

El maíz es algo más que tortillas y tamales

Dr. Carlos De León - Fitopatología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, cdeleon@colpos.mx

Desde mi época de juventud, ya hace algunos años, comencé a convivir con el estigma de haber estudiado agronomía. En esa época de juventud, se conocieron señoritas con cuyas familias se tenía que pasar el trago amargo del "visto bueno" de los padres y parientes. La pregunta de rigor era obviamente la relacionada con mi actividad profesional, a la que muy orgulloso respondía que era ingeniero agrónomo. Acto seguido, había que explicar que el ingeniero agrónomo es un profesional, con muchos años de estudio, equivalentes a los necesarios para otros estudios universitarios. "Ah, vaya, es que nosotros pensábamos que solo sabías sembrar maíz y otras plantitas, y que de eso vivías".

Hoy día en mis actividades profesionales, cosas de la vida, trabajo y vivo del maíz. Y de nuevo, al explicar que trabajo con maíz, vienen las mismas caras de incredulidad, acompañadas de bocas y ojos abiertos, y la pregunta: ¿con maíz? Pero, ¿qué haces con maíz? ¡Eso es sólo para hacer tortillas y tamales!

Así, para quitarme el estigma de lo malentendido que es el maíz —una planta que no solamente alimentó a la gran mayoría de nuestras culturas americanas, sino que también es parte de nuestra vida diaria— es que decidí recopilar un poco de información básica relacionada con esta planta. Estoy seguro de que si alguien tiene dudas sobre la gran dependencia que se ha creado en un mundo que consume más de 2,000 subproductos derivados del maíz, con los que a diario convivimos, después de leer lo que se anota a continuación, se eliminarán todas las dudas.

¿CUÁNTO Y EN DÓNDE SE PRODUCE EL MAÍZ?

En el mundo, los tres cereales que más se producen en orden decreciente son el trigo, el arroz y el maíz. Después de éstos vienen otros granos, incluyendo no cereales, pero en cantidades mucho menores a las que se producen de éstos tres cereales. En el mundo se produce anualmente un total de cerca de 460 millones de toneladas de maíz, con Estados Unidos de América (EUA) produciendo casi la mitad de esa cantidad (220 millones de toneladas), seguido muy de lejos por China, Brasil, México, Argentina y África del Sur, donde no se produce ni la mitad de lo producido por los EUA. Este cereal es buen indicador del desarrollo de los países, ya que los países de más altos ingresos *per capita* consumen más productos de origen animal, como son huevos, leche y carne de animales criados en su gran mayoría con alimentos cuya base es el maíz. En el mundo, la mayor cantidad de maíz producido se utiliza en diversas formas para consumo humano, seguido por el uso como alimento para animales en forma de grano o de planta forrajera, y por una tercera forma de utilización en la industria, en la elaboración de una gran variedad de más de 2,000 subproductos. Aproximadamente el 6% de la producción total del maíz se destina a ser usada como semilla para siembra.

Por su adaptación a muchas variantes geográficas, como son altura sobre el nivel del mar, latitud geográfica y clima, la planta de maíz es una de las especies más versátiles que se conocen. Se siembra comercialmente desde el nivel del mar y hasta 3,700 metros de altitud, en latitudes geográficas de 0° en el Ecuador hasta los 60° Norte y Sur, y crece en condiciones de temperatura de 6 a 47° C.





ORIGEN DEL MAÍZ

Existen dos teorías, cada una con varias subdivisiones, que tratan de explicar dónde y cómo se originó esta planta. Una teoría supone el origen del maíz a partir del teocintle, otra gramínea muy parecida a la planta que actualmente conocemos como maíz, y la otra asume que se derivó directamente de maíces ancestrales silvestres. Estas dos versiones se presentan con bases muy sólidas y existen adeptos a cada una de ellas. En estudios hechos con muestras de tierra extraída al hacer los barrenos durante la construcción del edificio de la Torre Latinoamericana en la Ciudad de México, se encontraron granos de polen de esos maíces ancestrales en el horizonte correspondientes a 30,000 años AC. Con anterioridad, la evidencia de los maíces más antiguos se había encontrado en las, ahora ya muy saqueadas, cuevas del Valle de Tehuacán, a 3 horas de distancia de la Ciudad de México y a 2,500 metros sobre el nivel del mar. En esas cuevas, entre restos de heces humanas fosilizadas, se encontraron mazorquitas (de 5-6 cm de largo y 6mm de ancho) de esos maíces ancestrales que ya eran usadas como alimento por culturas que habitaban en esas cuevas 5,000 años AC y en las que se puede identificar que ya habían domesticado la planta. Es de mencionarse que el maíz es una planta que de no haber sido domesticada y cuidada por el hombre, prácticamente se hubiera extinguido, ya que no puede reproducirse por sí misma al quedar todos los frutos (cada grano es un fruto) en un recipiente cerrado formado por las brácteas que cubren la mazorca, lo cual hace imposible que se reproduzca por el exceso de competencia entre las plantas que nacen de una sola mazorca.

Gracias a estas evidencias, el concepto más aceptado es que el maíz es originario de los valles altos de México, en regiones sobre los 2,000 m de altura. Sin embargo, existen otras hipótesis que señalan que esta planta es originaria de los valles altos de los países de la zona andina. Esta idea se basa en que no existe relación genética ni de ancestros entre los tipos de maíces primitivos de estas dos regiones. De lo que sí se puede estar seguro es que el maíz es originario del continente americano.

¿Y QUIÉN LO BAUTIZÓ CON ESE NOMBRE?

Entre las muchas culturas precolombinas que existieron, se han encontrado varios grabados y esculturas de plantas y mazorcas de maíz. Existen en algunos de los códices escritos en jeroglíficos de las culturas mexicana, mixteca, zapoteca y maya, que fueron llevados a países europeos durante la invasión española a América, y en donde ahora se conservan como tesoros. Entre las deidades mexicas, existe *Xilonen*, diosa de los maíces en flor, y otras similares en las otras culturas. Entre las culturas precolombinas que se desarrollaron en México, el maíz era conocido como *cintl*, con el significado náhuatl de alimento. De ahí el nombre del *teocintle*, mencionado con anterioridad, con las raíces náhuatl *teo*=dios, y *cintl*=alimento, el alimento de los dioses. En su equivocado viaje a las Indias, Don Cristóbal Colón solamente llegó a las islas del Caribe, en donde, al tomar posesión de la isla de San Salvador, los nativos de la tribu caribe ofrecieron a los hambreados "descubridores" pan de "casave" y de "mahis", dos plantas desconocidas para ellos. Por derivación de la palabra caribe *mahis*, los españoles la transformaron en maíz, aún cuando se asume que en la lengua arawak, de la cultura del mismo nombre en las Antillas y Guyana, ya existía la palabra *macice*, con pronunciación similar en español. En idioma inglés, la planta se conoce como "corn", que significa grano o semilla dura, pero que ahora es el nombre con el que se conoce a la planta. El nombre científico *Zea mays*, se lo dio Carlos Linneo en 1737, tomando el nombre del género *Zea* del griego *zeia* que significa grano o cereal. En su periplo Don Cristóbal llevó plantas a España, de donde viajaron a Inglaterra, lugar donde se les consideró una verdadera curiosidad y eran sembradas como planta ornamental en jardines de la nobleza. A partir de su entrada a Europa, en un período menor de 100 años, el maíz se había diseminado a toda Europa, África y Asia, en donde también se le comenzó a utilizar como alimento humano.

NO TODO SON TORTILLAS, ELOTES Y TAMALES

Existe una larga lista que incluye aproximadamente 2,000 subproductos derivados del maíz. Todos los subproductos industriales se derivan de dos métodos de procesamiento del grano: el tratamiento seco y el húmedo. Del tratamiento seco se obtiene harinas gruesas y finas, usándose las primeras para la elaboración de concentrados animales y para fermentación en la elaboración de cerveza y otras bebidas fermentadas.

De las harinas de partículas más finas, se derivan productos como los cereales para desayuno y mezclas con harina de trigo para panadería, botanas, etc. En productos no comestibles, se usa en la fabricación de agregados similares al triplay, selladores de construcción, cartones, papel corrugado y barrenos para pozos petroleros.

Del procesamiento húmedo del grano se obtienen 5 productos básicos que son el almidón, la dextrosa, el jarabe dulce, el jarabe de alta fructosa y el aceite. A partir de éstos, se mencionan algunos de los subproductos que se usan como componentes en alimentos humanos:

1. Del almidón: antibióticos, aspirina y otros productos farmacéuticos; alimentos para infantes; harinas y productos para panaderías; polvos para cocinar; bebidas (cerveza, borbón); galletas y otros bocados; chicles; helados de crema; polvos cosméticos; postres (pudines, cremas); cubiertas para píldoras y otros medicamentos; rellenos de frutas para repostería; salsa; productos de carne; mostaza preparada; embutidos; jabones y productos de limpieza; sopas; azúcar en polvo; verduras enlatadas; levadura para panadería, etc.

El almidón se usa en grandes cantidades en industrias de papel y textiles, en las que se utiliza para rellenar los poros de las fibras que componen el papel o telas, dando cuerpo a los tejidos. A partir del almidón, se han sintetizado polímeros que se están probando en forma de bolsas de plástico y materiales de empaque biodegradable que podrán competir con los ahora existentes de poliestireno, una vez que los costos de producción sean suficientemente bajos para producirse en forma masiva. Estos nuevos compuestos son un reto para la industria del poliestireno, derivado del petróleo. En el proceso de extracción de almidón, se obtienen dos derivados importantes: dextrina y amilosa. De la dextrina, se obtienen gomas y adhesivos usados en estampillas postales y papelería. En el proceso de fermentación se obtiene alcohol para la elaboración de licores, medicamentos y alcohol etílico para uso como combustible gasol (gasolina + alcohol), con alcohol al 85%. La amilosa posee características especiales de absorción y se usa en la fabricación de pañales y toallas sanitarias.

2. De la dextrosa: en antibióticos; alimentos para infantes e inválidos; harinas y productos para pa-

nadería; componente de mermeladas enlatadas; bebidas (cerveza, borbón); bebidas gaseosas; cereales de desayuno; colorantes de repostería; quesos, cremas y otros productos lácteos; chicles; juegos; productos derivados de cacao; colorantes de alimentos; leche condensada; conos para helados, galletas y botanas; licores y brandy; helados de crema; postres; productos dietéticos; drogas producidas por fermentación; huevos en polvo; pescado en conserva; edulcorantes para varios usos; ácido cítrico para alimentos, jugos de frutas, frutas y verduras enlatadas; frutas en conserva; gelatinas y otros postres; sorbetes de crema; licores; productos de carne (embutidos, jamones, chorizos); medicamentos intravenosos; mantequilla de cacahuete; chícharos enlatados; elote dulce enlatado; salsas para ensaladas; catsups; jarabes dulces de mesa y medicinales; sorbitol para dulcería y dentífricos; sopas deshidratadas; especias secas para cocinar; vinagre, vinos, etc.

3. Del jarabe dulce: en alimentos para infantes; productos para panificación; bebidas fermentadas (cerveza, borbón); bebidas gaseosas; cereales de desayuno; salsas (catsup, ají, tomate); cereales preparados; chicles; productos de cacao; crema en polvo para mezclar con café; leche condensada; galletas; postres; huevos en polvo; edulcorantes; jugos de frutas; mermeladas de frutas; helados de crema; frutas en conserva; productos de malta; malvaviscos; embutidos cárnicos; drogas y productos farmacéuticos; extractos de cítricos en polvo; mantequilla de cacahuete; verduras en conserva; carnes fermentadas; salsas para ensaladas; pescados y mariscos congelados; jarabes medicinales, de mesa, de cacao; vinos aperitivos; sopas deshidratadas; vinagre, etc.

4. Del aceite de maíz: en aceite y grasas para cocinar; cápsulas para vitaminas y otros medicamentos; margarinas; mayonesa; hojuelas de papas fritas; salsas para ensaladas; sopas, etc.



Existe una larga lista que incluye aproximadamente 2,000 subproductos derivados del maíz



5. Del jarabe de alta fructosa: en polvo de panadería y repostería; jugos y frutas enlatadas; especias y condimentos; postres congelados; jaleas y mermeladas; verduras en conserva; bebidas gaseosas; vinos, etc.

La lista de usos industriales sería muy larga, pero aquí se mencionan solamente los que pueden considerarse de mayor interés. De los olotes de las mazorcas, un incómodo desperdicio después de la cosecha que normalmente se usa como combustible o se deja descomponer para ser usado como acondicionador en tierras agrícolas, se ha podido extraer la celulosa (principal componente de los olotes) por procesos de fermentación controlada, de donde se ha sintetizado un explosivo que se prevé competirá con la actual dinamita. Así también, se pueden mencionar otros subproductos como la fabricación de tintas para impresión en periódicos, grasas para zapatos, crayolas, baterías para lámparas, limpiadores para parabrisas de automóviles y muchos otros artículos hechos a base de aceite y otros derivados del maíz.

En el caso del maíz, como en el de muchas otras cosas, se desarrollarán nuevos subproductos conforme se conozca más de la química de sus componentes.

EL MAÍZ COMO ALIMENTO HUMANO

En alguna ocasión tuve la mala experiencia de tener una seria discusión con un periodista mexicano muy famoso, de los que usan su pluma, fama y prestigio profesional para publicar en periódicos y agencias noticiosas con las que laboran, sobre el concepto de que en nuestros países americanos estamos subdesarrollados porque somos "culturas del maíz". Este personaje anotaba que en los países europeos y otros países "desarrollados", el alimento básico era el trigo. El que estemos "subdesarrollados" se puede explicar por múltiples razones, pero no es porque comamos

o no maíz. Todos los cereales, incluyendo el trigo, el maíz, la cebada, el sorgo y otros, tienen contenidos de 8-10% de proteína, bajos para los estándares alimenticios, con la gran limitante de que esa proteína carece de 2 aminoácidos básicos, la lisina y el triptofano, que existen en mayores niveles en la proteína de origen animal. El valor nutricional de los cereales, en general, es su alto contenido de carbohidratos, necesarios como fuente de energía para quien los consume. En caso de no quemarse por medio de ejercicio, estos carbohidratos se acumulan en el cuerpo en forma de grasa.

Debido a esta dieta deficitaria en calidad de proteínas, existen programas de investigación que buscan la forma de resolver la baja calidad de proteína del maíz, incorporando genes que modifiquen la síntesis normal de la proteína en el grano. La respuesta se encontró en 1963, en la Universidad de Purdue, EUA, cuando se observó que algunas colecciones de maíz de Colombia poseían un gene *opaco 2* que activaba la síntesis de los aminoácidos lisina y triptofano, incorporando estos aminoácidos en la proteína. Desafortunadamente, al incorporar ese gene, se creaban una serie de problemas, como una merma de 10% en el peso del grano, granos suaves y de mal aspecto, y susceptibilidad a insectos de granos y pudriciones causadas por hongos. Por estas asociaciones negativas, la mayoría de los programas nacionales que trabajaban activamente en la incorporación de ese gene en materiales normales, abandonaron las investigaciones en esa área. Solamente el CIMMYT y más recientemente el INIFAP en México, y la Academia de Ciencias de China, continuaron trabajando en esa línea. El CIMMYT, al cabo de muchos años de selección, resolvió el problema seleccionando granos de maíz que, teniendo incorporado ese gene *opaco 2*, eran de tipo normal, con buen peso y seleccionados por resistencia contra insectos y enfermedades. El



resultado fue un maíz llamado QPM (Quality Protein Maize), maíz de aspecto normal con el gene de alta calidad nutricional en su proteína, resistente a plagas y enfermedades, y con mayor rendimiento de grano. La diseminación de variedades e híbridos con las características del QPM está siendo promovido activamente por el Dr. Norman Borlaug, receptor del premio Nobel de la Paz en 1969 e iniciador de la llamada "Revolución Verde". En países de África y Asia ya se siembran muchos miles de hectáreas con materiales con calidad de proteína.

¿Y QUÉ HAY PARA EL FUTURO?

Otras investigaciones que se llevan a cabo son las relacionadas con la resistencia al llamado estrés biótico y abiótico, es decir, problemas causados por agentes biológicos (insectos, enfermedades) o no (tolerancias a bajos niveles de nutrientes en el suelo, suelos ácidos, sequía, encharcamiento, etc.), que afectan la producción del grano. Conforme los países se desarrollan, los agricultores buscan nuevas formas de obtener mayores ganancias. En agricultura, esto se puede lograr cambiando cultivos que no tienen buena rentabilidad económica y sembrando otros cultivos que sean más remunerativos. Esto sucede con el maíz que, al no ser rentable, va siendo desplazado a tierras más pobres con mayores limitantes de producción. A la fecha, ya se tienen variedades con alto grado de resistencia a varios insectos, enferme-

dades y sequía, y existen programas de investigación en la selección de materiales tolerantes a la sequía y a bajos contenidos de nutrientes en el suelo. Es de mencionar que Colombia es el país que tiene el liderazgo en el mundo en la selección de maíces tolerantes a suelos ácidos, un problema de gran importancia en países del continente americano, Asia y África. Lo interesante es que en ese país el gobierno apoya estas investigaciones, en un afán de incrementar los ingresos de los productores y de disminuir la cuota de importación, de cerca del 50% del maíz que se consume en el país.

Usando la más novedosa y sofisticada tecnología de la llamada transformación genética de plantas, se han desarrollado nuevas plantas de maíz en las que se han incorporado genes provenientes de otras especies. Este es el caso de nuevas plantas de maíz resistentes a insectos en las que se ha incorporado un gene *Bt*, tomado de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, el cual induce a la planta a sintetizar compuestos tóxicos para los insectos. Usando esta misma tecnología, se han desarrollado nuevas plantas de maíz resistentes al herbicida glifosato.

Estamos en una etapa de grandes cambios y estamos concientes de que es necesario aumentar nuestra producción y ser autosuficientes al producir nuestros alimentos. Pero aún cuando se está trabajando activamente en resolver algunos problemas que afectan la producción del maíz,

tenemos que ignorar temporalmente muchos otros. En este sentido, la investigación es como tapar agujeros con las manos, podemos tapar dos, pero en un momento se abre otro y ya no podemos hacer mucho para resolver ese nuevo problema. Es el caso de lo que sucede con toxinas potentes de mamíferos y aves, producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *Fusarium moniliforme*, los cuales dañan los granos del maíz, produciendo aflatoxinas y fumonisinas, respectivamente. Sin duda, en algún momento tendremos que hacer algo para también resolver esos problemas, pero primero debemos resolver los problemas de aumentar la producción total del grano y no desviarnos en lo que vienen siendo problemas de conservación.

VOLVEMOS AL ORIGEN

Es claro que el maíz seguirá siendo un alimento básico e indispensable en la alimentación de la población del mundo, y que los científicos seguirán encontrando nuevos usos industriales como subproductos del maíz. También es obvio que muchos técnicos que trabajamos con maíz seguiremos estando orgullosos de trabajar con esta planta, ya no solamente para la obtención de nuevos subproductos elaborados de este grano, sino para justificar y valorar nuestro trabajo en un mundo dedicado a la conservación de los recursos naturales, donde se piensa que el origen del maíz, como el de muchos otros alimentos... ¡¡es el supermercado!!

