhesivas; en la industria de pinturas para dar consistencia y adhesividad; así como en la farmacéutica y cosmética como vehículo de sustancias activas.

El almidón, que es la molécula de reserva energética de las plantas, es aislado de fuentes como el maíz, la papa y el arroz y es utilizado en la industria ya sea en su forma nativa (como es aislado) o modificado mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos. El almidón está formado por moléculas lineales y ramificadas donde la unidad que se repite es la glucosa (un azúcar o sacárido). Las modificaciones del almidón se hacen porque mejoran las propiedades funcionales, como son la capacidad de espesar, retener agua, de adhesión, formar geles. Tales modificaciones lo hacen más versátil en sus aplicaciones ya que las potencian o mejoran. Por ello, al leer las etiquetas de diversos productos como los cacahuates japoneses, se menciona el uso de almidón modificado en su formulación ya que proporciona la característica de adherencia y consistencia del recubrimiento. En el continente americano el almidón es aislado del maíz: en México el maíz es un cereal básico, aunque desde hace varios años la cosecha resulta insuficiente para abastecer la demanda interna, por lo que se ha tenido que importar repercutiendo en la economía de los industriales y los consumidores. Por ello, el aislar el almidón del maíz no resulta adecuado, por la baja

cantidad de materia prima para este fin. Una de las tendencias desde hace algunos años es buscar fuentes de almidón "nuevas" o no convencionales, con el propósito de hacer uso de los recursos agrícolas regionales subutilizados, como es el caso del plátano, el mango, o el amaranto. En otros casos se busca la introducción de nuevos cultivos, como es el tubérculo de la malanga; o se busca tener almidones que presenten "mejores" propiedades funcionales y de digestibilidad con la finalidad de desarrollar nuevos productos, como son aderezos para ensalada, pan, galletas, pastas; así como productos de panificación bajos en calorías, los cuales presenten diferente textura, consistencia, tengan mayor vida de anaquel o almacenamiento, así como menor aporte de glucosa. Pero también en estos nuevos productos se incluyen aplicaciones no alimentarias, como es la elaboración de plásticos biodegradables.

Desde hace trece años, empezamos a estudiar el plátano en estado verde o inmaduro como una fuente de almidón, cuya cosecha temprana evita las pérdidas en el campo ocasionadas por ciclones, huracanes, o por plagas que manchan la cáscara; así como las pérdidas poscosecha debido a la maduración rápida del fruto. Se propuso un método de aislamiento o extracción a nivel laboratorio y después en planta piloto, de 150 kilogramos de fruto por lote; se caracterizó su composición química y sus propiedades funcionales y qué tanto se digería al ser adicionado a un producto. Todo esto con la finalidad de poder determinar en qué productos se podría adicionar el almidón de plátano. El almidón de plátano fue mezclado con harina de trigo duro (que es la que se usa para elaborar espagueti) a diferentes concentraciones, con la idea de sustituir una parte de la harina de trigo por el almidón de plátano. De los resultados más sobresalientes, se encontró que las características de calidad del espagueti, como son el tiempo de cocción y las pérdidas por cocción, la textura, así como aceptabilidad por los consumidores, no se modificaron por la adición del almidón de plátano. Esto se probó utilizando un espagueti elaborado sólo con harina de trigo duro, que era la referencia. Lo más interesante fue que

los espaguetis adicionados con el almidón de plátano presentaron menor digestibilidad que el almidón original, queriendo decir que no se digería totalmente, por lo que el consumo de este espagueti producía menor aporte calórico. Con el objetivo de desarrollar productos con mejores características funcionales, como aderezos para ensaladas, rellenos para pasteles, o películas biodegradables, el almidón de plátano se sometió a modificaciones químicas como la oxidación, la acetilación, el entrecruzamiento, las cuales consisten en la introducción de grupos químicos dentro de los componentes lineales y ramificados del almidón, que van a modificar sus propiedades funcionales. Por ejemplo, el uso del almidón de plátano oxidado en películas biodegradables produjo un material más blanco, con propiedades mecánicas (resistencia al rompimiento, elasticidad) y de barrera (resistencia a dejar pasar el agua) adecuadas para que estas películas pudieran ser usadas como recubrimientos para frutas y carnes.

Desde el punto de vista alimentario, hay que considerar las propiedades del almidón que se encuentra en muchos de los alimentos que consumimos cotidianamente como son las tortillas, el pan, galletas, espagueti, los frijoles, el arroz, las sopas, las lentejas, las papas, cereales para desayuno, entre otros, ya que al consumir estos alimentos se está ingiriendo una cantidad importante de almidón. El almidón presente en estos alimentos tiene importancia en las características de textura, consistencia, pero además desde el punto de vista nutrimental. El almidón presente en estos productos es químicamente diferente ya que son diferentes fuentes botánicas, lo cual ocasiona que sus propiedades funcionales y de digestibilidad lo sean. Incluso, en muchas ocasiones, aún dentro de la misma fuente botánica se han encontrado diferencias en dichas propiedades funcionales y de digestibilidad. Por ejemplo, las amas de casa saben que variedad de frijol al hervirse dará un caldo más espeso, o cuando consumimos tortillas de maíz blanco o de maíz pigmentado -azul, rojo, o negro- muestran diferente textura, además de que estas últimas tardan más tiempo en endurecerse. Cuando se consume papa horneada o her-



**Figura. Almidón (parte central), sus usos y aplicaciones.**

vida, así como espagueti, las personas permanecen con una sensación de saciedad por más tiempo que si se consume pan o tortilla. Esto se debe a que el almidón en la papa y el espagueti es más resistente a ser digerido en el intestino delgado o se digiere más lentamente, o ambos, dando la sensación de estar satisfechos por más tiempo

y por lo tanto se prolonga el tiempo entre comidas. Ahora que problemas de salud como el sobrepeso y la obesidad, así como los problemas que se generan a partir de ellos como la diabetes y enfermedades cardiovasculares, han cobrado gran importancia, el estudio de digestibilidad del almidón ha retomado actua-

# Engrudo y camisas almidonadas



dón a la hidrólisis por las enzimas digestivas se debe al arreglo de su estructura química, la cual no puede ser reconocida por las enzimas. Esta estructura química diferente puede deberse a la fuente donde se encuentra el almidón: por ejemplo, se ha encontrado que el almidón presente en el plátano verde tiene una estructura química resistente a la hidrólisis enzimática, pero además procesos como el calentar y enfriar una mezcla de almidón con agua, provoca la formación de estructuras que son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas.

La velocidad y grado de digestión del almidón, así como el contenido de almidón resistente a la hidrólisis enzimática, tendrán repercusiones en las funciones fisiológicas y por lo tanto sobre la salud, ya que si el almidón se digiere a una velocidad lenta la liberación de glucosa hacia la sangre será lenta y por lo tanto también la liberación de insulina para introducirla a la célula donde será metabolizada, lo que evita el desarrollo de diabetes. Adicionalmente, al ser fermentado, el almidón resistente produce compuestos que se han asociado a la disminución del colesterol del organismo y a ayudar a la prevención de cáncer de colon. Diversos factores afectan la velocidad de hidrólisis del almidón: el procesamiento previo del alimento, el tiempo y temperatura de almacenamiento, así como su origen botánico. Cuando el almidón está crudo es prácticamente indigestible, pero durante el cocimiento es gelatinizado (se desorganiza su estructura) y se vuelve más digerible, aunque una fracción del almidón cuando se enfría y se almacena por algún tiempo se retrograda. La retrogradación del almidón se lleva a cabo mediante una reorganización de sus componentes lineales y ramificados, produciéndose una estructura que no es reconocida por las enzimas digestivas y, por tanto, el almidón retrogradado es resistente a la hidrólisis.

Dado que el almidón resistente ha sido asociado con la prevención y control de diversas enfermedades, distintas organizaciones y agencias de salud recomiendan el consumo de alimentos que lo contengan. El almidón es el componente mayoritario de la tortilla y su

consumo se asociaba con la liberación de grandes cantidades de glucosa a la sangre. Sin embargo, las tortillas después de una o varias horas de su elaboración se endurecen, lo cual está asociado con la retrogradación del almidón y por lo tanto con una disminución de su digestibilidad. La producción de materias primas con bajo contenido de carbohidratos digeribles, que puedan ser utilizadas en el desarrollo de productos nutraceuticos (son aquellos que además de cumplir su función nutritiva tienen sustancias que previenen el desarrollo de algunas enfermedades), es una de las temáticas de estudio que estamos desarrollando. Esto se está llevando a cabo mediante la modificación del almidón presente en el plátano verde y además aprovechando otros carbohidratos no digeribles -como la celulosa, hemicelulosa, lignina- presentes en este fruto. Con esta harina del plátano verde se han elaborado productos como pan, galletas y espaguetis, y actualmente estamos desarrollando alimentos que además de tener un alto contenido de carbohidratos indigestibles no contengan gluten y puedan ser consumidos por personas con enfermedad celíaca, la cual es una inflamación crónica del intestino delgado causada por la gliadina, una proteína vegetal de algunos cereales en la dieta. El reto es desarrollar productos que sean sensorialmente aceptados por los consumidores, además de los efectos benéficos a la salud que traiga su consumo.

El conocer la estructura molecular del almidón, los cambios que le suceden cuando los productos que lo contienen son cocinados y almacenados, así como sus interacciones con otros componentes del alimento (proteínas, lípidos y otros polisacáridos), ayudarán a explicar su comportamiento funcional y de digestibilidad en los productos que se consumen cotidianamente. Esto llevará al desarrollo de nuevos productos, que llenen las expectativas de los consumidores en términos de una mejor alimentación. Así que, más que usar el almidón para endurecer los puños y cuellos de las camisas, o para hacer engrudo, este polisacárido cada día cobra más importancia tecnológica e industrial.

alidad ya que anteriormente se consideraba que este polisacárido (esto es, un compuesto de cadenas de muchos azúcares) era completamente digerido y absorbido en el intestino delgado, liberando cantidades importantes de glucosa a la sangre y un aumento de peso

corporal. Se descubrió posteriormente una fracción que es resistente a la hidrólisis o rompimiento por las enzimas digestivas presentes en el intestino delgado, por lo que no se produce o se produce muy poca cantidad de glucosa que es absorbida y dirigida a la san-

gre que circula por el organismo. El almidón resistente a la hidrólisis en el intestino delgado sigue su tránsito al intestino grueso, donde va a ser fermentado por la flora intestinal benéfica presente en esta parte del intestino. La resistencia que presenta esta fracción del almi-