



MAÍZ, TRIGO Y ARROZ

LOS CEREALES QUE ALIMENTAN AL MUNDO

FÉLIX RAMOS GAMIÑO



Maíz, trigo y arroz

Los cereales que
alimentan al mundo

Félix Ramos Gamiño

Maíz, trigo y arroz

Los cereales que
alimentan al mundo

Félix Ramos Gamiño



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Jesús Ancer Rodríguez

Rector

Rogelio G. Garza Rivera

Secretario General

Rogelio Villarreal Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Mario Cesar Salinas Carmona

Secretario de Investigación, Innovación y Posgrado

Celso José Garza Acuña

Director de Publicaciones

Padre Mier No. 909 poniente, esquina con Vallarta
Centro, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000
Teléfono: (5281) 8329 4111 / Fax: (5281) 8329 4095
e-mail: publicaciones@uanl.mx
Página web: www.uanl.mx/publicaciones

Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo

Primera edición, 2013

© Universidad Autónoma de Nuevo León

© Félix Ramos Gamiño

ISBN: 978-607-433-993-2

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

Prohibida la reproducción total y parcial de este texto sin previa autorización por escrito del editor

Impreso en Monterrey, México

Printed in Monterrey, Mexico

Índice

Presentación	9
Introducción	13
Capitulo I. Los cereales	23
Capitulo II. EL maíz	33
Capitulo III. El trigo	49
Capitulo IV. El arroz	63
Acerca del Autor	77

Presentación

Dr. Jesús Ancer Rodríguez

Rector de la
Universidad Autónoma de Nuevo León

Con el propósito de presentar al público en general, de forma clara, atractiva, precisa y responsable, el conocimiento científico y tecnológico, no sólo desde el punto de vista teórico, sino también su historia, los más recientes descubrimientos, la comprensión de los avances tecnológicos y la relevancia que tienen en la vida diaria, la Universidad Autónoma de Nuevo León inicia esta colección: LA CIENCIA A TU ALCANCE.

Para integrarla, se ha invitado a participar en ella a investigadores y divulgadores de la ciencia, tanto de la entidad como de otros estados de la república, siempre con la idea de fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en todos los sectores de la población; de favorecer el

acercamiento entre la comunidad científica y la sociedad, y de impulsar la participación de los conocedores en las tareas de divulgación.

Se trata no sólo de presentar al gran público el contenido formal de las disciplinas científicas, sus leyes, teorías, postulados, hechos y aplicaciones, sino también de llevar el espíritu de la ciencia a la población de nuestra entidad y del país.

Otro propósito es el de presentar y significar a los científicos, con la idea de que, leyendo sobre ellos, podamos comprender mejor sus contribuciones al bienestar y desarrollo de la sociedad, pues si bien su investigación científica y tecnológica satisface necesidades, no deben ellos perder su rostro humano.

Vale la pena recordar que, en 1612, cuando Galileo Galilei escribió, en italiano, y no en latín, como hasta esa época se presentaban los trabajos científicos, su libro sobre las manchas solares, y más adelante, en 1632, el “Diálogo Sobre los Dos Sistemas del Mundo”, sentó las bases de la divulgación científica, pues, como le dijo en una carta a su amigo, el canónigo Paolo Gualdo: “escribo en idioma vulgar, porque quiero que toda persona pueda leerlas”.

A partir de ese momento, se sucedieron las obras en lenguaje común. En 1637, René Descartes publicó en francés su “Discurso del Método” y, en 1661, Robert Boyle presentó en inglés su obra cumbre “El químico escéptico”.

Después, la divulgación de la ciencia se ha venido nutriendo con autores como Nicolas Camille Flammarion (1842-1925), quien fundó la Sociedad Astronómica Francesa, y con sus obras popularizó la astronomía; como el ruso Isaac Asimov (1920-1992), quien además de ser autor de obras de ciencia ficción, escribió numerosos libros y columnas en periódicos para el gran público, con temas de divulgación histórica, química y medioambientales, como su último libro: “La

ira de la tierra”. Tenemos asimismo a Martin Gardner (1914-2010), excelente divulgador de las matemáticas; a Desmond Morris (1928), autor de las famosas obras “El mono desnudo” y “El zoo humano”; a Carl Sagan (1934-1996), con sus famosos libros “Los dragones del edén” y “Cosmos: viaje personal”, que se hizo una popular serie de televisión, y la novela “Contacto”, con la que, en 1997, se hizo una película; y a Stephen Hawking, quien con sus numerosas investigaciones sobre la “Teoría de la relatividad” de Einstein y el origen del universo, y con su más popular obra “Historia del Tiempo”, es, quizá, el divulgador científico más destacado en la actualidad.

En nuestro país, desde el siglo XVIII, ha habido también excelentes divulgadores, como Antonio Alzate (1737-1799), quien con una clara vocación por la física, la química, las matemáticas y la astronomía, se interesó por popularizar el conocimiento científico y, entre otras cosas, a partir de 1768, publicó semanalmente “EL DIARIO LITERARIO DE MÉXICO”, en el que ofrecía al público en general noticias sobre ciencia, y José Ignacio Bartolache (1739-1790), célebre matemático, que entre 1772 y 1773 publicó un papel periódico con el nombre de “Mercurio Volante”, donde ofrecía a la población de México noticias importantes y curiosas sobre física y medicina.

A partir de los últimos treinta años, la comunidad de divulgación científica mexicana ha cobrado una extraordinaria importancia, y se ha venido conformando con nuevas generaciones, entre las que, por falta de espacio, sólo mencionamos a Luis Estrada Martínez, formador de divulgadores, quien logró la categoría académica para la comunicación de la ciencia; Alejandra Jaidar Matalobos (1937-1988), destacada física y divulgadora, que, entre otras cosas, impulsó la colección de divulgación científica “La Ciencia desde México”, del Fondo de Cultura Económica, y René Drucker Colín, científico especializado en fisiología y neurobiología, y excelente divulgador, quien con numerosos premios y distinciones ha sido presidente de la Academia Mexicana de Ciencias y director de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

Igualmente, mencionamos a Mario José Molina, destacado químico, con trabajos sobre la capa de ozono. En 1995 recibió el Premio Nobel de Química, y ha venido realizando una extraordinaria labor de divulgación; a Julieta Norma Fierro, destacada científica en el área de la astronomía, con numerosos libros y artículos de divulgación y la realización de una serie de televisión, titulada “Más allá de las estrellas”; a Antígona Segura Peralta, quien, además de numerosas publicaciones y conferencias por todo el país, ha conducido, durante más de diez años, el programa de radio “Hacia el Nuevo Milenio”, en Radio Red.

Esta colección, “LA CIENCIA A TU ALCANCE”, se suma a todos estos esfuerzos, con la idea también de aglutinar a nuestros divulgadores de la ciencia y ser un puente de comunicación entre el mundo de la investigación científica y tecnológica y el público en general, que desea y requiere tener a su alcance el saber científico y tecnológico.

Introducción

Las hambrunas han sido una constante en la historia de la humanidad. Este fenómeno se ha registrado a lo largo de los siglos en diferentes regiones del planeta, en distinta épocas y, desde luego, por motivos diferentes. Nunca, sin embargo, se había presentado una situación como la que vivimos en la actualidad, en que, según cifras de la ONU, reiteradas durante la celebración del Congreso



bioMonterrey 2011, Proyecto de Nación en Biotecnología, mil millones de seres humanos padecen hambre.

Las cifras no se quedan ahí; la situación se agrava y se vuelve más preocupante, si consideramos que –todavía de acuerdo con cifras del organismo internacional- alrededor de 24,000 personas mueren diariamente por hambre o por causas relacionadas con el hambre, y el 75 por ciento de los fallecidos son niños que no llegaron a los cinco meses de edad.

Sobre este particular, el Instituto de Desarrollo y Política Alimentaria afirma que la hambruna y las guerras causan sólo un diez por ciento de las muertes por hambre, aun cuando son éstas las que más impactan a la opinión pública. La mayoría de las muertes por hambre se deben a desnutrición crónica, ya que las familias no consiguen alimentos en cantidad –ya no digamos calidad- suficiente para satisfacer sus necesidades.

A final de cuentas, la causa primaria de esta situación es la pobreza extrema, la que con tintes más desgarradores se presenta en los países en vías de desarrollo.



La hambruna

La hambruna se define como la situación que se da cuando un país o una región geográfica no cuenta con los suficientes alimentos y recursos para satisfacer las necesidades de la población, por lo que se eleva la tasa de mortalidad debido al hambre y la desnutrición.

Aunque desde la remota antigüedad se ha presentado este fenómeno, es



memorable el pasaje que narra la *Biblia*, cuando el faraón de Egipto tuvo un sueño, en el que aparecían siete vacas gordas, a las que siguieron otras siete vacas flacas, que se comieron a las primeras.

Relata la *Biblia* que, intrigado por el sueño, el faraón llamó a sus sabios para que le explicaran su significado, pero nadie pudo hacerlo. Alguien le recordó al faraón que en la cárcel estaba un joven israelita, José, quien había ganado fama de saber interpretar sueños, y el rey lo mandó llamar.

Tras escuchar la narración, José le dijo al rey que se presentarían en Egipto siete años de gran abundancia, en que las cosechas serían extraordinarias. Sin embargo, aclaró, a estos siete años de abundancia extraordinaria seguirían otros siete de sequía y malas cosechas, por lo que le sugirió al rey tomar las providencias necesarias para almacenar granos de los siete años de abundancia, a fin de poder hacer frente a la hambruna que podría presentarse en los siete años siguientes. Y tal como José lo dijo, así fue.

Respecto de otras hambrunas que han azotado a la humanidad, *Wikipedia* hace una recopilación, de la cual consideramos los siguientes datos:

Hambruna en Irlanda

En 1845 se produjo una gran hambruna en Irlanda. Antes, la mitad de la población de la isla (ocho millones de habitantes) se alimentaba principalmente de papas, un tubérculo originario de América, que tradicionalmente se ha considerado que llegó para quitar el hambre a Europa. La papa, que los mismos irlandeses cultivaban, se convirtió en parte fundamental de su dieta, pero durante varios años seguidos la cosecha fue muy mala, por causa de una plaga.

La cosecha de 1845 fue destruida por un hongo (*Phytophthora infestans*) conocido como roya, que llegó a Europa desde América del Norte. Miles de personas se dirigieron a los pueblos y ciudades en busca de ayuda, pero la situación ya imperante, a la que se sumaron las grandes concentraciones humanas, se agravó de manera alarmante, con epidemias de fiebre tifoidea, cólera y disentería, que rebasaron con mucho las posibilidades del gobierno, de los terratenientes y de diversas organizaciones para brindar ayuda a los pobres. Tres años

después, en 1848, Irlanda había perdido un millón de habitantes, víctimas la mayoría del hambre y las enfermedades, en tanto que más de un millón emigró a otros países.

Hambrunas en la India

A finales del siglo XIX –según la recopilación de *Wikipedia*– se produjeron en la India una serie de frecuentes y devastadoras hambrunas, las más catastróficas en este país. Aproximadamente 25



brotos de hambruna se extendieron por los estados de Tamil Nadu, en el sur del país; Bihar, en el norte, y Bengala en el este.

Estas hambrunas, que dejaron entre 30 y 40 millones de víctimas fatales, fueron resultado de problemas climatológicos, con cambios en el régimen de lluvias, que alternaban sequías con inundaciones. Empero, no fue éste el único motivo de las hambrunas. Mucho tuvo que ver la administración de los británicos, que cambiaron arbitrariamente la vocación de las tierras.

Así, tierras que eran cultivadas por los campesinos indios con productos elementales para su subsistencia, fueron utilizadas para plantaciones de té y algodón. Asimismo, las restricciones en el comercio interno y los altos impuestos que los indios se veían obligados a pagar a los ingleses, así como la desastrosa guerra con Afganistán, originaron una gran inflación y una sustancial exportación de productos de la India a Inglaterra.

Ante esta grave situación, algunos ciudadanos ingleses, tales como William Digby, abogaron por reformas legales y ayuda oficial para resolver el problema de la hambruna, pero el gobernador general en aquella época, Lord Lytton, se opuso decididamente a cualquier cambio. De esta manera, las hambrunas siguieron hasta que, en agosto de 1947, la India logró su emancipación del gobierno británico.

Hambruna en la Unión Soviética

En el invierno de los años 1932 y 1933 se produjo una severa hambruna en amplias regiones de la Unión Soviética, que afectó a las regiones del Volga, Ucrania y Kazajistán. Ya en el año 1921 se había presentado otra hambruna, pero la segunda, según los historiadores, fue creada principalmente de manera artificial, aunque se agravó por problemas climáticos.

José Stalin, quien había llegado al poder en 1924, implantó una política de colectivización de la agricultura, lo que los campesinos carentes de tierras

acogieron con entusiasmo, en tanto que los terratenientes se opusieron a la medida, en ocasiones en forma violenta, por lo que estallaron numerosas revueltas. Stalin, como férreo dictador que era, envió al Ejército Rojo a sofocar los disturbios. Miles de disidentes fueron capturados y enviados a campos de trabajos forzados en Siberia, o fusilados.

Al mismo tiempo, se aumentó la cuota de alimentos que debían entregar las repúblicas de la Unión Soviética, particularmente Ucrania. Esta situación provocó falta de alimentos en las regiones más fértiles, y la consecuente hambruna masiva en el lugar que había sido considerado el Granero de la URSS. En los peores momentos de esta crítica situación, llegaron a morir hasta 25,000 personas por día, y las estimaciones indican que el número total de muertes pudo haber sido de 3.5 millones de personas.

Hambrunas en Etiopía

Durante la administración de Haile Selassie en Etiopía, se produjo, a principios de la década de 1970, una terrible hambruna, que dejó un



saldo de más de 300,000 víctimas. El fenómeno, según las estimaciones de *Wikipedia*, se debió a una intensa sequía, la cual, agudizada por el atraso de la agricultura etíope, redujo la producción de alimentos en el país, aunque las regiones más afectadas fueron las provincias de Welo y Tigray, donde se registraron las muertes mencionadas. Aunque esta situación se mantuvo oculta por un tiempo, se tradujo finalmente en el debilitamiento del régimen y en el derrocamiento de la monarquía.

Todavía no lograba el país recuperarse de esta catástrofe, cuando, a principios de la década de 1980, se presentó otra intensa sequía, que afectó principalmente a la población rural y provocó nueva hambruna, con saldo de casi un millón de muertos. Como consecuencia, cientos de miles de personas buscaron refugio en el exterior.

A principios de 1985, unos 7.7 millones de personas sufrían todavía la escasez de alimentos. De éstas, 2.5 millones estaban en peligro directo de hambre. Es del dominio público el hecho de que el desaparecido cantante, Michael Jackson, entonó la canción *We are the World*, en honor del pueblo etíope.

Hambruna en España

Después de la Guerra Civil en España, unas 200,000 personas murieron de hambre entre los años 1939 y 1945. Sin embargo, un estudio realizado en el año 1941 revela que la hambruna en el país no fue producto de la Guerra Civil ni de una prolongada sequía, sino de la política autárquica promovida por el gobierno franquista.

El Año de Hambre en el México Virreinal

México no ha escapado a las hambrunas. Aunque este fenómeno se presentó en varias ocasiones durante la dominación española, la situación más crítica ocurrió en 1785-1786, en el llamado “Año de Hambre en México Colonial”. Un artículo, publicado por David J. Robinson, del



Departamento de Geografía, de la Universidad de Syracuse, Nueva York, analiza la situación y, ante la falta de datos oficiales, estima, sobre todo por consultas realizadas en los registros parroquiales de la época, que la cifra de muertos puede haber llegado al medio millón de personas.

Señala el autor que “Las sequías, heladas fuera de estación, y climas fríos prolongados, además de escaseces agrícolas producidas por factores sociales, y epidemias periódicas, tuvieron impactos devastadores sobre la estructura socioeconómica de Hispanoamérica colonial. Uno de los desastres de hambre afectó una gran región de México colonial, en los comienzos del verano de 1785 y persistió hasta el otoño de 1786. Desde los primeros estudios de Humboldt, el “Año de Hambre”, como fue llamado por contemporáneos, ha sido identificado como la crisis más significativa que afectó el período posterior al siglo XVI en México colonial.

“Humboldt (sub) estimó que más de 300,000 muertes resultaron de la persistencia de la crisis, y muchos análisis recientes (Morin, Garner, Van

Young, Cuenya, Thomson, Brading, Martin, Trautmann, etc...), quienes han investigado la evolución del tardío México colonial, destacan la importancia de los eventos de los años 1785-86”.

Situación actual

En la actualidad, la pobreza extrema en que viven más de 50 millones de mexicanos puede ser causa de una hambruna generalizada. De hecho, ya se han presentado brotes en varios estados de la república, según alertó el diputado priísta Óscar García Barrón, presidente de la Comisión de Reforma Agraria de la Cámara de Diputados.

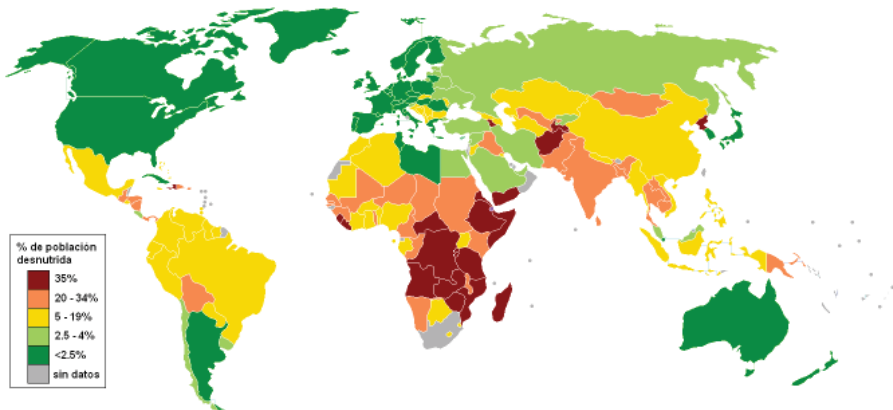
De acuerdo con el legislador, “la carencia de alimentos se presenta ya en entidades como Durango, Zacatecas, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Oaxaca y Guerrero, entre las más afectadas”.



Pobreza en el mundo

La cifra anteriormente citada, en el sentido de que hay en el mundo mil millones de seres humanos que sufren hambre, tiene su origen más común en la pobreza. Preocupantes, por decir lo menos, resultan los siguientes datos:

- Más de mil millones de personas viven en la pobreza.
- En África, casi uno de cada cuatro seres humanos está malnutrido.
- En América Latina, casi una de cada ocho personas se va a la cama con hambre cada noche.
- En Asia y en el Pacífico, el 28 por ciento de la población está a punto de morir de hambre.
- En el Oriente cercano, una de cada diez personas está insuficientemente alimentada.
- En Somalia, la mayor parte de la población rural ya agotó sus provisiones de alimento, y está limitada a una sola, e insuficiente, comida al día.



Capítulo I

Los cereales

El problema de la pobreza y del hambre no puede tener soluciones simplistas. Se requiere de la participación de todos los países para buscar soluciones globales. Sin embargo, la mayor parte de los expertos en política alimentaria proponen, como punto de partida, disminuir en forma drástica la producción y el consumo global de carne, ya que parte importante de la producción



mundial de granos se destina a la alimentación de los animales. La población mundial acaba de rebasar los siete mil millones de seres humanos, y su alimentación no puede estar subordinada a una dieta de carne. Los seres humanos tenemos que consumir otros alimentos, y la opción más viable son los vegetales, cuya producción debe incrementarse de manera importante, particularmente en lo que se refiere a los cereales.

Entre éstos, los que más se producen y que más contribuyen a la alimentación de la humanidad son el maíz, originario de México, el trigo y el arroz. Por esta razón, se puede aseverar que maíz, trigo y arroz son los cereales que alimentan al mundo. Son éstos, en efecto, los que han venido a paliar las hambrunas sufridas por la humanidad a lo largo de la historia.

Sobre este particular, en la edición número 50 de la revista *Ciencia / Conocimiento / Tecnología*, del 16 al 29 de marzo de 2007, el doctor Julio César Vega Arreguín escribe: “El arroz, el maíz y el trigo son indudablemente los tres cereales que más se cultivan en el mundo y los de mayor consumo humano. En los últimos años se ha estimado que el arroz ocupa aproximadamente 148 millones de hectáreas; el maíz, 140 millones, y el trigo, un poco más de 200 millones. Juntos proveen más del 60 por ciento de las calorías y proteínas necesarias en nuestra dieta diaria”.

En la misma publicación, el doctor Sergio R. Othón Serna Saldívar se remonta a la antigüedad, y recuerda que “La agricultura comenzó hace unos 12 mil años, y desde entonces ha jugado un papel fundamental en el suministro de los alimentos y en el desarrollo de la humanidad. Desde ese entonces, los cereales han sido considerados la columna vertebral de la agricultura y el manantial más prolífico y abundante de alimentos”.

Destaca, asimismo, su convicción de que “El arroz, trigo y maíz continuarán siendo el sostén de la humanidad, especialmente en el mundo subdesarrollado. Los fitomejoradores y agrobiotecnólogos

desarrollarán nuevas variedades e híbridos que mantengan su alta productividad en el campo, pero que contengan valores agregados, como un alto valor nutritivo y propiedades nutracéuticas o de beneficio probado en salud”.

Presencia en los cinco continentes

En nuestros días, los cereales tienen presencia en los cinco continentes, y su mayor o menor nivel de producción obedece tanto a las posibilidades que ofrece la agronomía, como a la demanda de la población. Sin embargo, no siempre fue así. La presencia de los cereales fue diferenciada en sus inicios, y los tres cereales principales en la alimentación humana: maíz, trigo y arroz, han caracterizado la evolución social y económica de los continentes del globo, y con ellos se les identifica.

Aun cuando sus orígenes se remontan a la antigua Mesopotamia, el trigo es considerado el cereal de Europa y elemento primordial en la alimentación de los europeos; el maíz, con origen en México, es el cereal



americano, y el arroz es el cereal asiático. De la misma forma, el sorgo, y su “pariente cercano”, el mijo, son los considerados cereales africanos.

Contribución de los cereales a la alimentación

Los cereales –su nombre se deriva de Ceres, la diosa romana de la agricultura- son un grupo de plantas dentro de otro más amplio: las gramíneas. La semilla y el fruto son prácticamente una y la misma cosa: los granos de los cereales, y los más utilizados en la alimentación humana son el maíz, el trigo y el arroz, pero también resultan importantes la avena, la cebada, el centeno y el mijo. Algunos cereales, como es el caso del trigo, la espelta y el centeno, contienen gluten, una proteína especial, que permite la elaboración de pan, y por eso se les llama cereales panificables.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en todos los años de este incipiente milenio, la producción mundial de granos ha superado los dos mil millones de toneladas; de las cuales, un mil doscientos millones de toneladas se logran por lo general en los países en desarrollo, en tanto que los países desarrollados no han logrado que su producción alcance los mil millones de toneladas. En cuanto a la producción por continentes, con base en el año 2008, las cifras de la FAO son las siguientes: Europa, 20.1%; Asia, 42.9%; América, 28.6%; África, 6.6%, y Oceanía, 1.9%.

Alimentación e importancia económica

Cuando el ser humano aprendió a cultivar los cereales –hace diez o doce mil años- pudo pasar de su condición de nómada a la de sedentario. En cada zona geográfica del planeta predomina cierto tipo de cereal sobre los otros; pero, en todos los casos, los cereales son básicos en la alimentación de los pueblos, los cuales han creado en torno a ellos toda una tradición gastronómica, propia de la respectiva cultura.



Gracias a su contenido de almidón, de vitaminas, fibra dietética y azúcares de descomposición lenta, así como a su importante aportación de proteínas, carbohidratos y minerales, los cereales son la fuente más importante de nutrientes, y han constituido por lo tanto, a lo largo de la historia, elemento fundamental para la alimentación de la humanidad.

Así, por sus características nutritivas; por su costo relativamente moderado; por su capacidad para provocar pronta experiencia de saciedad; por su versatilidad y por la facilidad de su tratamiento agroindustrial o culinario, los cereales han sido, desde tiempo inmemorial, producto básico en la alimentación de los pueblos, y su consumo es adecuado para cualquier edad o condición.

A nuestra mesa llegan los cereales en las más variadas presentaciones: La tortilla (de maíz o de trigo) es, en el caso de México y de varios países de América, la presentación más conocida y tradicional de los cereales.



El pan (de maíz o de trigo, aunque también puede ser de centeno) es un alimento prácticamente infaltable en nuestras comidas.

Las pastas se pueden consumir en sus variedades de macarrones, fideos, espaguetis, estrellitas, sopa de letras, etc...

Galletas, dulces, hojarasca son elaboradas principalmente a base de trigo.

Los cereales expandidos son, en el acelerado mundo de nuestros días, el desayuno principal para gran cantidad de personas de todas las edades y condiciones sociales.

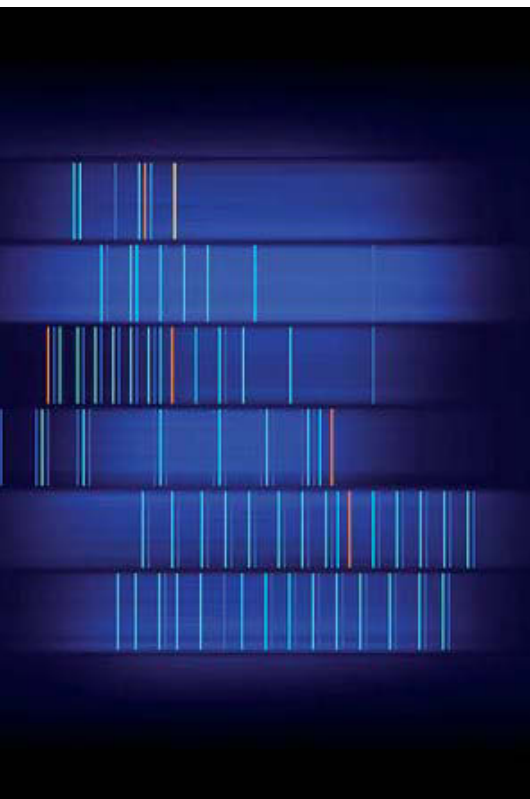
En este apartado, es necesario mencionar que gran parte de la producción mundial de cereales –incluso el trigo, tradicionalmente casi exclusivo para la alimentación del ser humano– se utiliza en la alimentación animal. En los países desarrollados, el 56 por ciento del consumo de cereales es para la alimentación del ganado y, en los países en desarrollo, el porcentaje de cereales destinado a este rubro es del 23 por ciento.

Si se considera la situación global, el 37 por ciento de la producción de cereales se destina a la alimentación de animales de granja. Para ello, se puede utilizar el grano entero; el grano triturado e incorporado a los piensos; el grano triturado, incluso con la cubierta de la semilla; en plantas enteras, cosechadas antes de su maduración, como es el caso del maíz y el sorgo. En el caso de algunos cereales, también se pueden aprovechar en la forma de paja.

Aun cuando –como se comentó líneas arriba- en todos los años de este siglo incipiente, las cosechas de cereales han superado los dos mil millones de toneladas, en el año 2010, según cifras de la ONU, la producción fue de dos mil 70 millones de toneladas, lo que representa –si consideramos todavía una población mundial de seis mil millones de seres humanos- 345 kilogramos por persona. Sin embargo, tomando en cuenta el consumo animal de cereales, el promedio por cada ser humano quedó en un estimado de 155 kilogramos.

En los casos de los países considerados grandes productores, una parte de la disponibilidad de cereales va destinada al consumo interno, en tanto que otra parte se destina al mercado internacional. En contraste, los países considerados pequeños productores, como no pueden satisfacer con sus cosechas la demanda interna, tienen que recurrir a las importaciones, cuando se lo permiten sus condiciones financieras.

En el caso de los tres cereales fundamentales que aquí se han citado, podemos decir que el arroz se destina casi en su totalidad al consumo humano, y sólo a una reducida cantidad se le dan otros usos; el trigo es, en su mayor parte, destinado al consumo humano, aunque un porcentaje importante de la producción se destina a la alimentación del ganado y a otros usos; el maíz, en América Latina, se destina fundamentalmente al consumo humano, pero parte importante se utiliza también en la alimentación del ganado y de animales de granja; en los países europeos, este cereal se destina fundamentalmente a la alimentación animal y a la fabricación de biocombustibles.



El genoma de los cereales

Las ciencias biológicas vivieron, durante los últimos años del siglo XX, una verdadera revolución, gracias a que los conocimientos científicos en diferentes campos de la actividad humana, y los indiscutibles avances tecnológicos –que se han acelerado en estos primeros años del siglo XXI– hicieron posible el inicio de labores de investigación para revelar las secuencias de los genomas de diferentes especies.

Obviamente, el caso más importante fue el proyecto genoma humano, que tenía como objetivo fundamental determinar la secuencia de pares de

bases químicas que contienen el ADN y cartografiar los aproximadamente 20,000 – 25,000 genes del genoma humano, desde un punto de vista físico y funcional.

El proyecto se inició en el año 1990 –con un término estimado de 15 años de estudios–, con la participación del Departamento de Energía y de los Institutos Nacionales de la Salud de los Estados Unidos, bajo la dirección de James T. Watson. Sin embargo, en el año 2000 se presentó un borrador inicial, y la presentación del genoma humano completo tuvo lugar en el año 2003, dos años antes de lo inicialmente programado.

A la par con el proyecto del genoma humano, se iniciaron estudios para determinar los genomas de otros organismos, y el primero que se dio

a conocer fue el de la *Arabidopsis Thaliana*, una planta pequeña con un breve ciclo de vida, que ha sido considerada planta modelo.

Empero, el mayor interés de los científicos estaba concentrado en el genoma de plantas que tienen mayor impacto económico en el mundo de nuestros días, y que han acompañado a la humanidad prácticamente desde su aparición en el planeta. Se trata de las plantas conocidas como gramíneas (*Poacea*), en cuya familia ocupan importante lugar los cereales, plantas herbáceas que se cultivan por sus frutos comestibles, entre las cuales encontramos, de manera preponderante, aquéllas que constituyen el objeto principal del presente texto: maíz, trigo y arroz.

Los científicos consideran que la domesticación de los cereales –entre ellos el trigo y la cebada- fue de total importancia para el desarrollo de las primeras civilizaciones en la antigua Mesopotamia. En el caso del maíz, éste jugó un papel esencial para el florecimiento de las culturas precolombinas en América.

Un artículo de BIOGENIC Biólogos Genetistas Colombianos establece: “Las experiencias obtenidas en la secuenciación de otros organismos fueron aplicadas en los proyectos de cereales. Sin embargo, hasta el momento solo especies con dos series de cromosomas (diploides), con un genoma pequeño, han sido exitosamente secuenciadas. Tal es el caso del arroz (con un tamaño del genoma de 389 megabases (Mb), el maíz (2300 Mb), y el sorgo (760 Mb). En el caso de los cereales con más de dos series de cromosomas (poliploides) de la familia *Pooideae*, tales como el trigo (16000 Mb),



la cebada (5000 Mb) y la avena (11000 Mb), no se ha reportado una secuencia completa debido a sus enormes genomas”.

Más adelante, el mismo artículo señala: “De las especies diploides, el genoma del arroz fue el primero en ser reportado”. “El proyecto fue inicialmente programado para diez años, pero fue realizado en tan sólo seis años.

“Paralelamente a la publicación de la secuencia del arroz (sigue el artículo), en 2005 tres agencias gubernamentales de los Estados Unidos de Norteamérica (National Science Foundation (NSF), The Department of Energy (DOE) y United States Department of Agriculture (USDA) soportaron con US \$32 millones la secuencia de los 2,300 Mb presentes en el genoma del maíz. Cuatro años después, el genoma de esta especie americana fue publicado”.

Capítulo II

El maíz

Origen

Después de varias décadas de estudio, y de gran cantidad de publicaciones a partir del año 1985, la comunidad científica internacional ha llegado a la conclusión de que el teocintle anual mexicano, denominado *Zea mays ssp parviglumis*, perteneciente a la raza Balsas, es el ancestro del maíz. Asimismo, existen evidencias





de que las poblaciones en que se dio de manera preponderante el origen de este cereal son las ubicadas en los actuales estados de Michoacán, México y Guerrero.

Lo aseguran así, en artículo publicado en *Claridades Agropecuarias*, los científicos Claudia A. Bedoya y Víctor H. Chávez Tovar, quienes destacan que “dos importantes descubrimientos han ayudado a reformular el entendimiento de la domesticación y la dispersión temprana del maíz. El primero es la acumulación de evidencia genética (de) que el maíz ha surgido de un teocintle anual (*Zea mays ssp parviglumis*) que se encuentra actualmente en la región del río Balsas al oeste de México (Matsuoka et al., 2002). El segundo, los resultados que se han generado por espectrometría de masas por acelerador (AMS), en la datación de carbono-14 de muy pequeños fragmentos de maíz, determinando una confiable cronología para la comparecencia inicial y eventual dispersión del maíz (Staller et al., 2006)”.

Los mismos autores señalan que la domesticación de los cultivos en el México prehispánico tuvo lugar hace aproximadamente 10,000 años; pero,

en el caso específico del maíz, -y para ello citan a Matsuoka et al.-, datos moleculares sugieren que la domesticación del maíz ocurrió hace unos 9,000 años, lo que resulta consistente con la evidencia arqueológica.

Diversos autores refieren que, antes de la llegada de los españoles, los indígenas utilizaban un sistema muy simple para el cultivo del maíz. Hacían hoyos en el suelo, y en ellos echaban las semillas, que después espolvoreaban con ceniza. Encima colocaban un pez muerto, que servía como fertilizante, y luego cubrían las semillas con la tierra.

Las semillas mejoradas de maíz de nuestros días requieren de mejor tecnología, pues de preferencia se han de plantar en terreno arcilloso, con buen sistema de desagüe y cálido. Para que haya una más abundante producción, es recomendable proceder a la siembra después de una cosecha de leguminosas, en rotación con otras plantas.

Propiedades medicinales

La página www.botanical-online.com atribuye diversas propiedades medicinales al maíz, y señala, de manera sucinta:

“La decocción de barbas de maíz, a razón de 50 g. por litro durante 20 minutos, constituye uno de los recursos naturales más importantes para aumentar la diuresis o eliminación de líquidos del organismo. Tomar cuatro vasos diarios de este preparado estimula los riñones haciendo aumentar la



necesidad de orinar, lo que constituye un recurso muy importante en un conjunto de anomalías corporales”.

Entre todas las afecciones para las que puede utilizarse la infusión de barbas de maíz, la mencionada página cita las siguientes:

- **Obesidad:** Muy útil para perder peso, motivo por el cual entra en la composición de la mayoría de los preparados para ese objetivo.
- **Hipertensión:** La eliminación de líquidos corporales contribuye a rebajar la presión arterial alta.
- **Cálculos renales:** Esta preparación previene la formación de piedras en el riñón o ayuda a disolverlas.
- **Cálculos biliares:** Igualmente útil resulta la ingestión de este líquido en la prevención de piedras en la vesícula.
- **Cistitis:** El aumento en la micción puede ayudar a expulsar los microorganismos causantes de inflamaciones en la vejiga.
- **Nefritis:** El aumento en la micción puede ayudar a expulsar los microorganismos causantes de inflamaciones del riñón.
- **Edemas:** Ayuda a eliminar agua, por lo que resulta indicado en los casos de excesiva acumulación de líquidos en el organismo, en forma de edemas.
- **Insuficiencia cardíaca:** Se ha utilizado como recurso para mejorar los síntomas de la insuficiencia cardíaca en relación con la acumulación de líquidos corporales que esta enfermedad conlleva (tobillos hinchados, abdomen hinchado, aumento de peso, etc...) **Tratamiento peligroso. Consultar previamente con el médico.**



- **Insuficiencia renal:** Se ha utilizado como recurso para mejorar los síntomas de la insuficiencia renal en relación a la retención de líquidos corporales que esta enfermedad conlleva (tobillos hinchados, abdomen hinchado, aumento de peso, etc...). **Tratamiento peligroso. Consultar previamente con el médico.**
- **Síndrome premenstrual:** Puede utilizarse este preparado para reducir la hinchazón que acompaña al síndrome premenstrual.

El maíz como alimento

El maíz, por su composición intrínseca, es rico en hidratos de carbono y, en consecuencia, constituye un alimento que sacia y es capaz de calmar el hambre durante largo rato, sin que la persona que lo consume tenga que recurrir a otros alimentos ricos en grasas, pero menos saludables para el organismo.

Se trata, asimismo, de un alimento con elevada proporción de proteínas, aunque no asimilables por completo por el organismo, por lo que, consideran los estudiosos, es recomendable combinar su consumo con verduras y legumbres, así como con carnes, pescado, huevos o leche.

Otras características del maíz consisten en que tiene gran riqueza en fibra soluble y es muy rico en vitaminas del grupo B.

Asimismo, el maíz es muy versátil en la cocina, de manera que sus formas de consumo pueden ser casi tan variadas como la imaginación de las personas que lo preparan.

De hecho, en el caso particular de México, aparte de la tradicional tortilla con que acompañamos casi todos los alimentos, tenemos las más diversas presentaciones y preparaciones según el Estado de la república de que se trate.

Asimismo, la página web citada líneas arriba, hace las siguientes sugerencias para su preparación:

“Cocinado como verdura: Se puede comer hervido como verdura al vapor. (El tiempo de cocción no deberá sobrepasar los ocho minutos. Las mejores mazorcas son las que tienen la vaina cerrada, los granos lisos y tiernos y, cuando se aprietan, resuman fácilmente un líquido lechoso.

“En ensaladas: Crudo, en forma de granos tiernos que se añaden a las ensaladas o pequeñas mazorquitas tiernas que complementan las mismas. Hay que utilizar mazorcas del día, para que el maíz sea tierno y no enrancie. Conviene guardar las que sobren, en la nevera.

“Polenta: La harina del maíz, junto con el aceite y el queso, sirven para elaborar un puré que puede acompañar otras combinaciones de verduras o carnes. Es muy habitual en la cocina italiana, especialmente



en la región del Piamonte. Puede comerse como puré o en forma de tortitas horneadas o tostadas.

“Palomitas: Que se obtienen calentando el maíz en una sartén o en el microondas. Pueden comerse solas, aderezadas con un poco de aceite de oliva y sal, o envueltas en azúcar caramelizado, queso, etc... Hay que hacer notar que, aunque resultan muy atractivas y muy buenas para el paladar, su contenido en nutrientes es muy bajo, dado que prácticamente sólo contienen almidón.

“Tortitas de maíz, arepas u oji: Son variedades de harina de maíz, tratada con diferentes procesos para mejorar sus propiedades alimentarias. Muy habituales en las cosechas americanas o africanas, requieren unos conocimientos culinarios muy específicos, por lo que es mejor recurrir a restaurantes dedicados a este tipo de comida. Los restaurantes mexicanos o afroamericanos pueden servirnos de ayuda en este tema.



“**Cereales:** Los copos de maíz se elaboran a partir del cereal triturado que se ha sometido a un proceso de cocción, junto con endulzantes (sirope, miel o azúcar) y transformado en copos por un proceso de prensado en frío. Resultan muy adecuados en el desayuno, mezclados con el yogur, el kéfir o la leche”.

Variedades del maíz

Los tipos de maíz, de conformidad con sus características, los da a conocer el doctor Serna Saldívar, citado líneas arriba, y son los siguientes:

Dentado: Se trata de la clase más abundante en el mundo, dada su alta productividad en el campo. Posee una hendidura en la corona de la cariósida y la característica forma dentada. La gran mayoría posee un endospermo amarillo y suave.

Cristalino: Es un maíz de forma esférica o lagrimal que no posee una hendidura en la corona. Los granos son más pequeños y densos que los dentados. Son generalmente de textura vítrea y de color blanco o amarillo.

Amarillo: Son los maíces más producidos en el mundo, con alto contenido de pigmentos carotenoides en el endospermo. Son los maíces canalizados hacia alimentación animal y preferidos por la industria refinadora de almidón.

Blanco: Es maíz con bajo contenido de carotenoides en el endospermo. La gran mayoría es canalizado hacia la industria alimentaria productora de harinas, botanas y pan.

Pigmentados azul o morados y rojos: Son maíces con endospermo blanco y suave, que posee alta pigmentación en la capa de aleurona que le da su apariencia azul/morada. Se utiliza para la fabricación de botanas y elaboración de platillos típicos.

Palomero: Es un mutante de maíces cristalinos o vítreos, con una tasa de expansión de hasta 36 veces su volumen original. La tasa de expansión está en función del endospermo vítreo y grosor de pericarpio.

Ceroso: Se trata de maíces generalmente dentados y amarillos, con bajo contenido de amilosa (0-5 por ciento), con apariencia serosa del endospermo, utilizados por la industria refinadora de almidón. El almidón ceroso tiene propiedades funcionales contrastantes con el almidón procedente de endospermos normales. Es el menos susceptible a la retrogradación.

Alto en amilosa: Se trata de mutantes de maíces que poseen hasta 50 por ciento de amilosa. Todavía no se siembran comercialmente. Son altamente resistentes al cocimiento, y podrían ser utilizados para la producción de algunos cereales de desayuno o botanas.



Dulce: Conocido desde tiempos prehispánicos como *Chullpi*, es considerado como cultivo hortícola, con ventas que exceden los 260 millones de dólares al año en los Estados Unidos. El gene *su* altera la composición de carbohidratos y retarda la síntesis de almidón, en tanto que incrementa los niveles de sacarosa, glucosa y fructosa.

Opaco 2 y de alta calidad proteica: El maíz suave opaco 2 fue descubierto en 1964 por el doctor E. Mertz. Contiene el doble de lisina y triptofano que el maíz regular y una buena calidad proteica, especialmente para niños e infantes. El desarrollo de los maíces QPM o de alta calidad proteica se basó en la retrocruza de maíces normales con maíces opacos 2, para obtener granos con textura más dura y alto contenido de lisina y triptofano.

Alto en carotenoides: Este tipo de maíz contiene alta pigmentación de carotenos y xantofilas en el endospermo, y se utiliza principalmente

en la alimentación de aves, para propiciar coloración amarilla en la piel y una coloración más fuerte en la yema del huevo.

Alto en aceite: A este tipo de maíz también se le denomina alto en energía. Fue desarrollado para ofrecer mejor alimento a los animales domésticos. Estos maíces tienen seis por ciento de aceite, en lugar del tres por ciento en maíces regulares. Existen maíces pigmentados con alto contenido de aceite.

Pozolero o cuzco: Es maíz dentado de color blanco, que produce las más grandes carióspsides, y cuyo endospermo es suave o harinoso. Debido a su tamaño y suavidad, es utilizado para elaborar botanas y pozole.

El huitlacoche

Aunque no muy popular en la región noreste de México, somos muchas las personas que alguna vez hemos probado un hongo que se produce en las mazorcas de nuestras milpas y que, aunque de aspecto poco grato a la vista, constituye una verdadera delicia culinaria y un agasajo para el paladar. Se trata del llamado huitlacoche (¿quién no recuerda al famoso boxeador mexicano de la década de los años 50 y 60, José Medel, originario del barrio de Tepito, y apodado *El Huitlacoche*?).

Al respecto, *Wikipedia* dice que el huitlacoche o cuitlacoche, cuyo nombre científico es *Ustilago maydis*, es una especie de hongo



comestible, parásito del maíz, que puede atacar todas las porciones de la planta, aunque lo hace con más frecuencia en las mazorcas. Las plantas atacadas desarrollan malformaciones, como agallas abultadas, en un principio de color gris pálido, pero que se oscurecen conforme se aproxima la maduración, y que en su interior contienen esporas reproductivas en un tejido esponjoso de color negro.

Y aunque muchos agricultores en diferentes partes del mundo consideran este hongo como una plaga, en México tiene alto valor culinario, y se cultiva raspando las hojas de la mazorca, para que las esporas tengan contacto con los granos, a fin de fomentar el crecimiento.

La misma enciclopedia libre añade que “En México este hongo es considerado como una herencia culinaria desde épocas prehispánicas. El huitlacoche puede consumirse mientras todavía no llega a la maduración, y las esporas todavía no se desecan, como ocurre justo antes de la esporulación. El hongo normalmente es consumido guisado con ajo, epazote y acompañado con alguna salsa. También es ingrediente de platillos como quesadillas, tacos, omelettes, crepas, pudines y sopas”.

Más adelante, *Wikipedia* afirma que “La apreciación y uso culinario de este hongo varía mucho en función del contexto. En algunos restaurantes exclusivos en Europa y Estados Unidos, el huitlacoche es considerado un ingrediente exótico de alta cocina, utilizado por chefs de prestigio”.

Harina de maíz y sus propiedades

“Además de comer los granos secos o tiernos del maíz o utilizar la mazorca para comer como una hortaliza fresca, la molienda del maíz permite extraer la harina de maíz con la que se elaboran muchos preparados alimenticios”.



La página www.botanical-online.com, que señala lo anterior, consigna también que “La harina de maíz es el polvo, más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano seco del maíz. Puede ser integral, por lo que presenta un color amarillo, o refinada, en cuyo caso es de color blanco. Está formada fundamentalmente por almidón y zeína, un tipo de proteína.

“La principal ventaja de la harina de maíz con respecto a otras harinas, como las de trigo, cebada, centeno o avena, es el hecho de carecer de gluten, por lo que resulta adecuada para las personas con enfermedad celiaca o intolerancia al gluten. Esto permite preparar una serie de platos que son adecuados para este tipo de enfermos. Por otra parte, por el hecho de carecer de gluten, no puede utilizarse este tipo de harina como ingrediente exclusivo en la fabricación de pan, si no se combina con otras harinas panificables (trigo, cebada, centeno o avena). Esto no implica que no sea utilizado como “pan” básico en algunas culturas”.

De todos es conocido que la harina de maíz –obtenida de manera industrializada, como la que produce la empresa mexicana MASECA- o el conocido nixtamal, procesado artesanalmente en molinos populares, constituye un componente básico en la alimentación de muchos países americanos y africanos. Con este material se elaboran las famosas tortillas mexicanas.

Oferta y demanda

A continuación, se consignan algunos datos dados a conocer por el Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM), con base en fuentes oficiales, como la Secretaría de Agricultura (SAGARPA), el Banco de México, informes de gobierno y documentos oficiales del Tratado de Libre Comercio:

- El maíz es el cultivo de mayor importancia en México, pues anualmente se producen alrededor de 18.2 millones de toneladas (el doctor Francisco Zavala García, de la Facultad de Agronomía de la UANL, estima la producción anual de México en 22 millones de toneladas), en una superficie de 8.5 millones de hectáreas, en su mayoría ejidales (sólo existen 4 millones de productores agrícolas en el país).
- Existen dos tipos de productores de maíz:
 - ✓ El primer grupo (92 por ciento de los productores) posee predios de entre cero y cinco hectáreas, y aporta el 56.4 por ciento de la producción total. En general, más de la mitad de su producción se destina al autoconsumo. Sus rendimientos fluctúan entre 1.3 y 1.8 toneladas por hectárea.
 - ✓ El segundo grupo (7.9 por ciento de los productores), con predios de más de cinco hectáreas, aporta el 43.6 por ciento de la producción. Únicamente destinan el 13.55 por ciento de su producción al autoconsumo, y obtienen rendimientos de 1.8 a 3.2 toneladas por hectárea.

- A partir de la entrada en vigor del TLC, las importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos han ido en aumento, y en la actualidad representan una tercera parte de la producción nacional (6 millones de toneladas anuales).
- Se trata, casi en su totalidad, de maíz amarillo, destinado supuestamente al consumo.
- En Estados Unidos, la tercera parte de su producción es de maíz modificado genéticamente (transgénico), por lo que México está siendo inundado de maíz transgénico.
- En los primeros cinco años de vigencia del TLCAN (1994-1999), las compras totales de granos a Estados Unidos y Canadá ascendieron a 58.8 millones de toneladas, lo equivalente a dos años de la producción nacional y a 757 millones de dólares.



Capítulo III

El trigo

Origen

Los primeros seres humanos –nos lo enseñaron nuestros maestros desde los tiempos de la primaria- eran nómadas, que, para su manutención, se dedicaban principalmente a la cacería y a la recolección de frutos silvestres.

Sin embargo, un hecho singular vino a poner fin a dicho estilo de vida, y





éste fue el cultivo de los cereales, particularmente del trigo, por parte del hombre. Ésta se puede considerar, efectivamente, como la actividad detonante para que se diera la primera revolución agrícola –conocida también como revolución neolítica-; para que se produjera al mismo tiempo el inicio de la urbanización y, en consecuencia, el término de la prehistoria y el principio de la historia.

Pero, para que esto ocurriera, tuvieron que transcurrir millones de años, como escribe en *CONOCIMIENTO* el doctor Julio César Vega Arreguín, “Estudios evolutivos sugieren que los cereales se originaron a partir de un ancestro común hace aproximadamente 65 millones de años. Y la época en la cual el arroz, el maíz y el trigo comenzaron a divergir, se calcula que sucedió hace unos 50 millones de años”.

Esta aseveración es congruente con las evidencias científicas, que nos muestran que, en sus orígenes, el trigo era silvestre, y creció primero en Mesopotamia, entre los valles de los ríos Tigris y Éufrates, y de ahí se extendió a toda la región conocida como Creciente Fértil, que comprende desde Palestina, (en la zona de Jericó); el sur de Turquía

(área de Katal Huyuk), hasta la propia Mesopotamia y el Golfo Pérsico.

En esta región, conocida también como la cuna de la humanidad, se produjo, hace entre doce mil y diez mil años, una mutación o hibridación en el trigo silvestre, lo que dio por resultado (dice *Wikipedia*) “una planta tetraploide, con semillas más grandes, la cual no podría haberse diseminado con el viento. Existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticum dicoccoides*) y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Irak septentrional), que datan del año 6700 a. C.”.

Más tarde, la semilla de trigo llegó al antiguo Egipto, y se cultivó con gran éxito en el Valle del Nilo, gracias en parte muy importante a las inundaciones que se producen anualmente en la región por el desbordamiento del río del mismo nombre, lo que dejaba una gran fertilización en las tierras labrantías. De aquí, el cultivo del trigo llegó a las civilizaciones griega y romana. Habrá que recordar que la diosa griega del pan y de la agricultura era Deméter, que significa “Diosa



Madre”, en tanto que su equivalente en la mitología romana era Ceres, de donde se deriva la palabra “cereal”.

Wikipedia recuerda que, “En Roma, el gobierno aseguraba el mantenimiento de los ciudadanos sin posibilidades económicas abasteciendo trigo a un bajo precio y regulando la molienda y fabricación del pan, ya que era una práctica común su racionamiento. La molienda y la cocción eran actividades que se realizaban en forma conjunta, de tal forma que se diseñaban en la antigua Roma molinos-hornos con una alta capacidad de producción.

“El consumo del trigo y de pan en el Imperio romano revistió una gran importancia, que también se confirma en la *Biblia*, ya que de acuerdo con las traducciones más exactas, es posible contar en su texto 40 veces la palabra *trigo*, 264 veces la palabra *pan* y 17 veces la palabra panes, acepciones estas últimas que pueden referirse a pan de trigo o pan de cebada (como era común en aquella época), aunque en las citas bíblicas son frecuentemente utilizadas para referirse al concepto más amplio del conjunto de cosas que se requieren para vivir, como en la expresión ‘ganarse el pan’. En la parábola del sembrador, se hace referencia a la adulteración de los granos, comparando el trigo (la bondad) con la cizaña (la maldad)”.

Al ser cultivado por los seres humanos, el trigo, que no podría haber tenido éxito en estado silvestre, produjo mayor cantidad de alimento, lo que constituyó una verdadera revolución agrícola. Paralelamente, se desarrolló la domesticación de la oveja y la cabra, hasta entonces especies salvajes que habitaban la región.

La producción mundial

Durante siglos no se registraron cambios importantes en los métodos de cultivo y procesamiento del trigo, a pesar de que este cereal se

produjo en prácticamente toda Europa, aunque hubo regiones, (especialmente en el norte del continente), en que se dio preferencia al cultivo del centeno y la cebada.

Aun cuando a fines del siglo XVIII se registraron algunos desarrollos mecánicos en los molinos, como la aparición de los aventadores, montacargas y métodos modernos para la transmisión de fuerza –con lo cual se aumentó la producción de harina-, no fue sino hasta el siglo XIX



cuando se produjo un cambio fundamental en la molienda, gracias a la aparición del molino de vapor, con rodillos o cilindros de hierro.

Así, a la par con otros importantes desarrollos tecnológicos, se produjo un aumento paulatino en el cultivo del cereal, que finalmente llegó a remotas regiones, como es el caso de América del Norte y Oceanía.

Durante mucho tiempo, la Unión soviética detentó el primer lugar mundial en la producción de trigo, con más de cien millones de toneladas anuales. Sin embargo, gracias a su crecimiento acelerado en diferentes campos, el mayor productor de trigo de nuestro tiempo es China, con alrededor de 96 millones de toneladas (16% de la producción mundial), seguida por India, con el 12%, y por Estados Unidos, con el 9%.

El trigo en México

Respecto de la historia del trigo en México, es interesante lo que consigna la página web: http://www.molinovillafane.com/todo_acerca_del_trigo.html:

Se dice que el trigo llegó a nuestro país en la época de la conquista, a través de embarcaciones españolas que arribaron con grandes cantidades de trigo, pero la historia lo documenta de otra manera:

“Como los viajes del viejo mundo a América eran largos, las provisiones se consumían y terminaban antes de llegar a su destino. Al parecer, los viajeros no se preocupaban por guardar algunas semillas para que fueran sembradas en México. Por eso se dice que fue un poco tardía la llegada del trigo a la región que ahora comprende nuestro país.

“Según relato de los historiadores Andrés de Tapia y Francisco López de Gómora, el negro portugués Juan Garrido, criado de Hernán Cortés, fue el primero en sembrar y cosechar trigo en México, al encontrar mezclados tres granos en un costal de arroz. Sólo germinó uno que dio 180 granos y de esa espiga se hicieron otras siembras que comenzaron a cultivarse en diferentes regiones de la Nueva España.

“Ya para 1534, a escasos 13 años de consolidar la conquista, se levantaban importantes cosechas de trigo en las inmediaciones de Texcoco y Puebla.

“Los jesuitas hicieron que el trigo llegara a la parte norte del país, en donde enseñaron a los nativos a cultivarlo. Con la expulsión de estos religiosos, los franciscanos siguieron la labor de cultivo en toda la región.





“El cultivo del trigo en la Nueva España, así como su transformación en harina y posteriormente en pan, fue una necesidad imperiosa de los conquistadores, para satisfacer aquí viejas costumbres en su alimentación. También tuvieron la tarea de enseñar a los autóctonos la molienda y elaboración del pan, convirtiéndose en parte de la dieta americana desde entonces.

“Los molinos cercanos a la capital, algunos de los cuales databan del siglo XVI, eran a principios del siglo XIX los siguientes: el Molino del Rey, que pertenecía al marqués de Zulueta; los de Temacoco, Zavaleta, Socorro, Miraflores en Texcoco y el del Moral; los de Santo Domingo y Valdés en Coyoacán y el de Belén en las lomas de Santa Fe, en Tacubaya; los de Santa Mónica y San Ildefonso, en la jurisdicción de Azcapotzalco”.

Propiedades medicinales del trigo

Tradicionalmente, el trigo ha sido considerado un alimento bastante completo, rico en minerales, particularmente en fósforo, fortalecedor, y

altamente eficaz para aliviar diferentes achaques del ser humano, como en los siguientes casos:

- El trigo en grano bien cocido, lo mismo que el pan de trigo integral es especial para combatir el estreñimiento.
- Es un buen tónico de los nervios, y constituye un alimento especial para los anémicos.
- El extracto de trigo tierno (espigas) es un alimento muy recomendado para los enfermos del estómago, los débiles y los convalecientes.
- El salvado de trigo contiene gran cantidad de elementos basificantes y bioquímicos.
- El agua de cocción del trigo constituye uno de los mejores caldos para toda clase de avitaminosis; esta misma agua se puede añadir a la leche de los niños de pecho, cuando haya necesidad de rebajarla o aumentarla en elementos bioquímicos, ya que es absolutamente compatible con la leche.
- El caldo de salvado es eficaz contra todo tipo de fiebres y de infecciones intestinales y estomacales, lo mismo que para los trastornos del hígado.

Propiedades del aceite de germen de trigo

El germen de trigo es la parte más nutritiva y, por ende, la más benéfica de la semilla, y se puede consumir como complemento nutricional. Se puede utilizar también en los siguientes casos:

- Es un antioxidante muy poderoso, pues contiene unos 20 mg. de vitamina E por cada 100 ml.
- Se recomienda para prevenir la trombosis, la arterioesclerosis y las enfermedades coronarias.
- Se le recomienda para combatir afecciones dermatológicas.
- Es muy útil para evitar el exceso de caspa; para hidratar la piel y para dar brillo y fortaleza al cabello, las uñas y la piel.



El trigo como alimento

Si versátil en sus usos es el maíz, que se puede consumir en las más variadas preparaciones, según las costumbres de los países, e incluso de regiones en éstos, lo mismo se puede aseverar del trigo, que, una vez transformado en harina, se puede utilizar principalmente para la fabricación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas para sopas y otros productos.

“Uno de los elementos nutritivos más importantes –todavía según la página web citada líneas arriba- es la proteína, misma que se encuentra contenida en el gluten, el cual facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, necesarias para la panificación.

“El trigo de menor calidad se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas y alimentación animal. Igualmente, los subproductos de la



molienda (salvado, salvadillo, etc...) se utilizan como alimento forrajero o para la elaboración de otros alimentos humanos con alto contenido de fibras.

“El valor nutritivo del trigo y de los productos derivados de sus harinas siempre han sido una fuente importante de alimento para la humanidad, ya que aportan energía, proteína, vitaminas y minerales, muy necesarios para el crecimiento sano de la población.

“En resumen, cuando se habla de trigo, se hace partiendo de un enfoque de cada uno de los sectores que están involucrados en la cadena productiva; cada uno exige diversas condiciones de calidad, dependiendo de sus intereses o de la orientación que van a dar a los consumidores del grano y sus derivados. Se dice que el agricultor requiere tener una buena cosecha que le permita tener altos rendimientos; el industrial necesita que el trigo sea de calidad para moler y capaz de tener altos rendimientos en la extracción de harina; el panadero necesita harina de calidad y exige que ésta cumpla con los elementos necesarios para

hacer pan, pasteles o galletas. Mientras que el consumidor final desea encontrar un producto de calidad, con alto valor nutritivo que dure y tanga buen precio”.

Variedades del trigo

Los tipos de trigo, de conformidad con sus características, los da a conocer el doctor Serna Saldívar, citado líneas arriba, y son los siguientes:

Durum o cristalino: Se trata de trigos tetraploides con endospermo vítreo, generalmente de color amarillo, utilizados para la producción industrial de pastas largas y cortas (sopas). Contienen 10-14 por ciento de proteína.

Duro o panadero: Es trigo de mejor calidad para procesos de panificación. Contiene de un 10.5 a un 14.5 por ciento de proteína, y



produce un gluten tenaz y elástico. Dentro de esta categoría, existen de pericarpio rojo y blanco, y de hábito invernal y primaveral.

Suave o galletero: Es trigo que tiene un endospermo suave, con bajo contenido de proteína. Es el preferido para elaborar galletas, pasteles y productos afines, leudados con agentes químicos. Dentro de esta categoría hay de pericarpio rojo y blanco (club), y de hábito invernal y primaveral.

Ceroso: Este trigo tiene más de 95 por ciento de amilopectina en su almidón. Es el trigo preferido para la elaboración de tallarines o fideos orientales.

Suelta: Es el trigo resultante de la hibridación del trigo Einkorn y Emmer. Se siembra en pequeñas áreas de Turquía, y es considerado un trigo silvestre.

Einkorn: Es el trigo ancestral, que dio origen al trigo común o spelta (diploide).

Harina de trigo, y sus propiedades

Las civilizaciones antiguas no sólo conocieron el trigo, sino que lo domesticaron y lo aprovecharon para la producción de alimentos, particularmente el pan, que ha sido alimento tradicional de la humanidad. De hecho, pan es sinónimo de alimento.

En efecto, el trigo es por lo general transformado en harina, la cual se destina a la elaboración de pan, galletas, pasteles, tortillas (las tradicionales tortillas de harina norteamericanas), pastas para sopas y una amplia gama de otros productos. Los estudiosos señalan que uno de los elementos más importantes del trigo es la proteína que se encuentra en el gluten. Éste, a su vez, es uno de los elementos fundamentales para la elaboración del pan.

Otros usos se le dan al trigo, puesto que el que resulta de menos calidad se utiliza en la elaboración de bebidas alcohólicas y en la alimentación de animales. Por lo que respecta a los subproductos de la molienda, como salvado y salvadillo, se utilizan como alimento forrajero para animales, o para la elaboración de otros alimentos humanos con alto contenido de fibra.



A lo largo de su historia, el ser humano ha sabido aprovechar el trigo y los productos derivados de sus harinas, por su alto valor nutritivo, ya que le aportan energía, proteínas, vitaminas y minerales.

Oferta y demanda

Según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, a lo largo de las dos últimas décadas, la producción mundial de trigo ha oscilado entre 522.7 millones de toneladas (la más baja, en la temporada 1994-95) y 687 millones de toneladas (la más alta, en la temporada 2008-09). Los respectivos consumos del producto fueron, según la misma fuente, 541.8 y 644 millones de toneladas. Se preguntará alguien cómo es posible que en una temporada (1994-95), el consumo mundial del trigo haya sido mayor que la producción total. La respuesta es muy simple, y radica en el hecho de que, por lo general, siempre queda un margen de existencia del producto en los mercados globales.

Por lo que respecta a la producción mundial de trigo, desde el año 2005-06), el primer lugar lo ha ocupado siempre la Unión Europea, que no ha bajado de los 120.2 millones de toneladas (2007-08), y que incluso ha logrado la cifra de 151.6 millones de toneladas (2008-09).

Sin embargo, si nos referimos a los países en particular, los primeros lugares de producción los han ocupado –también entre 2005-06 y 2009-10- con sus respectivas producciones mínimas y máximas, en millones de toneladas, los siguientes:

Temporada	País	Producción mínima*	Producción máxima*
I-6	China	97.4	113.5
I-7	India	68.6	78.6
I-8	Rusia	44.9	63.7
I-9	EE.UU.	49.2	68.0
I-10	Canadá	20.1	26.6

*Producción en millones de toneladas.

Capítulo IV

El arroz

Origen

Desde tiempos inmemoriales y hasta la fecha, el origen del arroz (*oryza sativa*) ha sido objeto de controversia. Y la razón es muy sencilla: aunque diversos autores e historiadores han expresado su punto de vista –diverso siempre, según la voz de que se trate-, la realidad es que, pese a todo lo que





se ha tejido en torno a esta gramínea, no existe un documento escrito que señale su origen.

En consecuencia, las versiones son tan variadas como lo son las voces-respetables, hay que decirlo- que debaten el tema. Sin embargo, sería posible establecer algunos parámetros, con base en la opinión de los expertos:

- a) Según algunos historiadores, este cereal es nativo del Sureste asiático, y se cultiva desde hace más de siete mil años. Existen evidencias de su cultivo anteriores al año cinco mil antes de Cristo, en el oriente de China, y antes del año seis mil a. C., en una caverna del norte de Tailandia.
- b) Algunos estudiosos del tema estiman que el arroz es oriundo de Asia meridional, porque crece en forma silvestre en la India, Indochina y China.
- c) Otro grupo de investigadores no dudan en fijar el origen del cereal en África, de donde se habría trasladado al continente asiático.
- d) En este punto surge otra versión, que pudiéramos llamar conciliatoria, según la cual el cereal surgió en ambos continentes de manera prácticamente simultánea.

En tanto los conocedores llegan a ponerse de acuerdo –misión prácticamente imposible- lo que no está en tela de juicio es el hecho de que se trata de uno de los más antiguos alimentos del ser humano. Ésta es, sin duda alguna, la razón de que muchos países asiáticos se hayan atribuido en el pasado -y persistan en esa posición-, su origen.

La información hasta aquí consignada ha sido extraída de la página <http://saludparalavida.sld.cu>, en artículo que aparece firmado por Margarita Polo Viramontes. En él se consigna también que la literatura china ha considerado el arroz el alimento básico de su pueblo desde el año 3000 a.C., pues la siembra de este cereal era motivo de una magna ceremonia, y su domesticación data de entre los años 1300 y 1000 a. C.

Como ya se dijo, es el sentir de algunos historiadores el hecho de que desde Asia comenzó a difundirse el arroz hacia la India, durante la invasión de los arios, y se basan para así afirmarlo en que, al parecer, el término griego oryza se deriva de los términos sánscritos yrini y arunya

Al margen de las controversias respecto de su origen, la realidad es que, en los tiempos actuales, el arroz se ha extendido a prácticamente todas las latitudes del planeta, y, después del maíz, es el cereal que más se produce en el mundo.

Sin embargo, si consideramos que gran parte de la producción del maíz se destina a finalidades diferentes de la alimentación humana, bien se puede afirmar que el arroz es el cereal más importante en la alimentación de la población humana en todo el mundo.



Asimismo, es digno de consignarse el hecho de que existen más de diez mil variedades de arroz, todas ellas enmarcadas en una de las dos subespecies de *Oryza sativa*: la variedad *índica*, propia de los trópicos, y la *japónica*, que se puede encontrar tanto en los trópicos, como en las regiones de clima templado, y que se caracteriza por altos contenidos de almidón del tipo amilosa.

En cuanto a los veinte principales países productores de arroz, el número uno corresponde indiscutiblemente a China, seguido muy de cerca por India. En orden descendente, siguen: Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar, Tailandia, Filipinas, Brasil, Japón, Estados Unidos, Pakistán, Egipto, Camboya, Corea del Sur, Nigeria, Nepal, Madagascar, Irán y Sri Lanka. (Hay quienes colocan en sexto lugar a Tailandia, y en séptimo a Myanmar).

El arroz en México

En lo que se refiere al arroz en México, Luis Ángel López Ibarra escribe en *El Economista*, que aunque este cereal ha sido incorporado a la dieta tradicional de la población, y es el acompañamiento infaltable en numerosos platillos, no ha desplazado al maíz y no se ha convertido, por tanto, en el platillo principal.

En los últimos años, la producción anual de este grano ha estado en el orden de 285,000 toneladas anuales. Empero, el consumo nacional es del orden de 740,000 toneladas, por lo que, de cada diez kilos del producto en nuestro país, seis provienen de importaciones, asegura.

Sin embargo, con base en información histórica, López Ibarra dice que esto no ha sido siempre así, pues en la década de los 80, la producción anual estuvo en el orden de las 550,000 toneladas, e incluso se llegaron a rebasar las 800,000 toneladas.



Propiedades medicinales

Ya desde la antigüedad se le atribuían al arroz propiedades medicinales, y se cuenta que, en la época de Nerón, en la Roma imperial, el médico griego Dioscórides lo consideraba muy eficaz para el alivio de problemas intestinales. A su vez, los latinos Horacio, Plinio y Columella recomendaban su uso como brebaje.

El arroz como alimento

El arroz es, en la actualidad, alimento básico de gran parte de la humanidad. De hecho, es el alimento principal en por lo menos 17 países de Asia y de la región del Pacífico; de ocho países de África, de siete de América Latina y el Caribe, y de uno del cercano Oriente.

Por sus características, el arroz es considerado como un alimento sano y nutritivo. Entre dichas características, se pueden considerar las siguientes:

- Media taza de arroz blanco cocido aporta 103 calorías al organismo. Si el arroz es moreno, aporta 108 calorías.
- No contiene colesterol.
- Prácticamente no contiene grasa (0.2 gramos en media taza de arroz blanco cocido, y 0.9 gramos si se trata de arroz moreno).
- No contiene sodio,
- Es un carbohidrato completo.
- No contiene gluten, y es no alergénico.
- Es fácil de digerir.

Por lo mismo, se recomienda el consumo de arroz varias veces por semana, ya sea como platillo principal, o bien como guarnición en platillos de verduras y legumbres, de carne roja y de pollo y pescado, así como de huevo y otros alimentos.

Variedades del arroz

En su artículo publicado en la edición número 50 de la revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*, aquí multicitado, el doctor Sergio R. Othón Serna Saldívar da a conocer algunos tipos de arroz y sus características:

Largo: Son granos que, en la forma palay miden de 8.9 a 9.6 mm de largo, por 2.3 a 2.5 mm de ancho. Generalmente poseen endospermo normal; es decir, con 25 por ciento de amilosa y 75 por ciento de amilopectina.

Medio: Son granos que en la forma palay miden 7.9 a 8.2 mm de largo, por 3.0 a 3.2 mm de ancho. Poseen menos amilosa (15-20 por ciento) que los arroces largos. Absorben más agua durante el cocimiento y son más pegajosos que los arroces largos.

Corto: Son granos que en la forma palay miden de 7.4 a 7.5 mm de largo, por 3.1 a 3.6 mm de ancho. Poseen menos amilosa (18-20 por ciento) que los arroces largos. Absorben más agua durante el cocimiento



y son más pegajosos que los largos. Dentro de esta categoría existen genotipos cerosos o que no contienen amilosa.

Newrex: Es un arroz largo, con 2-4 por ciento más de amilosa que los compañeros de esta clase. Ha sido desarrollado para la industria enlatadora, ya que se cocina rápidamente, sin absorber mucha agua, y mantiene su integridad en procesos térmicos.

Toro: Se trata de arroces clasificados como largos, pero con un contenido de amilosa (18-20 por ciento) similar al de los arroces medios y cortos. Por lo tanto, tienen propiedades culinarias y texturales semejantes a las de los arroces medianos/cortos.

Japónico: Son arroces generalmente cortos, consumidos en Japón y en el norte de China, con bajo contenido de amilosa (12-19 por ciento). Por lo tanto, una vez que se cocinan, adquieren una textura pegajosa.

Javánico: Son arroces generalmente cortos, con contenido de amilosa intermedio o bajo, y baja temperatura de gelatinización.



Hindú: Son arroces con contenido de amilosa intermedio o alto, que, una vez cocinados, no son pegajosos. Existen variedades largas, medianas y cortas.

Ceroso: Se trata de arroces con prácticamente cien por ciento de amilopectina; la gran mayoría de las variedades se clasifican como de tamaño corto. Tienen menor

temperatura de gelatinización, y son pegajosos o aglutinantes, una vez que se cocinan. Son los preferidos para elaborar sushi.

Basmati: Son granos largos fitomejorados, para que posean un sabor y aroma característico o aromático “basmati” o jazmín, una vez que son cocinados.

Negro: Es un genotipo que produce cariósides negras, ampliamente cultivado en el sur de China, donde se le denomina *heiyouzhan*. Es el arroz preferido para elaborar postres dulces. Tiene un alto potencial nutracéutico.

Dorado (OMG): Se trata de arroz genéticamente modificado para lograr alto contenido de beta carotenos o provitamina A. Es el único arroz con endospermo amarillo.

Arroz Dorado

El proyecto del llamado Arroz Dorado lo iniciaron, en el año 1992, el profesor Ingo Potrykus, del Instituto de Ciencias de Plantas, del Instituto Federal Tecnológico de Suiza, y Peter Beyer, de la Universidad de Friburgo.



Su intención era la producción, con base en ingeniería genética, de una variedad de *Oryza sativa* rica en pro-vitamina A (betacaroteno) en el grano. Normalmente, esta vitamina se genera en los tejidos verdes, pero no en el endospermo. Para lograr su propósito, y después de intensos estudios y experimentaciones, los investigadores introdujeron tres genes responsables de la biosíntesis de betacarotenos: *psy*, *lyc* y *crtI*.

El arroz dorado se ha mejorado con variedades locales de Filipinas y Taiwán, así como con la variedad norteamericana cocodrie, y en el año 2004, el cultivo fue llevado al campo, en colaboración con la Universidad de Luisiana, y se comprobó que así produce de tres a cuatro veces más betacarotenos que en invernadero.

Asimismo, en 2005, investigadores de la Compañía Tecnológica Syngenta produjeron una variedad denominada Arroz dorado 2, que produce 23 veces más carotenoides que el Arroz Dorado de Potrykus. La generación de esta variedad se logró mediante la combinación del gen *psy* y el gen *crtI* del Arroz Dorado original. Una ración de 144 gramos

de este arroz contiene la cantidad recomendada de vitamina A para una persona.

Potrykus y Beyer, así como quienes han seguido con las investigaciones, tenían en mente ayudar a niños con deficiencia de vitamina A. De hecho, a principios de este siglo, se estimó que 124 millones de personas de 118 países de África y del sureste de Asia estaban afectados por la falta de esta vitamina.

Tal deficiencia, según la Organización Mundial de la Salud, es responsable de la muerte, cada año, de uno a dos millones de personas, así como de la pérdida irreversible de la vista de otras 500 mil, a causa de la enfermedad llamada xeroftalmia, consistente en la sequedad persistente de la conjuntiva y opacidad de la córnea. Los más afectados son los niños y las mujeres embarazadas.

Potrykus ha realizado esfuerzos intensos para que el Arroz Dorado se distribuya de manera gratuita para la agricultura de subsistencia, pero para ello se requiere que las empresas que tienen los derechos sobre la propiedad intelectual liberen los permisos correspondientes.

Esta liberación finalmente se agilizó después de que, en el año 2000, la revista *Time* hizo una publicación, en la cual aseguraba que el Arroz Dorado es el primer cultivo genéticamente modificado con beneficios inigualables.

Producción mundial de arroz

Información dada a conocer por Patricio Méndez del Villar, del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (Cirad), de Francia, en su conferencia “Análisis del Mercado Mundial del Arroz”, indica que a partir de la década de 1960-70, y hasta la década que acaba de pasar, 2000-2010, la producción mundial de arroz ha ido en aumento continuo, al pasar de un promedio de 265

millones de toneladas anuales en el primer período, a un promedio anual de 606 millones de toneladas en el segundo.

Los diez países más importantes en este mercado, y su producción promedio, según la misma fuente, son los siguientes:

País	Producción promedio, en millones de toneladas
1. China:	185
2. India	134
3. Indonesia	52
4. Bangladesh	39
5. Vietnam	36
6. Tailandia	28
7. Birmania	25
8. Filipinas	14
9. Brasil	13
10. Japón	11



Conclusión

La producción anual de cereales en nuestro mundo globalizado ha ido en constante aumento en los últimos años. Empero, en una preocupante competencia, ha ido también en una constante alza la población mundial, que actualmente supera ya los siete mil millones de personas. Esta cifra, según los conocedores, aumentará en menos de cuatro décadas, para superar la cantidad de nueve mil millones de personas para el año 2050.

Tal situación plantea serios retos para la producción mundial de alimentos, particularmente en el rubro de los cereales que hasta aquí hemos considerado; maíz, trigo y arroz, que son los granos que, para efectos prácticos, alimentan al mundo.

Plantea, también, un serio problema para los gobiernos de los distintos países, que se verán en graves dificultades para satisfacer las necesidades de alimentación de sus respectivos pueblos. ¿Recurrirán, como ya se hace en diversas naciones, a la utilización de organismos genéticamente modificados? ¿Prevalecerán, por el contrario, los temores esgrimidos principalmente por organismos no gubernamentales, sobre los males que pueden causar los OGM?

La solución ni es fácil ni puede tener una salida simplista. Deben los hombres de ciencia y los dirigentes políticos pensar sensata y serenamente, sin arranques viscerales, sobre la mejor salida a un problema en el que está en juego nada menos que el futuro de la humanidad.

Bibliografía

- Bedoya, Claudia A. y Víctor H. Chávez Tovar. *Claridades Agropecuarias*. Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM).
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Gutiérrez Díez, Adriana. Revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*. Edición número 38, agosto de 2006.
- Polo Viramontes, Margarita. <http://saludparalavida.sid.cu>
- Instituto de Desarrollo y Política Alimentaria.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Organización Mundial de la Salud
- Robinson, David J. "1785-1786, el Año de hambre en el México Colonial". Departamento de Geografía. Universidad de Syracuse, N.Y. USA.
- Serna Saldívar, Sergio R. Othón. Revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*. Edición número 50, marzo de 2007.
- Soto Moreno, Rodrigo. Revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*. Edición número 50, marzo de 2007.
- Urbano Terrón, Pedro. "Las ofertas y demandas globales de trigo, maíz y arroz". Universidad Politécnica de Madrid.
- Vega Arreguín, Julio César. Revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*. Edición número 50, marzo de 2007.
- Wikipedia, la enciclopedia libre*.
- www.molinovillafame.com/todoacercadeltrigo
- Zavala García, Francisco. Revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*. Edición número 50, marzo de 2007.



Acerca del Autor

Félix Ramos Gamiño

Estudió humanidades (cuatro años) y filosofía (tres años), en el Seminario Tridentino de Tacámbaro, Michoacán, así como un año de teología en el seminario diocesano de Jacona, también en el Estado de Michoacán.

En Monterrey, donde radica desde el mes de junio de 1968, se ha dedicado fundamentalmente al periodismo, y se ha desempeñado en los diarios *Tribuna de Monterrey*, *Más Noticias*, *Diario de Monterrey* (actualmente *Milenio*, *Diario de Monterrey*), *ABC*, *El Nacional*, y en la revista *Monterrey Magazine*. Fue, asimismo, durante dos años, corresponsal en Monterrey de la *Agencia France Presse*.

Durante seis años se desempeñó también como catedrático en la Facultad de Ciencias de la Comunicación, de la Universidad Metropolitana de Monterrey, donde impartió, entre otras materias, las de Español, Literatura, Metodología, Opinión Pública, Ética Profesional, Géneros Periodísticos...

Actualmente, y desde el año 2005, funge como director editorial de la revista *Ciencia Conocimiento Tecnología*, bajo la dirección del doctor Luis Eugenio Todd, titular de la Coordinación de Ciencia y Tecnología de Nuevo León y del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Nuevo León.

Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo, de Félix Ramos Gamiño, se terminó de imprimir en el 2013, en los talleres de Serna Impresos S.A. de C.V. El cuidado de la edición y el diseño estuvieron a cargo de José Jesús de León Rodríguez, el diseño de portada estuvo a cargo de Javier Estrada Ceja. El tiraje de esta edición consta de 2000 ejemplares.

LA CIENCIA A TU ALCANCE

Con el propósito de presentar al público en general,
de forma clara, atractiva, precisa y responsable,
el conocimiento científico y tecnológico, no sólo desde
el punto de vista teórico, sino también su historia,
los más recientes descubrimientos, la comprensión de
los avances tecnológicos y la relevancia
que tienen en la vida diaria,
la Universidad Autónoma de Nuevo León
inicia esta colección:
LA CIENCIA A TU ALCANCE.

ISBN 978-607-433-993-2



9 786074 339932



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



"Educación de clase mundial, un compromiso social"

LA CIENCIA
A TU ALCANCE

