



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



AÑO INTERNACIONAL

DEL MIJO

2023

**MAXIMIZAR EL POTENCIAL
DEL MIJO**



Año Internacional del Mijo 2023
Documento de antecedentes

MAXIMIZAR EL POTENCIAL DEL MIJO

Año Internacional del Mijo 2023
Documento de antecedentes



Cita requerida:

FAO. 1/ 12. *Maximizar el potencial del mijo: Año Internacional del Mijo 2023. Documento de antecedentes*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc7484es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-138443-5

© FAO, 2022



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Las líneas discontinuas en los mapas representan líneas fronterizas aproximadas sobre las que puede que aún no haya pleno acuerdo.

Fotografía de portada: ©ImageSine

Índice

Prólogo	v
Agradecimientos.....	viii
Acrónimos	ix
Resumen ejecutivo	xi
1 / Introducción	1
El Año Internacional del Mijo y la Agenda de las Naciones Unidas de Desarrollo Sostenible	2
Cinco motivos para celebrar el mijo.....	6
2 / ¿De dónde viene el mijo?.....	9
Historia antigua del mijo	9
La expansión del mijo.....	10
3 / ¿Por qué el mijo?	13
El mijo es un cultivo resiliente frente al cambio climático.....	13
El mijo permite diversificar los sistemas de cultivo.....	15
El mijo puede contribuir a una dieta saludable	16
El mijo tiene un potencial no explotado y puede usarse de maneras innovadoras	17
El mijo puede tener un impacto de gran alcance para los agricultores familiares y los pueblos indígenas.....	18
4 / Retos y oportunidades	21
Semillas	21
En la granja	23
Procesado y almacenamiento.....	25
Comercialización y conocimiento del consumidor.....	28
Producción mundial y comercio	34
5 / El mijo para dietas saludables y variadas.....	39
El mijo es un cereal integral y tiene un valor nutricional mayor que los cereales refinados	39
El mijo integral tiene un índice glucémico menor que muchos cereales refinados.....	43
El mijo integral puede ser una buena fuente de fibra	43
El mijo no tiene gluten	44
El mijo puede procesarse para que conserve sus beneficios	44
6 / Mijo para el presente y el futuro	49
Necesario para la investigación y el desarrollo	49
Recomendaciones y necesidades de apoyo de políticas.....	52
7 / Bibliografía	55
Anexo.....	61



Fonio blanco
Digitaria exilis

Prólogo

Nos enfrentamos a desafíos complejos e interrelacionados en todo el mundo, entre ellos el aumento del hambre y la malnutrición, el agotamiento de los recursos naturales, el agravamiento de los efectos de la crisis climática, y los conflictos en curso. Para revertir estas tendencias negativas, nuestro sistema alimentario mundial debe ser más eficiente, más inclusivo, más resiliente y más sostenible. La agricultura del futuro debe desempeñar un papel central para contribuir a crear sistemas agroalimentarios sólidos, locales y diversificados, unos sistemas preparados para resistir las crisis y las perturbaciones mediante la adopción tanto de prácticas de producción de cultivos sostenibles como de enfoques que den prioridad a los agricultores y aborden la pobreza y las necesidades de las comunidades. Simultáneamente, deben garantizar la conservación de la biodiversidad, la utilización sostenible de los recursos naturales y una mayor resiliencia ante los cambios en el clima y en los mercados. Estos sistemas agroalimentarios también deben apoyar las zonas áridas, donde habita la mayor parte de la población vulnerable.

En medio de esta necesidad de transformación, el mijo presenta una oportunidad. Es un cultivo ancestral y extraordinariamente diverso, que puede prosperar en distintos climas adversos y regiones áridas y reforzar la seguridad alimentaria, además de contribuir a una dieta saludable gracias a su elevado valor nutricional. El mijo abarca un grupo diverso de cereales de grano pequeño propios de zonas secas, entre ellos el mijo perla, el mijo proso, el mijo de cola de zorra, el mijo japonés, el mijo pequeño, el mijo koda, el mijo marrón, el mijo africano y el mijo de Guinea, además del fonio negro y blanco, el sorgo, el tef, las lágrimas de Job y otras muchas especies locales diversas. El mijo es una planta autóctona en muchas zonas del mundo y constituye una parte intrínseca de culturas culinarias tradicionales, en especial en la India y el África subsahariana. Aunque el mijo fue una de las primeras variedades cultivadas, no se conoce de manera generalizada y su destacado papel en la seguridad alimentaria y las culturas locales a menudo no cuenta con el debido reconocimiento.

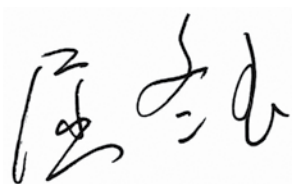
Por esta razón, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su 75.º período de sesiones, declaró 2023 Año Internacional del Mijo, basándose en la propuesta del Gobierno de la India. Este Año Internacional es un llamamiento a la acción, una ocasión para dar a conocer este cultivo marginado e infrautilizado, ampliar sus numerosas contribuciones y ventajas, y crear oportunidades de mercado innovadoras para muchos países en beneficio de los agricultores y los consumidores. El Año Internacional del Mijo contribuye también a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, concretamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 2 (Hambre cero), el ODS 3 (Salud y bienestar), el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), el ODS 12 (Producción y consumo responsables), el ODS 13 (Acción por el clima) y el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres).

Un resultado clave del Año Internacional del Mijo es este importante documento de antecedentes, cuyo objetivo es concienciar sobre la necesidad de centrar la atención de las políticas en los beneficios nutricionales y para la salud del consumo de mijo y sobre sus contribuciones sociales, ambientales y económicas.

Albergo la esperanza de que este documento despierte su interés y favorezca el impulso generado por el Año Internacional del Mijo para apoyar a los países en el empeño de mejorar la producción y el consumo sostenibles de mijo.

En la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), reconocemos que el mijo no es un simple cereal; es un activo para nuestros sistemas agroalimentarios. Nuestros Miembros también han considerado el mijo un producto agrícola especial que tiene que promoverse en el marco de la iniciativa insignia de la FAO "Un país, un producto prioritario". En el contexto de esta iniciativa, la FAO apoya los esfuerzos de los países para promover el tef y el sorgo.

Los animo a todos a seguir participando en los debates encaminados al desarrollo de cadenas de valor más diversificadas, equitativas y sostenibles para el mijo. Procuremos promover nuestros esfuerzos conjuntos a través de las cuatro mejoras: una mejor producción, una mejor nutrición, un mejor medio ambiente y una vida mejor para todos, sin dejar a nadie atrás.

A handwritten signature in black ink, appearing to be in Chinese characters, set against a light gray background.

Sr. QU Dongyu

Director General de la FAO



Mijo perla
Pennisetum glaucum

Agradecimientos

Esta publicación ha sido elaborada por Beth Hoffman bajo la dirección general de Makiko Taguchi. Zdravka Dimitrova se ha encargado de coordinar la publicación en consulta con la Secretaría y el Comité Directivo del Año Internacional del Mijo 2023.

Agradecimientos especiales a los expertos (en orden alfabético): Alessandro Meschinelli (GFAR), Arnaud Petit (CIC), Ben Ross (Gobierno de Australia), Hannah Osborn (Gobierno de Australia), Harry Beeson (Gobierno de Australia), Jaanvi Jairath (Gobierno de la India), Jacqueline Hughes (ICRISAT), Josh Peace (Gobierno de Australia), Kuldeep Singh (ICRISAT), Laura Lorenzo (Foro Rural Mundial), Nigel Crawhall (UNESCO), Robert Delve (FIDA), Ruth Mallett (Gobierno de Australia), Saikat Datta Mazumdar (ICRISAT), Shubha Thakur (Gobierno de la India).

La redacción de esta publicación ha sido posible gracias a las importantes contribuciones técnicas de las divisiones y trabajadores de la FAO: División de Producción y Protección Vegetal (NSP), División de Alimentación y Nutrición (ESN), División de Mercados y Comercio (EST), División de Tierras y Aguas (NSL), Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medioambiente (OCB), División de Transformación Rural Inclusiva e Igualdad de Género (ESP), División de Asociaciones y Colaboración con las Naciones Unidas (PSU), Oficina de Comunicación (OCC).

En orden alfabético: Adriana Alercia (OCB), Ana Islas Ramos (ESN), Alisha Kersbergen (ESP), Aoife Riordan (OCC), Bridget Holmes (ESN), Claudia Valdivielso Sancho (OCC), Doris Rittenschober (ESN), Eloisa Caixeta Cunha (NSP), Erin Collier (EST), Federica Chiozza (NSL), Fenton Beed (NSP), Fernanda Grande (ESN), Francisco López (OCB), Guido Chiefalo (OCC), Isabella Trapani (NSP), Makiko Taguchi (NSP), Mariam Awlia (NSP), Mario Marino (OCB), Maurizio Furst (ESP), Pablo Inneckun Zuniga (PSU), Yon Fernández Larrinoa (PSU), Zdravka Dimitrova (NSP).

Editor: Daniel McKinnon

Diseñadora gráfica: Kate Ferrucci

Revisión lingüística del español: Teodardo Calles

Acrónimos

AARINENA	Asociación de Instituciones de Investigación Agrícola de Oriente Próximo y el Norte de África
ADN	ácido desoxirribonucleico
AEC	antes de la era común
AIM	Año Internacional del Mijo
CIC	Consejo Internacional de Cereales
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
GAEZ	Zonificación Agroecológica Mundial
GFAR	Foro Global de Investigación Agropecuaria
ICRISAT	Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos
IIASA	Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PBR	Registros Populares de Biodiversidad
RFAA	Recurso Fitogenético para la Alimentación y la Agricultura
SIPAM	Sistemas importantes del patrimonio agrícola mundial
TIRFAA	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Mijo koda
Paspalum scrobiculatum

Resumen ejecutivo

Hay cereales que pueden crecer en regiones secas del mundo. Otros pueden mejorar el suelo, pueden usarse para sumar diversidad a las dietas saludables, o cultivarse para mejorar las oportunidades de los agricultores. Pero si se busca un cereal que pueda hacer todo esto y más, ese es el mijo.

1

EL MIJO ES UN CULTIVO RESILIENTE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El mijo puede crecer a altas temperaturas y con poca agua, y se sabe que produce grano cuando otros cultivos básicos fracasan en condiciones climáticas extremas. Por este motivo, el mijo puede evitar la inseguridad alimentaria conforme el clima se vuelve más irregular.

2

EL MIJO PERMITE DIVERSIFICAR LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Dado que su periodo de crecimiento es muy corto y puede crecer en una variedad de condiciones ambientales, el mijo puede cultivarse rotándose con otros cereales como cultivo de cobertura. Si se combina con legumbres, puede mejorar la salud del suelo y aumentar la productividad.



3

EL MIJO PUEDE CONTRIBUIR A UNA DIETA SALUDABLE

Es una buena fuente de carbohidratos, fibra, minerales, proteína, antioxidantes y vitaminas, así que ayuda a llevar una dieta sana. Además, es un ingrediente versátil presente en muchas cocinas del mundo.

4

EL MIJO TIENE UN POTENCIAL NO EXPLOTADO Y PUEDE USARSE DE MANERAS INNOVADORAS

El mijo puede ayudar a diversificar los sistemas alimentarios y brindar, no solo a los agricultores, también a procesadores, emprendedores y consumidores, más oportunidades de éxito financiero al tiempo que cuidan el medio ambiente.



5

EL MIJO PUEDE TENER UN IMPACTO DE GRAN ALCANCE PARA AGRICULTORES FAMILIARES Y PUEBLOS INDÍGENAS

El mijo puede cultivarse en regiones distintas del mundo, y a lo largo de la historia de la humanidad ha sido un cultivo básico para muchas culturas, por lo que con los siglos se ha ido sabiendo cada vez más sobre él. De esta manera, ofrece la oportunidad de establecer asociaciones creativas entre investigadores, agricultores y comunidades indígenas para que sigan compartiendo información sobre el cultivo, el procesado, almacenado y la comercialización de este cereal a un público más amplio.

Evidentemente, también hay dificultades. La financiación para la investigación y el desarrollo del mijo es escasa, y ya se ha perdido parte de la diversidad genética de este cereal. Muchas culturas han pasado de dietas con mijo a otro tipo de dietas con alimentos más fáciles de obtener, como el arroz, el trigo y el maíz. El rendimiento de muchas especies de mijo sigue siendo bajo y procesar granos tan pequeños puede ser difícil.

No obstante, hay muchos programas, como el Koda Kutki en la India (descrito en detalle en la página 50), que son grandes ejemplos de lo que puede lograrse con el mijo si se le presta la atención adecuada. En este modelo en concreto, una organización gubernamental proporcionó formación a mujeres indígenas que cultivaban mijo sobre mejores

prácticas agrícolas, mientras que compradores privados al por mayor se comprometían a adquirir el producto. Las mujeres ganaron liderazgo y experiencia agrícola aumentando sus ingresos. El proyecto fue un éxito según todos los parámetros (financiero, medioambiental y social) y ayudó a garantizar la seguridad alimentaria local de muchas comunidades.

Además, el mijo no es uno de los productos básicos que comercian las entidades globales en grandes cantidades con semillas patentadas propiedad de corporaciones. Los agricultores y pueblos indígenas de todo el mundo llevan milenios cultivando y comerciando el mijo, considerado un grano ancestral que conecta a los grupos con la tierra y entre sí. Por ende, una mayor atención, investigación y desarrollo del mijo puede servir para colocar a los agricultores familiares, las mujeres y las comunidades indígenas en el centro de la conversación sobre el futuro de la agricultura y reconocer sus sistemas de conocimiento que han ido evolucionando de generación en generación.

Estos cereales pueden utilizarse de múltiples maneras para beneficiar a la humanidad y al medio ambiente, muchas de las cuales se tratan en este documento. Esperamos que el Año Internacional del Mijo sirva de inspiración para legisladores, agricultores, consumidores, procesadores y emprendedores y los anime a reconsiderar el papel de este diminuto gigante que tenemos entre manos.



Tef
Eragrostis tef

Capítulo 1

Introducción

Se conocen más de 30 000 especies de plantas disponibles para consumo humano pero la mayoría de la oferta alimentaria mundial proviene de menos de 20 de ellas (Prescott Allen y Prescott Allen, 1990; Khoury *et al.*, 2023), de las cuales los tres cereales principales, el arroz, el trigo y el maíz, representan gran parte de las calorías que consumimos a diario (Willett *et al.*, 2019).

Mientras tanto, el sistema alimentario mundial hace frente a una multitud de retos complejos: el hambre, la desnutrición y la obesidad, el crecimiento poblacional, los recursos naturales limitados y un clima cambiante. Las soluciones a estos problemas requieren una producción de alimentos más sostenible que empodere a los pequeños agricultores familiares y a las pequeñas y medianas empresas, creando cadenas de valor resistentes y mejorando el acceso de los consumidores a dietas asequibles, variadas y saludables.

El mijo, en su diversidad, puede contribuir a estas soluciones como fuente de nutrientes asequible para una dieta sana que puede cultivarse en climas adversos de diversa índole y en regiones áridas con insumos externos mínimos.

El «mijo» es un término genérico que se usa para referirse a una variedad de cereales que producen granos pequeños (semillas) a partir de un conjunto naturalmente variado de especies de gramíneas. Puede cultivarse en tierras marginales y zonas secas de regiones templadas, subtropicales y tropicales. Algunas especies son el mijo perla, mijo cola de

zorra, el mijo africano, el mijo común, mijo de los arrozales, mijo pequeño, el mijo koda, el mijo marrón, el mijo de Guinea, el fonio negro y el fonio blanco, el teff, las lágrimas de Job y el sorgo, así como muchas otras especies distintas y locales.

Conocido como cereal menor, pequeño o secundario en distintas partes del mundo, el mijo es uno de los alimentos más antiguos

y versátiles que hay, y forma parte de múltiples culturas culinarias tradicionales e indígenas. Es un cultivo de cobertura rotacional excelente gracias a su alta resistencia a condiciones secas y periodo de crecimiento corto. Sin embargo, a

pesar del claro potencial que tiene, el mijo ha sido relegado en las últimas décadas; pocos agrónomos, economistas y políticos le han prestado la atención que merece. Se ha desincentivado a los agricultores familiares a continuar cultivándolo y se han perdido muchos sistemas de conocimiento tradicional asociados al mijo. El objetivo del Año Internacional del Mijo es precisamente revertir esta tendencia.

Este documento de referencia incluye una sinopsis de la situación actual del mijo en el mundo y se ha elaborado para animar a legisladores, agricultores, sociedad civil, líderes de opinión, agentes de desarrollo e investigación y al público en general a reconsiderar el papel que desempeña el mijo en dietas saludables y variadas.

El «mijo» es un término genérico que se usa para referirse a una variedad de cereales que producen granos pequeños (semillas) a partir de un conjunto naturalmente variado de especies de pasto.

El **capítulo 2** repasa la historia del cereal mientras que el **capítulo 3** se pregunta qué tiene de especial el mijo y entra de lleno en los cinco motivos por los que hay que celebrarlo. El **capítulo 4** trata los desafíos a los que hace frente el mijo y expone las oportunidades que brinda a nivel local, regional y global. El **capítulo 5** examina los aspectos nutricionales del mijo y cómo encaja en una variedad de dietas y el **capítulo 6** proporciona recomendaciones políticas para mejorar la cadena de valor del mijo de la semilla a la mesa.

EL AÑO INTERNACIONAL DEL MIJO Y LA AGENDA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La septuagésimo quinta sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas, en marzo de 2021, declaró 2023 como el **Año Internacional del Mijo (AIM 2023)**, basándose en una propuesta presentada por el Gobierno de la India y apoyada por 72 países. El AIM 2023 brinda la oportunidad de concienciar sobre los posibles beneficios del



AÑO INTERNACIONAL DEL MIJO 2023

El Año Internacional del Mijo es una oportunidad para identificar, fortalecer y promover el papel del mijo en los sistemas alimentarios y de conocimiento indígenas, aportando nutrición y garantizando la seguridad alimentaria.

El mijo representa la fuerte conexión entre múltiples pueblos indígenas y sus tierras, territorios y recursos. Este cereal es un aporte para las dietas de pastoralistas, cazadores recolectores, agricultores itinerantes y nómadas indígenas, y contribuye a la singularidad y diversidad de sus sistemas alimentarios.

El mijo amplía la base alimentaria del mundo, necesaria para la transformación de los sistemas agroalimentarios, donde los pueblos indígenas desempeñan un papel fundamental. Asimismo, el mijo representa una buena oportunidad para celebrar el conocimiento indígena y el potencial de colaboración de la biodiversidad y conservación de pueblos indígenas y científicos.



mijo, desde la nutrición y la salud a la sostenibilidad medioambiental y el desarrollo económico. Este año fortalecerá la interacción entre ciencia y política, facilitará asociaciones, movilizará a los actores a producir y promover el mijo y animará al gran público a consumirlo. El objetivo del AIM 2023 es promover la investigación y el desarrollo de una producción de mijo sostenible y resiliente, así como resaltar el potencial del mijo para ofrecer nuevas oportunidades de mercado a agricultores y productores y productos innovadores a consumidores

Con motivo del Año Internacional del Mijo se celebran múltiples eventos a nivel nacional, regional e internacional, incluyendo una serie de webinarios para concienciar sobre los diversos beneficios del mijo para la salud y el medio ambiente. Además, también se ha lanzado en redes sociales el Desafío Mundial de los Chefs, con platos de mijo creados por chefs y aficionados a la cocina; algunas de las recetas se recopilarán en un libro. También se realizará un concurso para el que muchas personas han presentado sus mejores fotos del mijo. Finalmente,

la página web del AIM, que contiene material sobre el mijo, está disponible en todo el mundo.

El AIM 2023 contribuye a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, especialmente a los objetivos de **Hambre Cero, Salud y bienestar, Trabajo decente y crecimiento económico, Producción y consumo responsables, Acción por el clima y Vida de ecosistemas terrestres**, entre otros.

Todos desempeñamos un papel importante en la sostenibilidad y resiliencia de nuestro suministro de alimentos, desde los gobiernos y las empresas del sector privado hasta el público general, incluyendo a los agricultores, comerciantes, cocineros, aficionados a la cocina y jóvenes. Juntos podemos liberar el potencial del mijo por la salud y el bienestar del ser humano y del planeta.

El AIM 2023 destaca algunos de los tipos de mijo más cultivados, aunque actualmente en los campos del mundo se cultiva una amplia variedad de especies.





Mijo africano *Eleusine coracana*

El mijo africano, originario del Sudán, se cultiva principalmente en África oriental (Uganda, Kenya y República Unida de Tanzania) y Asia meridional (India y Nepal). La India es actualmente el mayor productor de mijo africano, pero también se cultiva en menor medida en Etiopía, Rwanda, Malawi, el Sudán, Zambia y Zimbabwe. El mijo africano tiene un alto contenido de tiamina, cobre, magnesio, fósforo y selenio. También es fuente de hierro.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 336 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 67.3 g
PROTEÍNA: 6.7 g
GRASA: 1.9 g¹
FIBRA DIETÉTICA: 11.2 g

Referencia: 10 (id: A010)



Mijo perla *Pennisetum glaucum*

El mijo perla, originario de África occidental, se encuentra hoy ampliamente extendido por los trópicos semiáridos de África y Asia y se cultiva principalmente en el África subsahariana. El mijo perla tiene un alto contenido de cobre, hierro, magnesio, fósforo, selenio y zinc. También es fuente de tiamina y de vitamina B6.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 366 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 63 g
PROTEÍNA: 9.9 g (9.3 g–10.2 g)
GRASA: 6.1 g (5.3 g–7.2 g)
FIBRA DIETÉTICA: 9.5 g (8.8 g–11.5 g)

Referencia: 9 (id: 01_032, 01_017); 10 (id: A003); 11 (id: 01025)



Mijo de cola de zorra *Setaria italica*

El mijo de cola de zorra se originó en el norte de China antes de expandirse a otras partes del mundo. Hoy se cultiva principalmente en China, la India, el Afganistán, el Japón, la República Popular Democrática de Corea, la República de Corea y Georgia. El mijo de cola de zorra tiene un alto contenido de tiamina, ácido pantoténico, cobre, magnesio y fósforo. Es fuente de hierro, niacina, vitamina B6 y zinc.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 356 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 67.2 g
PROTEÍNA: 9.7 g (8.3 g–10.4 g)
GRASA: 4.4 g
FIBRA DIETÉTICA: 4.5 g (1.6 g–8.5 g)

Referencia: 4 (id: 01-0006); 5 (id: 01-5-101); 8 (id: 01002)



Mijo pequeño *Panicum sumatrense*

Se tienen indicios de que el mijo pequeño se originó en el subcontinente indio. Hoy se cultiva principalmente en la India, Sri Lanka, Myanmar, Malasia, Nepal y China. El mijo pequeño tiene un alto contenido de cobre, magnesio y selenio y es fuente de tiamina, fósforo y zinc.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 353 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 66.2 g
PROTEÍNA: 9.4 g
GRASA: 3.9 g¹
FIBRA DIETÉTICA: 7.7 g

Referencia: 10 (id: A016)



Tef *Eragrostis tef*

El tef, originario de Etiopía, hoy se cultiva principalmente en Etiopía y Eritrea, donde es un destacado cultivo básico. También se cultiva en los Estados Unidos de América, Sudáfrica, Australia, la India y Kenya. El tef tiene un alto contenido de tiamina, vitamina B6, cobre, hierro, magnesio y fósforo y es fuente de riboflavina, niacina y ácido pantoténico.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 351 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 66 g
PROTEÍNA: 12.4 g
GRASA: 2.4 g
FIBRA DIETÉTICA: 8.0 g

Referencia: 6 (id: 169747)



Mijo proso *Panicum miliaceum*

El origen del mijo proso se remonta al norte de China. Hoy se cultiva principalmente en China, la India, Nepal, Rusia, Ucrania, Belarús, el Oriente Medio, Turquía, Rumania y los Estados Unidos de América. El mijo proso tiene un alto contenido de tiamina, cobre, fósforo, magnesio y zinc y es fuente de hierro, selenio, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y vitamina B6.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 350 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 65.5 g
PROTEÍNA: 10.4 g (9.8 g–11.2 g)
GRASA: 3.8 g (3.3 g–4.2 g)
FIBRA DIETÉTICA: 6.2 g (1.6 g–8.5 g)

Referencia: 4 (id: 01-0007); 5 (id: 01-9-002); 6 (id: 169702); 7; 8 (id: 01011)

* Valores basados en una única fuente de datos.

** Los valores medios se calculan a partir de varias fuentes de datos.

¹ El valor presentado se refiere a las definiciones del componente de INFOODS <FATCE> y se diferencia del componente normalizado de <FAT>.



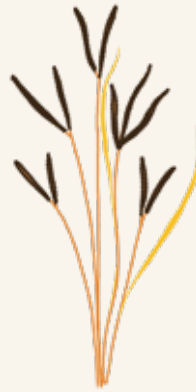
Sorgo

Sorghum bicolor

Se ha trazado el origen del cultivo de sorgo a la sabana del este del Sudán. Nigeria, los Estados Unidos de América y el Sudán son hoy los mayores productores de sorgo a escala mundial. El sorgo tiene un alto contenido de cobre, magnesio, fósforo y selenio y es fuente de hierro, zinc, tiamina, niacina, ácido pantoténico y vitamina B6.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 345 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 63 g
PROTEÍNA: 10.1 g (8.6 g–11.5 g)
GRASA: 3.4 g (1.7 g–4.7 g)
FIBRA DIETÉTICA: 10.7 g (6.3 g–14 g)

Referencia: 4 (id: 01-0027), 8 (id: 01140), 9 (id: 01-039, 01-040, 01-041), 10 (id: A005), 11 (id: 01037, 01039), 12 (id: F008474)



Fonio negro

Digitaria iburua

El fonio negro, originario de África occidental, se produce principalmente en Nigeria y el Níger y se cultiva también en Benin, el Camerún, Côte d'Ivoire y el Togo.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 354 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 70.2 g
PROTEÍNA: 7.8 g² (7.4 g–8.2 g)
GRASA: 3.8 g¹ (3.5 g–4.4 g)
FIBRA DIETÉTICA: 3.8 g³ (1.6 g–6.2 g)

Referencia: 3



Mijo koda

Paspalum scrobiculatum

El mijo koda es originario de la India. Hoy en día se cultiva principalmente en diversos hábitats húmedos de los trópicos y subtropicales del planeta. El mijo koda tiene un alto contenido de magnesio y selenio y es fuente de tiamina, riboflavina, cobre y zinc.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 336 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 66.8 g
PROTEÍNA: 8.3 g
GRASA: 2.6 g¹
FIBRA DIETÉTICA: 6.4 g

Referencia: 10 (id: A010)



Fonio blanco

Digitaria exilis

Los orígenes del fonio blanco nos remiten a África occidental. Hoy en día el fonio blanco se cultiva principalmente en Guinea, seguido por Nigeria, Malí, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, el Níger, Benin, el Senegal y Guinea-Bissau. El fonio blanco tiene un alto contenido de cobre y es fuente de ácido fólico, magnesio, fósforo y zinc.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 356 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 76.9 g
PROTEÍNA: 7.1 g
GRASA: 1.7 g
FIBRA DIETÉTICA: 2.2 g

Referencia: 4 (id: 01-050)



Mijo japonés

Echinochloa esculenta

El mijo japonés tiene su origen en Asia tropical. Se cultiva ampliamente en Asia, sobre todo en la India, China, el Japón, la República de Corea y la República Popular Democrática de Corea. El mijo japonés tiene un alto contenido de ácido pantoténico, fósforo y zinc. Es fuente de tiamina, cobre y magnesio.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)*
ENERGÍA: 351 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 69.4 g
PROTEÍNA: 8.8 g
GRASA: 3.3 g
FIBRA DIETÉTICA: 4.3 g

Referencia: 8 (id: 01139)



Lágrimas de Job

Coix lacryma-jobi

Las lágrimas de Job son autóctonas de la región indobirmana. Se usan como alimento y medicamento herbario en países asiáticos como China, el Japón, Filipinas, Myanmar, Tailandia, Sri Lanka y la India. Las lágrimas de Job tienen un alto contenido de cobre, magnesio, fósforo y zinc. También son fuente de hierro y tiamina.

VALORES NUTRICIONALES (per 100 g edible portion, raw)**
ENERGÍA: 357 kcal
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES: 67.7 g
PROTEÍNA: 13.4 g (11.8 g–15.8 g)
GRASA: 2.9 g¹ (1.3 g–4.7 g)
FIBRA DIETÉTICA: 3.1 g (0.6 g–5.5 g)

Referencia: 1 (id: A008), 2, 5 (id: 01-9-008), 8 (id: 01138)

* Valores basados en una única fuente de datos.

** Los valores medios se calculan a partir de varias fuentes de datos.

¹ El valor presentado se refiere a las definiciones del componente de INFOODS <FATCE> y se diferencia del componente normalizado de <FAT>.

² Los valores proteicos no están normalizados.

³ El valor presentado se refiere a la definición del componente de INFOODS <FIB> y se diferencia del componente normalizado de <FIBTG>.



CINCO MOTIVOS POR LOS QUE CELEBRAR EL MIJO

Examinemos de cerca los motivos resaltados en el **capítulo 3**.

1

EL MIJO ES UN CULTIVO RESILIENTE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El mijo es una gran fuente de energía y un alimento básico para millones de personas que viven en regiones áridas y secas del mundo (Lancelotti *et al.*, 2019). Crece en condiciones marginales en las que otros cereales son incapaces de dar un buen rendimiento (Amadou, 2013), y prospera en áreas de calor extremo y muy poca lluvia. Como resultado, puede ser un cultivo adaptativo para garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición en regiones del mundo cada vez más afectadas por cambios climáticos dramáticos.

de la tierra (Bhat *et al.*, 2018). Con un periodo de cultivo corto de 60-90 días y la capacidad de crecer tanto en climas de calor extremo como en climas más fríos, el mijo puede ser usado como cultivo de cobertura para prevenir la erosión y ayudar a garantizar el rendimiento a los agricultores, incluso en las regiones del mundo que sufren sequías.

2

EL MIJO PERMITE DIVERSIFICAR LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Junto con las legumbres, el mijo es beneficioso para la rotación de cultivos, ya que da pie a un aumento de la productividad general, la eficiencia de los recursos, la conservación del agua y el suelo y mejora la salud

3

EL MIJO PUEDE CONTRIBUIR A UNA DIETA SALUDABLE

El mijo aporta distintos nutrientes dependiendo de la especie, variedad y condiciones de cultivo. En general, son fuentes de carbohidratos, fibra, minerales, proteínas, antioxidantes y algunas vitaminas. Al consumirse enteros, tienen un contenido nutricional más elevado, más fibra y un índice glucémico menor que otros cereales y granos refinados consumidos frecuentemente. Además, el mijo no tiene gluten.

4

EL MIJO TIENE UN POTENCIAL NO EXPLOTADO Y PUEDE USARSE DE MANERAS INNOVADORAS

Aumentar la producción y desarrollar las cadenas de valor del mijo puede incrementar la diversidad del sistema agroalimentario y aportar ingresos potenciales e innovación a comunidades rurales de todo el mundo. Mejorar las prácticas de procesado y almacenamiento puede a su vez maximizar el consumo seguro y efectivo del mijo y permitir a pequeñas y medianas empresas prestar servicios de postcosecha y procesado. Asimismo, los nuevos alimentos innovadores basados en mijo están resultando cada vez más interesantes para los consumidores y dando nuevas oportunidades a los emprendedores.

5

EL MIJO PUEDE TENER UN IMPACTO DE GRAN ALCANCE PARA LOS AGRICULTORES FAMILIARES Y PUEBLOS INDÍGENAS

El mijo es una protección contra el fallo de los cultivos en condiciones climáticas graves. Ofrecen una mayor rentabilidad económica y relación coste beneficio para quienes lo cultivan (Maitra, 2020). Además, se ha demostrado que hay un vínculo entre los «alimentos olvidados» como el mijo y el empoderamiento de los pequeños productores, especialmente las mujeres, y las comunidades indígenas. Poner en valor el mijo implica reconocer y celebrar el conocimiento y la capacidad de experimentación de los agricultores y las generaciones de sabiduría amasada por los nativos de esas tierras. Esto puede tener consecuencias de gran alcance como un aumento de la autoconciencia, la autoestima y el orgullo propio de los productores y estimular la agencia de personas y grupos. Pasan de ser receptores de una tecnología a cocreadores, coinvestigadores y coinnovadores del conocimiento, junto con los científicos.

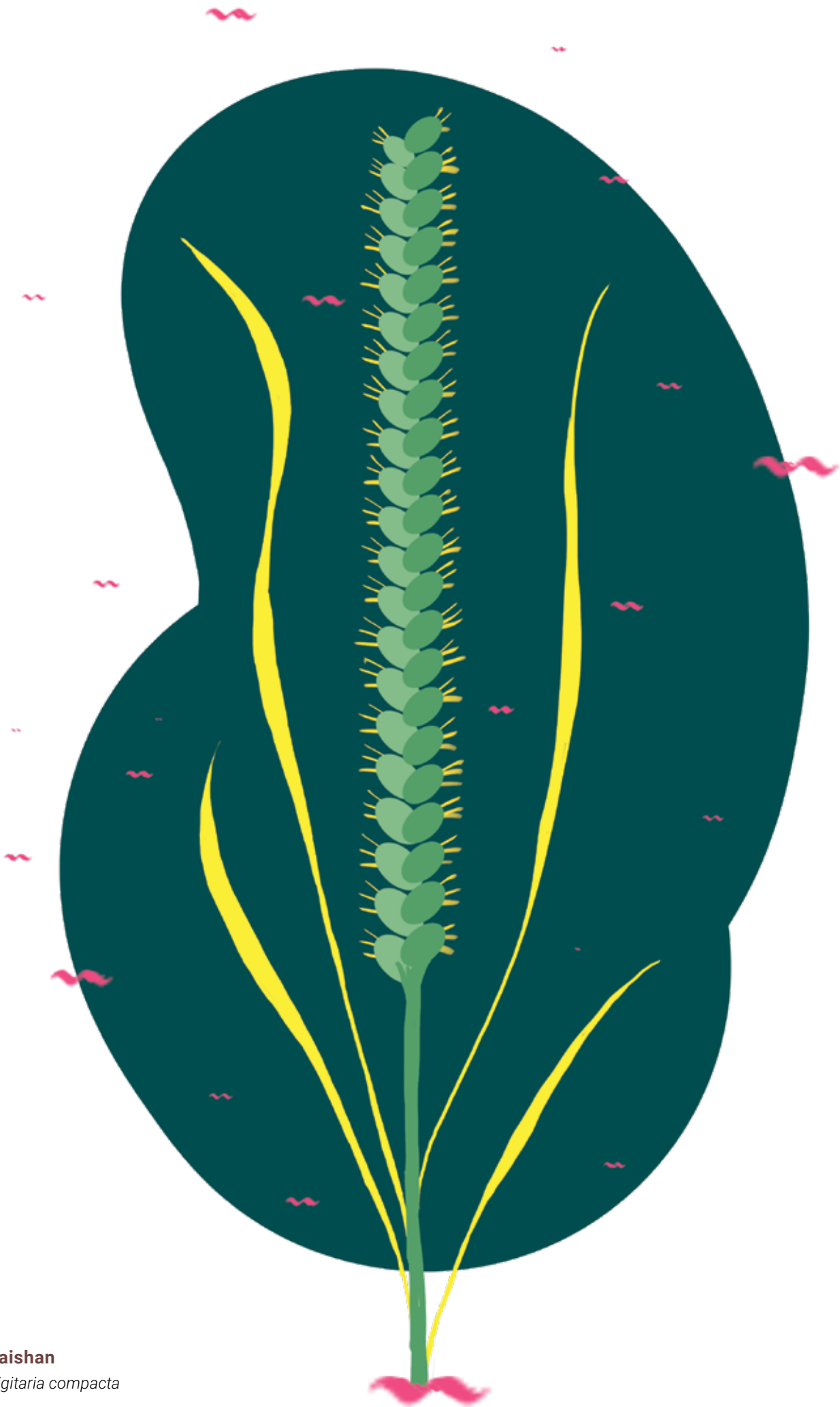
RECUADRO 1. Mijo autóctono australiano

«La práctica de cultivo del mijo nativo australiano se perdió tras la colonización, cuando los aborígenes fueron desplazados de sus tierras y los granos locales sustituidos por trigo, cebada y avena», explica Dianne Hall, investigadora de doctorado que trabaja en Narrabri, Universidad de Sídney.

Hall y la técnica de plantas Kerrie Saunders son gamilaraay, uno de los mayores grupos indígenas de Australia, al igual que su ayudante de investigación, Hannah Binge. «Somos guardianes de la songline del mijo nativo», dice Hall refiriéndose a las historias orales que trazan los viajes de los antiguos espíritus por la tierra y transmiten conocimiento valioso sobre el entorno.

«Pronto se entenderá que el mijo nativo no es simplemente un producto alimentario más», añade Binge, «sino un alimento y una planta que conecta al pueblo con la tierra y la cultura» (FAO 2023a).





Raishan
Digitaria compacta

Capítulo 2

¿De dónde viene el mijo?

El mijo fue una de las primeras plantas domesticadas y continúa siendo un cultivo básico tradicional para millones de personas, ya que se puede cultivar en suelos pobres, resiste a plagas y enfermedades y es resiliente en condiciones climáticas adversas.

HISTORIA ANTIGUA DEL MIJO

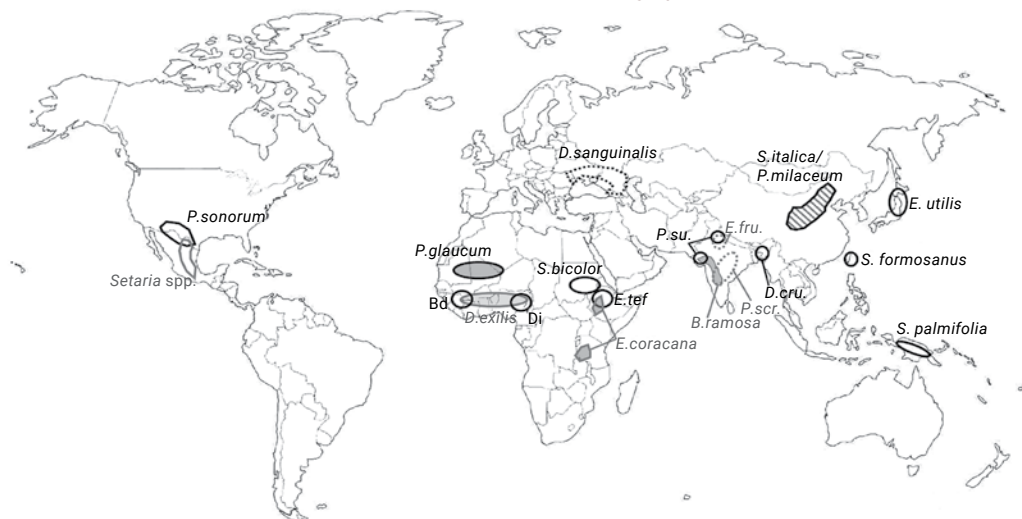
Una de las características más impresionantes del mijo es su diversidad. Desde los desiertos del Sáhara hasta las montañas de Ucrania, el mijo puede cultivarse en entornos muy distintos. Históricamente, el mijo ha ayudado a subsistir a comunidades de toda Asia y África, complementando y diversificando las dietas de pueblos indígenas y grupos de agricultores, pastoralistas y recolectores (Lancelotti et al., 2019).

Incluso en la prehistoria, el mijo se usaba de distintas maneras: se comía como cereal de grano básico, se molía para hacer harina, machacaba para hacer

gachas o infundaba para preparar bebidas en Asia, África y Europa. Es posible que estos cereales fueran uno de los primeros cultivos, antes de la llegada del riego, y que lo comieran las primeras culturas asiáticas y africanas (Bhat et al., 2018).

Los granos más antiguos de mijo se encontraron en África cerca del río Nilo, cultivados hace más de 8000 años (Bhat et al., 2018). En la India y África occidental, es probable que el cultivo del sorgo precediera el desarrollo de otros alimentos básicos como el arroz o el trigo (Weber y Fuller, 2007). Asimismo, se han encontrado granos ancestrales

FIGURA 1. Mapa de los probables lugares de origen del mijo y cereales menores



Notas: Las líneas de puntos indican menor probabilidad, algunos abreviados: *Bd*: *Brachiaria deflexa*, *B. ramosa*: *Brachiaria ramosa*, *D. cru.*: *Digitaria cruciata*, *D. exilis*: *Digitaria exilis*, *D. sanguinalis*: *Digitaria sanguinalis*, *Di*: *Digitaria iburua*, *E. coracana*: *Eleusine coracana*, *E. fru.*: *Echinochloa frumentacea*, *E. utilis*: *Eugeissona utilis*, *P. glaucum*: *Pennisetum glaucum*, *P. milaceum*: *Panicum miliaceum*, *P. scr.*: *Paspalum scrobiculatum*, *P. sonorum*: *Panicum sonorum*, *P. su.*: *Panicum sumatrense*, *S. bicolor*: *Sorghum bicolor*, *S. formosanus*: *Spodiopogon formosanus*, *S. italica*: *Setaria italica*, *S. palmifolia*: *Setaria palmifolia*, *Setaria spp.*: *Setaria species*.

Fuente: Fuller, D., forthcoming

Aviso legal: Las fronteras, nombres y denominaciones que figuran en estos mapas no implican juicio alguno por parte de la FAO sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan líneas fronterizas aproximadas respecto a las cuales puede que todavía no haya pleno acuerdo.

RECUADRO 2. El papel del mijo en el desarrollo de las sociedades



Históricamente ha sido difícil evaluar plenamente el papel del mijo en la evolución de las sociedades. Esto se debe a que los granos pequeños son difíciles de encontrar en yacimientos arqueológicos, ya que es más probable que las plagas y los microorganismos se los coman antes que los granos grandes. Además, las semillas son tan pequeñas que es prácticamente imposible verlas. Recientemente, las técnicas nuevas como la flotación permiten entender mejor el papel del mijo en el desarrollo de las sociedades humanas.

Un buen ejemplo de esta problemática es la recuperación del mijo del yacimiento de la civilización Indo en Harappa. Este lugar del norte de Pakistán estuvo ocupado desde 3300 a 1900 AEC, y se creía que entonces los cultivos predominantes eran el trigo y la cebada, el mijo era muy poco común. Sin embargo, más recientemente, los investigadores han identificado decenas de miles de pequeñas semillas de mijo, lo cual demostraría que estas se cultivaban en este lugar miles de años antes de lo que se pensaba (Weber y Fuller, 2007).

de mijo en yacimientos arqueológicos de Mongolia que datan del año 6000 AEC; el clima frío y seco del norte de China hacía prosperar al mijo, y ya en el año 5000 AEC se había convertido en un alimento básico para los pueblos de la región (Bhat et al., 2018). También para los de la península coreana, que consumían mijo en 4000-3000 AEC, adelantándose de nuevo al uso extendido del arroz como alimento básico en la región. En Europa, se cree que el mijo común era prevalente en Ucrania y en yacimientos neolíticos de Georgia y Alemania (Bhat et al., 2018).

LA EXPANSIÓN DEL MIJO

El mijo acompañó a los comerciantes por la Ruta de la Seda a lugares de toda África, Asia y Europa y se usaba cada vez más en rotación con otros alimentos como el arroz. Esto aumentaba la diversidad de los cultivos, ampliaba los periodos de crecimiento y aportaba seguridad alimentaria a culturas antiguas (Bhat et al., 2018). El registro escrito más antiguo del mijo data del año 2800 AEC, donde se describe como uno de los cinco cultivos chinos sagrados, junto con la soja, el arroz, el trigo y la cebada (Bhat et al., 2018). En la Edad Media, el mijo ascendió a cereal básico en Europa, se cultivó más que el trigo, y sociedades como las de los moros aprendieron que el mijo germinaba fácilmente y maduraba con rapidez, lo cual lo convertía en un cultivo de rotación viable incluso en áreas del mundo donde llovía poco, como el desierto del Sáhara (Baht et al., 2018).

Sin embargo, probablemente el motivo principal por el que las culturas del mundo acabaron cultivando el mijo es su fiabilidad, incluso en condiciones extremas. El Imperio Romano usaba las especies resistentes de mijo común e italiano (mijo de cola de zorra) como garantía contra el hambre (Bhat et al., 2018). Un filósofo griego escribió que el «mijo es la mejor prevención contra la hambruna, ya que resiste a cualquier climatología desfavorable y nunca falla, aunque haya escasez del resto de cereales» (Bhat et al., 2018, 33). El norte de África también replica este sentimiento: la región ha dependido del mijo durante siglos aun teniendo unos de los climas más difíciles del planeta.

Finalmente, la presencia generalizada de panes y fideos de otros cereales fue siendo cada vez más común y el comercio de trigo y arroz acabó superando al del mijo. Posteriormente, durante los periodos coloniales, en muchas partes del mundo la agricultura se orientó a cultivos de plantación comerciales como el algodón, el té y otros alimentos que se comerciaban en todos los imperios (Bhat et al., 2018). Aunque este cereal sigue siendo importante para muchas culturas, actualmente, la producción y el consumo del mijo han disminuido aún más, mientras que la investigación y el desarrollo para el mejoramiento, la mecanización en granja y el procesamiento se han centrado en otros cultivos. En la India, los alimentos tradicionales como el mijo han sido sustituidos en su mayoría por cereales que se consumen de manera

refinada y tienen mayores valores energéticos, pero menores nutricionales (Eliazar Nelson *et al.*, 2019).

poca agua o agroquímicos para crecer, el mijo, en toda su diversidad, es una gran alternativa.

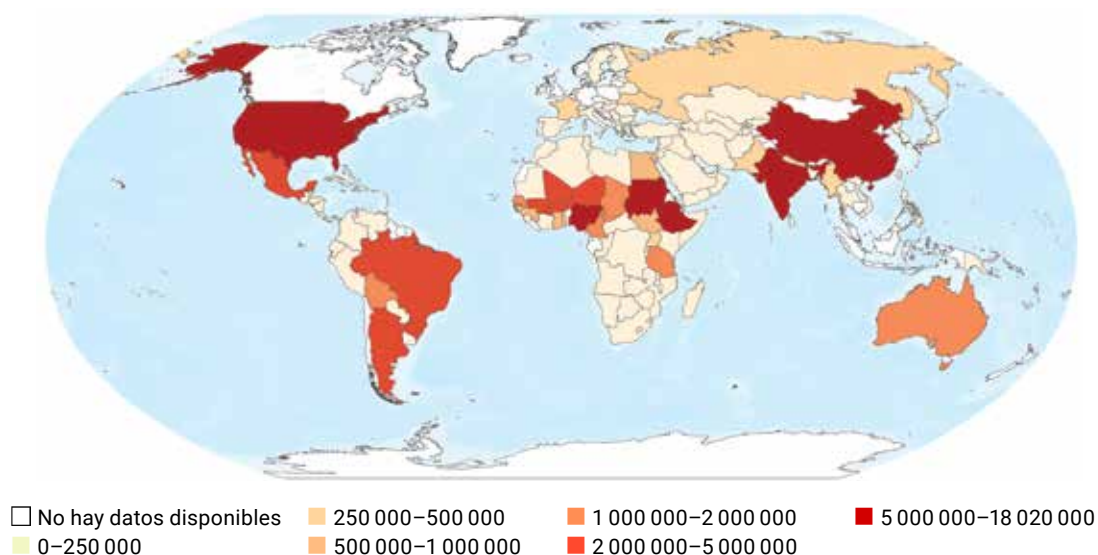
El área de superficie dedicada al cultivo del mijo es ínfima en comparación con el pico que alcanzó antes del auge del comercio mundial de trigo, maíz y arroz y la llegada de las variedades de cereales de alto rendimiento obtenidas durante los años de la Revolución Verde que empezó en los años 60. Aunque el mijo generalmente se adaptaba mejor, era más nutritivo y originario de muchas zonas de África y Asia, los nuevos cultivos básicos como el trigo, el maíz y el arroz pulido cambiaron la composición de las dietas del mundo (Fahey, 1998).

El mijo continúa siendo un alimento fundamental para millones de personas de todo el mundo. Que se siga cultivando este cereal a pesar de los reveses, habla por sí solo de la resiliencia de los agricultores y pueblos indígenas y de la naturaleza robusta de los sistemas de conocimiento que rodean al cultivo del mijo. La variación que hay en su genética, sus regímenes de cultivo y sus cocinas culturales se debe en gran parte al importante papel que han desempeñado los pueblos indígenas a la hora de potenciar la biodiversidad y la resistencia al clima, y la importancia constante de la relación entre los pueblos indígenas y la tierra y los alimentos que cultivan.

La aparente capacidad del mijo de mantener a raya la hambruna también le ganó la reputación de cultivo básico para los pobres, un cultivo de menor calidad y sabor inferior. Pero nada más lejos de la realidad, el mijo puede usarse en una gran variedad de recetas, de gachas a ensaladas, de estofados a postres. Al cocinarse, adquiere un sabor a nuez y una textura esponjosa. Y a quien prefiera usar ingredientes respetuosos con el medio ambiente y que requieran

El mijo tiene mucho potencial sin aprovechar; muchos más agricultores y empresas de procesamiento del mundo están a tiempo de incluir el mijo en sus rotaciones o mejorar el cultivo, la cosecha, el almacenamiento, el procesado y el comercio de este cereal para el beneficio de la salud y el bienestar de las personas y el planeta.

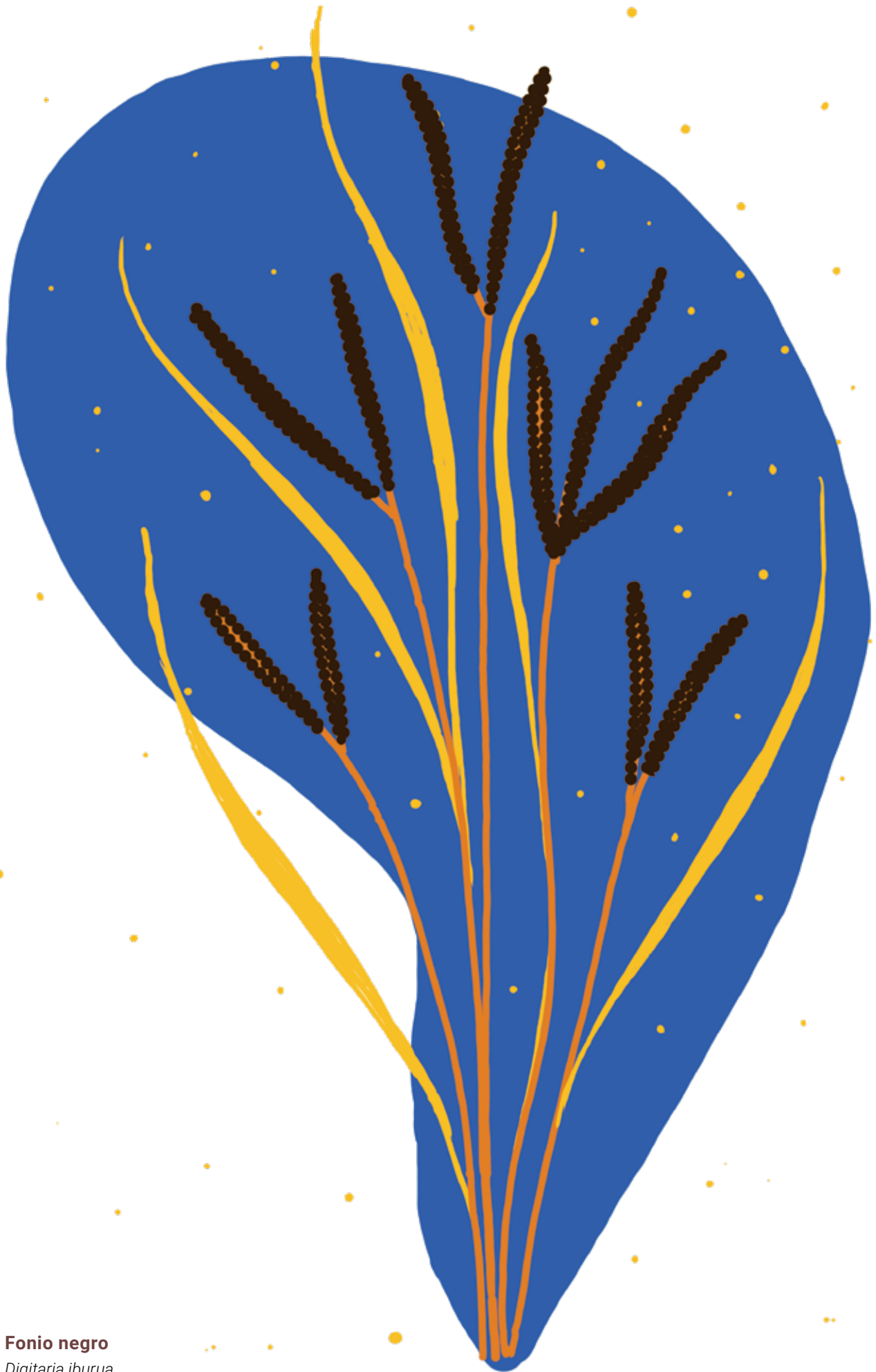
FIGURA 2. Producción de mijo en el mundo



Fuentes: FAO. Cultivos y productos de ganadería. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Extraído de: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Fecha de acceso: 07-07-2023.

Geoespacial de las Naciones Unidas. 2020. Map geodata [shapefiles]. Nueva York, EEUU, Naciones Unidas.

Aviso legal: Las fronteras, nombres y denominaciones que figuran en estos mapas no implican juicio alguno por parte de la FAO sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan líneas fronterizas aproximadas respecto a las cuales puede que todavía no haya pleno acuerdo.



Fonio negro
Digitaria iburua

Capítulo 3

¿Por qué el mijo?

En el Capítulo 1 se mencionan brevemente cinco razones por las que celebrar el mijo. En este capítulo, nos adentramos en cada argumento y exploramos cómo puede usarse el mijo como herramienta de mediación para una multitud de problemáticas actuales.

EL MIJO ES UN CULTIVO RESILIENTE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En los últimos años, el cultivo de los cereales principales se ha vuelto más volátil, ya que el tiempo es cada vez más irregular, las tierras agrícolas se están erosionando y los suelos se están quedando sin nutrientes. Quienes viven con recursos limitados, especialmente en las zonas secas –las regiones áridas y semiáridas de La Tierra¹– tienen un mayor riesgo de sufrir inseguridad alimentaria y pobreza ante un clima cambiante, ya que a la tierra le cuesta cada vez más dar tanto como antes (Padulosi *et al.*, 2015).

Los modelos pueden ayudar a formarse una imagen de la idoneidad de los cultivos de mijo y del potencial que ofrece este cereal a los agricultores de todo el mundo conforme el clima sigue cambiando. Por ejemplo, los datos de Zonificación Agroecológica Mundial² muestran que la tierra apta para el mijo perla crecerá de aquí a 2050 a medida que el clima se caliente a latitudes y altitudes mayores (FAO, 2023). En el caso del mijo cola de zorra, el efecto del cambio climático es más variable; habrá más zonas adecuadas a latitudes más elevadas pero la superficie de cultivo descenderá en los trópicos³.

En comparación con otros cereales, el mijo puede ser más productivo en condiciones de altas temperaturas y tiene un periodo vegetativo más corto –el ciclo de vida del mijo es de 8-12 semanas de media, mientras que el de otros cultivos importantes oscila entre 20 y 24 semanas– lo que lo convierte en un cultivo viable en situaciones ambientales difíciles.

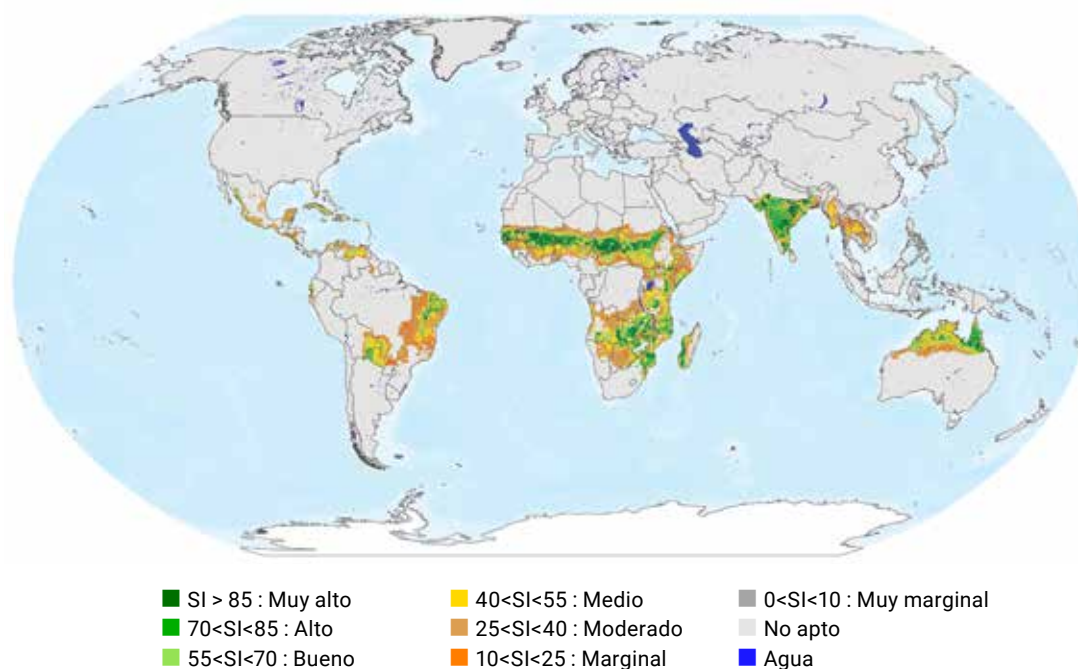
El mijo cuenta con varios rasgos agronómicos que hacen que pueda sobrevivir al estrés de la sequía duradera y el calor, como la corta estatura de la planta, la pequeña superficie de su hoja, paredes celulares gruesas y los sistemas de raíces densos (Babele *et al.*, 2022). El mijo se adapta bien a la tierra con baja fertilidad y resiste a la sequía; hay registros de que algunas especies crecen con hasta 40 mm de agua por año (Lancelotti *et al.*, 2019). Asimismo, algunos estudios indican que especies de mijo como el perla o el africano pueden crecer en suelos con una salinidad de 11-12 dS/m, cuatro veces el nivel de salinidad con el que puede crecer el arroz (Lancelotti, *et al.*, 2019). Como planta con un sistema de fotosíntesis C4, el mijo tiene unas tasas fotosintéticas mejoradas en entornos cálidos y puede usar de manera eficiente el agua y el nitrógeno, de 1,5 a 4 veces más que las

¹ Casi la mitad de las tierras agrícolas del mundo se encuentra en zonas áridas que cubren aproximadamente el 40 % de la superficie terrestre, y donde viven más de 3 mil millones de personas. Aun así, las zonas secas son uno de los paisajes más vulnerables del planeta y ya han sufrido una extensa degradación.

² La metodología de la Zonificación Agroecológica Mundial (Global Agro-Ecological Zoning, GAEZ) (Fischer *et al.*, 2021) es un enfoque eficaz para apoyar el desarrollo agrícola sostenible ya que proporciona información sobre la idoneidad actual y futura de los cultivos, los riesgos y oportunidades de la producción agrícola y la demanda de agua de riego, y simula opciones de desarrollo y adaptación de cultivos conservando la calidad medioambiental. La idoneidad de un cultivo en una extensión de tierra determinada depende de una serie de requisitos específicos del cultivo frente a las condiciones agroclimáticas y agroedáficas prevalentes en una ubicación. GAEZ calcula el posible rendimiento según las limitaciones del suelo y las restricciones del terreno evaluados.

³ Los datos GAEZ muestran que entre 1981 y 2010, aproximadamente el 19 por ciento de las tierras de cultivo de secano y el 16 por ciento de las de regadío del mundo eran aptas para la producción de mijo perla en secano. El mijo cola de zorra era idóneo para el 27 por ciento de la tierra de cultivo de secano, y aproximadamente el 42 por ciento de la tierra equipada con regadío (FAO e IIASA, 2023).

FIGURA 3. Mapa GAEZ, índice de adaptabilidad (0–100) por clase de mijo perla en seco. Los resultados se basan en el clima de referencia (1981–2010) y al supuesto nivel avanzado de insumos y gestión.



Fuentes: FAO e IIASA. Zonificación Agroecológica Mundial versión 4 (GAEZ v4). Fecha de acceso: 07-07-2023. URL: <https://gaez.fao.org/> Geoespacial de las Naciones Unidas. 2020. Map geodata [shapefiles]. Nueva York, EEUU, Naciones Unidas.

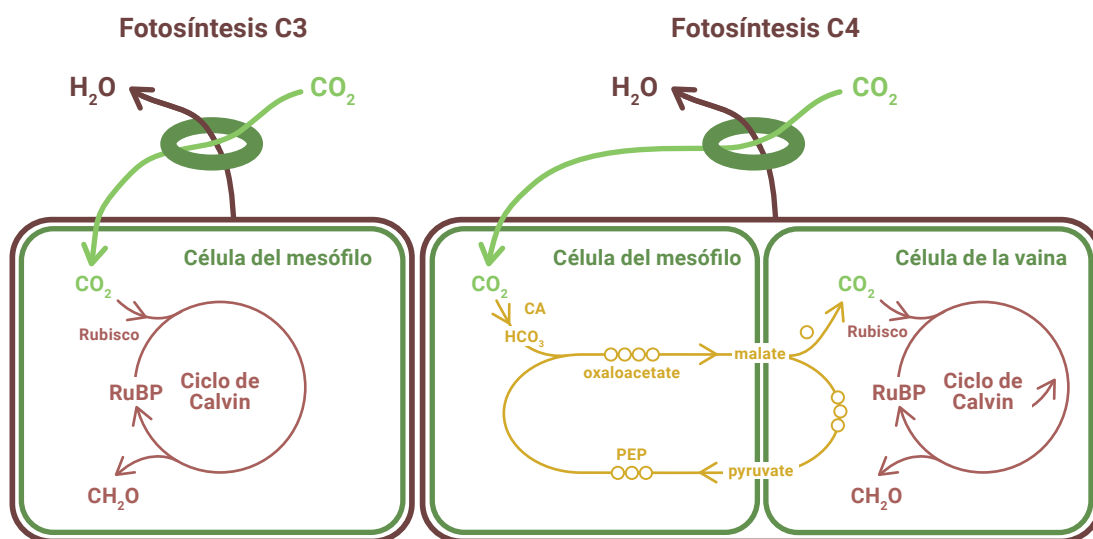
Aviso legal: Las fronteras, nombres y denominaciones que figuran en estos mapas no implican juicio alguno por parte de la FAO sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan líneas fronterizas aproximadas respecto a las cuales puede que todavía no haya pleno acuerdo.

CUADRO 1. Zona ecológica óptima para la producción del mijo y de otros cereales

NOMBRE DEL CULTIVO	MIJO						CEREALES		
	MIJO AFRICANO	MIJO COMÚN	MIJO PERLA	MIJO COLA DE ZORRA	SORGO	FONIO BLANCO	TRIGO	MAÍZ	ARROZ
Taxón	<i>Eleusine coracana</i>	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Pennisetum glaucum</i>	<i>Setaria italica</i>	<i>Sorghum bicolor</i>	<i>Digitaria exilis</i>	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Zea mays</i>	<i>Oryza sativa</i>
Temperat. requir. – Temp. mínima óptima	18	20	25	16	22	22	15	18	20
Temperat. requir. – Temp. máxima óptima	30	32	35	26	35	27	23	33	30
Precip. (anuales) – mín. óptima	500	500	400	500	400	900	750	600	1 500
Precip. (anuales) – máx. óptima	1 100	750	900	700	600	1 600	900	1 200	2 000
pH suelo – mín. óptimo	6	6	5	6	5.5	5.5	6	5	5.5
pH suelo – máx. óptimo	7	6.5	6.5	6.8	7.5	6.5	7	7	7
Ciclo de cultivo – mín.	75	55	60	60	90	90	90	65	80
Ciclo de cultivo – máx.	180	280	120	120	300	130	250	365	180

Fuente: FAO. Base de datos de requisitos ecológicos de cultivos (ECOCROP). Fecha de acceso: 07-07-2023. URL: <https://gaez.fao.org/pages/ecocrop>

FIGURA 4. Diagrama de la diferencia entre plantas de fotosíntesis C3 y C4



La mayoría de las plantas tienen una fotosíntesis de tipo C3, incluyendo el arroz, el trigo y la soja. En cambio, el mijo es una planta de tipo C4, lo cual hace que sea más eficiente que las C3 en altas temperaturas. Además, puede conservar el agua, ya que concentra el carbono en otra estructura celular y puede procesarlo evitando la fotorrespiración.

Fuente: Wang et al., 2012

plantas C3 como el arroz y el trigo (Lancelotti et al., 2019). El estatus C4 del mijo además implica una mejor fijación del carbono en los cultivos. Todos estos beneficios proceden de un periodo de vegetación de dos a tres meses, mientras que otros cultivos C3 tardan mucho más en crecer (Kaushik et al., 2022).

El mijo perla, por ejemplo, se cultiva sobre todo en tierras marginales con lluvias irregulares y estreses medioambientales debido a su capacidad natural de sobrevivir y resistir a tensiones como la sequía, la salinidad y el calor. Es la especie de mijo más cultivada y uno de los cereales domesticados que mejor tolera la sequía. El mijo cola de zorra es el segundo en producción de mijo del mundo y sigue ocupando un lugar importante en la agricultura global, alimentando a millones de personas que dependen de tierras pobres o marginales en el sur de Europa y en climas templados, subtropicales o tropicales de Asia (FAO, 2023). El sorgo también muestra un gran potencial en modelos de cambio climático, por ser una de las especies de mijo más resistentes, más incluso que, por ejemplo, el maíz (Orr et al., 2020).

EL MIJO PERMITE DIVERSIFICAR LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Ir rotando lo que se cultiva en la tierra puede romper los ciclos de plagas y enfermedades, reducir las malas hierbas y ayudar a frenar la erosión. Las rotaciones pueden servir igualmente para mejorar la salud del suelo, equilibrar los nutrientes de los cultivos y aumentar la biodiversidad de la granja, así como ayudar a los agricultores a gestionar el riesgo y sacar partido a la diversidad y los nichos de mercado.

El mijo puede contribuir al éxito de la rotación de cultivos. Su corto periodo vegetativo hace que pueda alternarse con otros cultivos como cereales más comunes como el maíz o el trigo, o leguminosas como la soja, creando oportunidades económicas para los agricultores y manteniendo el suelo cubierto durante todo el año. El uso del mijo en granjas pequeñas o grandes puede mejorar la productividad de la tierra, aumentar la eficiencia en el uso de los recursos y evitar la pérdida de nutrientes y la erosión del suelo.



En regiones de ingresos elevados como Europa o Norteamérica, el mijo perla o cola de zorra puede usarse como cultivo de cobertura para conservar el agua y la biomasa del suelo (Parvin *et al.*, 2023), mientras que el mijo marrón puede usarse para suprimir las poblaciones de nematodos en cultivos de tomates y pimientos (Myers, 2018). El mijo común también puede ser positivo en la rotación de cultivos, ya que favorece el control de las malezas sobre todo en el trigo de invierno (ARMC, 2022). Y el «agobio estival» con variedades de mijo ayuda a aportar materia orgánica a los campos en barbecho y a crear pastos ricos en nutrientes para el ganado en la estación cálida.

En Etiopía, por ejemplo, el teff es un cultivo básico y el más importante del país en términos de superficie cultivada y valor de la producción. Contribuye a la diversificación de los cultivos y combate la escasez de alimentos y el desequilibrio dietético (Lee, 2018).

El pastoreo es otro elemento que puede incorporarse a los sistemas de cultivo diversificados que incluyan mijo, ya que los tallos son un buen forraje nutritivo para los animales, incluso después de la cosecha. La rotación de cultivos con el ganado es

una combinación importante de muchos sistemas de producción de mijo, y los residuos de los cultivos de mijo contribuyen significativamente al suministro de forraje (FAO, 1996).

Incluir el mijo en los sistemas de cultivo durante años de sequía puede contribuir a garantizar que una familia tenga para comer, vender y alimentar al ganado a finales de temporada, lo cual ayuda a asegurar su seguridad alimentaria durante el año.

EL MIJO PUEDE CONTRIBUIR A UNA DIETA SALUDABLE

La composición de una dieta saludable varía: depende del contexto cultural, la disponibilidad de los alimentos a nivel local, las condiciones climáticas y ecológicas, costumbres alimentarias, características individuales y preferencias personales. Sin embargo, un elemento clave de cualquier dieta es la diversidad alimenticia, la variedad de alimentos de distintos grupos que componen lo que come una persona. Consumir alimentos variados entre y dentro de los distintos grupos alimentarios se asocia a un menor riesgo de padecer una insuficiencia de micronutrientes y las deficiencias asociadas. Llevar una dieta saludable a lo largo de la vida ayuda a

prevenir todas las formas de malnutrición y protege de enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación como la diabetes, las cardiopatías, el ictus y el cáncer. La malnutrición también está relacionada con un descenso de la productividad adulta vital para el desarrollo de las naciones (FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS, 2022).

Además, el mijo es un cereal integral por lo que cuenta con un índice glucémico menor que los cereales refinados y es una buena opción para las dietas de personas con diabetes o altos niveles de azúcar en sangre. Algunas especies también son una fuente de hierro económica (Anitha *et al.*, 2021). Por tanto, incorporar el mijo a la dieta puede ser una alternativa sabrosa, nutritiva y asequible a los cereales refinados que tanto se consumen.

El mijo puede desempeñar un papel decisivo en la diversificación de dietas que actualmente dependen de unos pocos productos básicos. De hecho, basar la mayor parte de la ingesta calórica mundial en solo tres cultivos –arroz, trigo y maíz– reduce la resiliencia de los sistemas agroalimentarios ante crisis y tensiones, con el consiguiente aumento de los riesgos para la salud humana y planetaria. En Uganda, la producción nacional de mijo puede contribuir a la seguridad alimentaria y aportar nutrientes necesarios, como proteínas y minerales, especialmente cuando aumentan los precios de otros alimentos básicos (Benson *et al.*, 2008).

Al ser un cereal integral, el mijo contiene fibra. La fibra puede ayudar a regular la función intestinal y los lípidos, y hacer de prebiótico favoreciendo el crecimiento de bacterias intestinales buenas y la creación de una microbiota intestinal sana para los humanos (Amadou, 2013). Algunas bacterias probióticas aisladas de muestras de harina y masa de sorgo y mijo perla podrían utilizarse en la producción de nuevos alimentos (Kunchala *et al.*, 2016).

Por último, el mijo no tiene gluten, así que es una buena opción para la alimentación de personas con celiaquía o intolerancia al gluten.

En el **capítulo 6** se aborda cómo se consume el mijo en distintos lugares del mundo.

EL MIJO TIENE UN POTENCIAL NO EXPLOTADO Y PUEDE USARSE DE MANERAS INNOVADORAS

El potencial nutricional y los beneficios medioambientales del mijo abren la puerta a oportunidades de comercialización, creando alternativas para clientes que buscan productos mejores para su salud y el planeta. Promoviendo el mijo y recuperando su cuota en el mercado de los cereales, los pequeños productores pueden optar a fuentes de ingresos adicionales. Esto impulsa el crecimiento económico y aporta beneficios monetarios a las comunidades rurales. En este proceso, es crucial que el mijo sea de fácil acceso para quienes lo producen.



También la mejora de la cosecha y el procesado tienen potencial de emprendimiento (NAAS, 2022). La cosecha y la trilla del cereal en el momento adecuado garantizan una buena calidad. Los procesos mecanizados de descascarillado del mijo suelen ser más eficientes que el descascarillado manual, reducen la carga de trabajo y las pérdidas por vertido y proporcionan granos limpios listos para la venta. La innovación en el agroprocesado, especialmente en la producción de alimentos «naturales», podría usarse tanto en los mercados tradicionales como los no tradicionales, y ser de utilidad para los jóvenes, los consumidores urbanos y los turistas, entre otros. Este valor añadido podría llevar a la expansión del mercado, e incrementar la demanda y los precios para los agricultores.

La obtención de variedades adaptadas podría igualmente mejorar el rendimiento y acrecentar el valor nutricional y potencial de procesamiento del mijo. En Estados Unidos y Europa hay cada vez una mayor necesidad de semillas de cultivos de cobertura diversos, lo que crea una oportunidad para seguir probando, educando y aplicando el mijo en sistemas de cultivo comerciales sostenibles a mayor escala (Meyers, 2018).

Además, la mejora de la genética, la cosecha y la transformación del mijo repercute directamente en la subsistencia de mujeres de todo el mundo. Invertir en el mijo ha tenido resultados demostrados en la vida de las mujeres, por lo que cada vez hay más cambios de políticas y apoyo por parte de los gobiernos. Esto hace que en lugares como la India el mijo se incluya cada vez con más frecuencia en los sistemas de distribución públicos, junto con cereales importantes como el arroz o el trigo (Banco Mundial y Han Ulaş Demirag, 2022).

El **capítulo 4** estudia con mayor detenimiento las oportunidades que plantea el mijo.

EL MIJO PUEDE TENER UN IMPACTO DE GRAN ALCANCE PARA LOS AGRICULTORES FAMILIARES Y LOS PUEBLOS INDÍGENAS

Los «alimentos olvidados» son variedades cultivadas, semi domesticadas, salvajes y tradicionales que se han producido y consumido durante miles de años por sus propiedades alimentarias, medicinales, para pienso, por su fibra o aceite, pero cuyo papel ha sido subestimado y su importancia menospreciada por parte de investigadores, legisladores y mercados (Hunter *et al.*, 2019). Un ejemplo es el mijo.





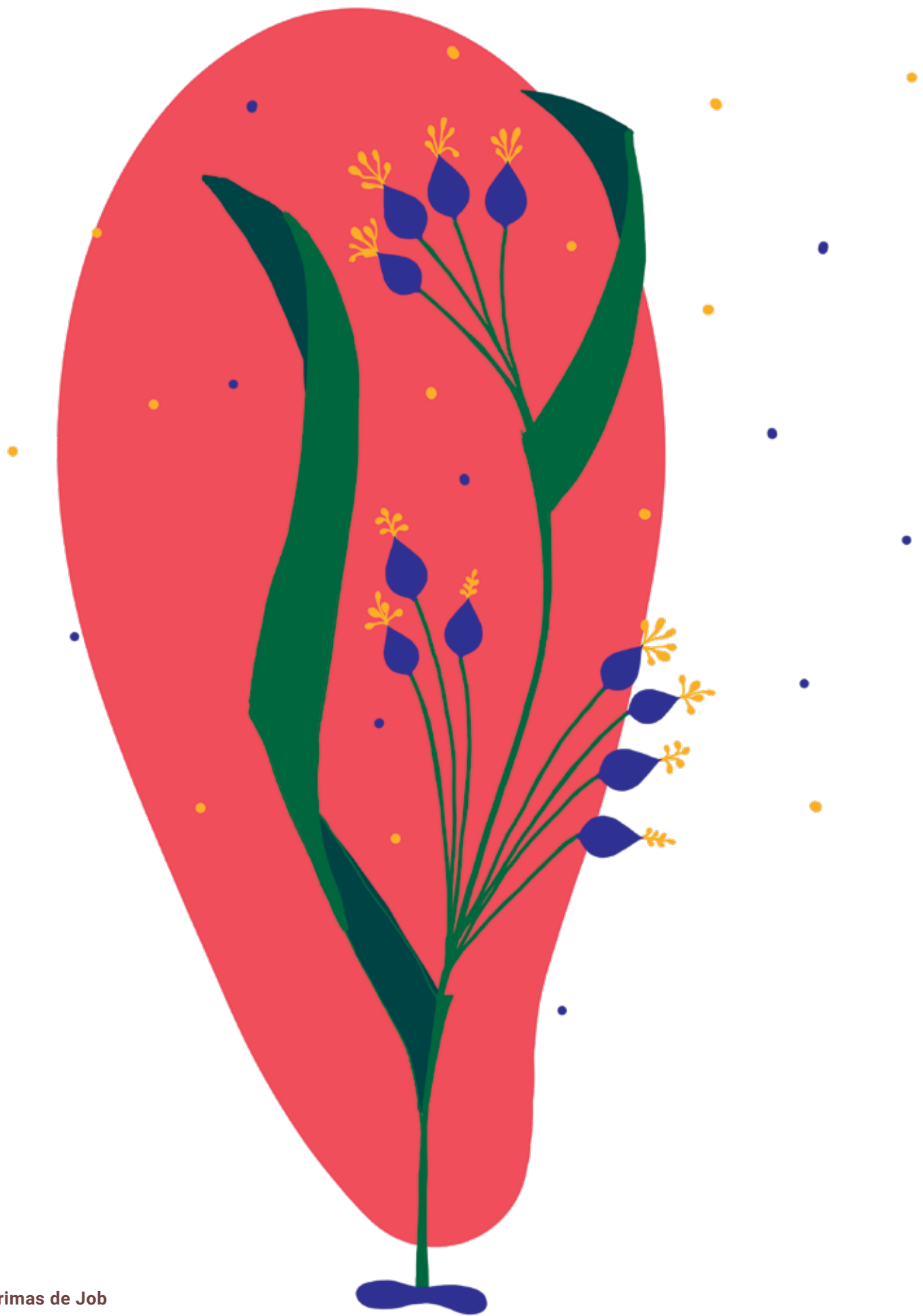
Dado que el mijo lleva siglos cultivándose en sistemas agrícolas tradicionales, existe la oportunidad de situar a los agricultores familiares, las mujeres y las comunidades indígenas en el centro de las conversaciones sobre este cereal, haciendo así que se reconozcan, promuevan y celebren sus conocimientos y experiencia con el mijo.

Las políticas públicas que fomenten que los agricultores familiares produzcan mijo deben ser parte de estrategias completas que integren las tres dimensiones del desarrollo sostenible (crecimiento económico, inclusión social y protección medioambiental).

El Decenio de las Naciones Unidas de Agricultura Familiar (2019-2028), y su plan de acción mundial, permite y apoya a los agricultores familiares en la consecución de sistemas agrícolas dinámicos, innovadores y diversificados. De igual manera, incrementa la disponibilidad de alimentos nutritivos, de producción sostenible y adecuados a la cultura e incentiva las dietas sanas al tiempo que favorece los sistemas alimentarios sostenibles y resilientes, diversificados y adaptados al contexto (FAO y FIDA, 2019). Los sistemas alimentarios viables que se construyen junto con los agricultores familiares pueden ofrecer nuevas oportunidades económicas y opciones de empleo atractivas.

En este sentido, un elemento clave es la investigación participativa. Los estudios colaborativos, la experimentación en las fincas y la innovación con los agricultores genera cambios profundos a nivel personal y organizativo, aumentando la autoconsciencia, la autoestima y el orgullo por su trabajo y sabiduría.

Crear conjuntamente y poner en común los conocimientos puede ayudar a superar la dinámica actual de transferencia de tecnología, en la que los científicos son quienes determinan los problemas que deben abordarse y las soluciones para resolverlos. Las empresas rara vez implican a quienes cultivan los alimentos en el desarrollo de semillas ni en las cadenas de valor. El Manifiesto Mundial sobre los Alimentos Olvidados –una colaboración de 27 organizaciones nacionales de agricultores, 27 instituciones nacionales de investigación y más de 100 universidades públicas y privadas– pide en cambio «que los pequeños agricultores y sus comunidades sean reconocidos, respetados y apoyados como ... guardianes del conocimiento y las buenas prácticas, como agentes de cambio, y como copartes en la acción colectiva» (AARINENA, 2021, p. 4). El desarrollo sostenible debe pasar por valorar alimentos como el mijo y dar reconocimiento a los conocimientos tradicionales.



Lágrimas de Job
Coix lacryma-jobi

Capítulo 4

Retos y oportunidades

El mijo tiene ante sí varios obstáculos para poder recuperar su prominencia en las dietas sanas de todo el mundo, pero es el cereal ideal para un clima cambiante y gustos variables. Este capítulo abordará algunos de los retos y oportunidades actuales para que el mijo pueda ir de la semilla a la mesa.

SEMILLAS

Retos

Como se mencionaba anteriormente, el área de cultivo del mijo se ha reducido. No obstante, este cambio no es únicamente un problema porque el alimento haya perdido popularidad; esta tendencia supone una amenaza para los recursos genéticos de multitud de especies de mijo que podrían mejorar la producción del cereal.

Dado que el mijo está creciendo menos en las zonas en las que se desarrolló, la diversidad de sus semillas se está reduciendo. A su vez, la disminución de las existencias de semillas dificulta cada vez más la investigación para desarrollar variedades más deseables desde una perspectiva agronómica. Poder estudiar la mejora de los cultivos suele depender de la disponibilidad de semillas conservadas y presentes en las zonas geográficas y hábitats naturales en los que se desarrollan (Bramel *et al.*, 2022). El mijo tiene un potencial genético que podría revelar datos importantes sobre la mejor forma de hacer crecer las plantas en condiciones medioambientales extremas, como altas temperaturas y poca agua.

Por desgracia, los donantes internacionales y los gobiernos de los países han considerado la conservación de las semillas de mijo poco prioritaria. Por ejemplo, el banco genético del Instituto Internacional

de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT), que conserva la mayor y más diversa colección de germoplasma de sorgo y mijo del mundo (79 334 accesiones), no recibe fondos significativos de los donantes mundiales, a diferencia de otros bancos genéticos internacionales.

Por lo tanto, el actual sistema mundial de conservación y mantenimiento del germoplasma no es muy seguro ni eficiente

a la hora de reflejar la diversidad genética del mijo, a pesar de las recomendaciones establecidas por el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) (FAO, 2009). En muchos lugares no se respetan las normas internacio-

nales de conservación de semillas, y más de tres cuartas partes de las colecciones existentes carecen de duplicados de semillas para garantizar su supervivencia. Esto ha creado grandes lagunas en las colecciones de germoplasma de mijo de muchos bancos genéticos nacionales, lo que afecta a su disponibilidad para futuras investigaciones

El mijo tiene un potencial genético que podría revelar datos importantes sobre la mejor forma de hacer crecer las plantas en condiciones medioambientales extremas, como altas temperaturas y poca agua.

y evaluaciones y, en última instancia, a su uso y adaptación (Bramel *et al.*, 2022).

Además, la investigación genética se ha limitado a dentro de los países, ya que la distribución internacional de semillas de las instalaciones de conservación se ve dificultada por los obstáculos legislativos, el elevado coste de la distribución y la complejidad administrativa. Los pocos estudios que se hacen sobre el mijo en comparación con otros cereales y cultivos suponen un riesgo, no solo para la conservación continuada de la semilla, también para la diversidad continuada de los cultivos presentes en las tierras de los agricultores (Bramel *et al.*, 2022).

Oportunidades

La variedad de rasgos deseables del acervo genético del mijo brinda una oportunidad apasionante para

alimentar al mundo con cultivos más nutritivos, resistentes y productivos. Las semillas de estos cereales cuentan con una gran capacidad de mejoramiento genético asistido por la genómica, de investigación específica sobre la tolerancia a las tensiones y de exploración de nuevos rasgos que puedan ayudar a optimizar la producción de cultivos.

Por ejemplo, se han identificado muchos rasgos únicos en el mijo y su papel en la tolerancia a las tensiones, como ha sucedido con las colecciones de germoplasma de mijo perla, mijo africano, mijo cola de zorra y mijo común, que pueden alimentar los programas de mejoramiento para desarrollar variedades con mayor rendimiento en condiciones de cultivo diversas (Babele *et al.*, 2022). De esta manera, se han documentado y preservado en los bancos genéticos las variedades o accesiones

CUADRO 2. Estatus mundial del germoplasma del mijo

CULTIVO	NÚM. DE COLECCIONES	NÚM. DE ACCESIONES EN EL MUNDO	NÚM. DE ACCESIONES EN EL ICRISAT
Sorgo	135	259 595	42 880
Mijo perla	57	73 578	24 663
Mijo africano	49	43 862	7 513
Mijo cola de zorra	46	46 368	1 542
Mijo común	52	29 865	849
Mijo de los arrozales	34	8 920	749
Mijo koda	13	4 398	665
Mijo menor	12	3 734	473
Tef	21	8 305	–
Fonio	13	1 170	–
Grand total		479 795	79 334

Fuente: TIRFAA

RECUADRO 3. Documentación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura

La documentación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) es la base para mejorar el uso de germoplasma de rasgos específicos con rasgos deseables desde una perspectiva agrónoma en programas de mejoramiento. La evaluación y caracterización precisa de estos recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura son esenciales para su uso y conservación efectiva. Elaborando listas de descriptores con programas de investigación agrícola nacionales, centros del CGIAR, redes de cultivos e institutos de investigación, el TIRFAA promueve la caracterización, investigación y desarrollo de diferentes colecciones de recursos fitogenéticos, incluyendo el mijo, estableciendo directrices uniformes e inequívocas para describir y compartir información relevante sobre el germoplasma para usos futuros.





con funciones genéticas bien entendidas. Estas accesiones contienen una abundante cantidad de fuentes no exploradas de resistencia a estreses bióticos y abióticos comunes, mayor eficiencia en el crecimiento y uso de agua y rasgos nutricionales. Por ejemplo, el mijo africano es rico en calcio, mientras que el mijo perla es el cereal más rico en proteína y hierro.

Algunas accesiones incluyen marcadores de ADN específicos vinculados a rasgos y genes de candidatos que podrían usarse para seguir mejorando los cultivos para que se adapten a desafíos heterogéneos provocados por el cambio climático y el aumento de la población. Dado que el mijo se ha almacenado regionalmente, estos recursos genéticos están disponibles para uso local e internacional; los proyectos de desarrollo e investigación pueden acceder a ellos directamente y utilizar el germoplasma que quieran.

El Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura facilita el intercambio de sorgo y mijo perla con fines investigativos, formativos y de mejoramiento creando un acervo genético mundial a partir de bancos de genes nacionales e internacionales. Este material se transfiere de manera gratuita para que los investigadores, obtentores y agricultores puedan acceder a él. La inclusión y distribución de otros tipos de mijo mediante el Tratado podría favorecer la investigación y el uso más amplio de estos recursos en la alimentación y la agricultura.

EN LA GRANJA

Retos

Gran parte del éxito atribuido a los «cultivos de la Revolución Verde» (arroz, trigo y maíz) que sustituyeron al mijo en muchas dietas del mundo estuvo directamente relacionado con los altos niveles de inversión en la investigación, infraestructura, desarrollo de mercado y el consiguiente apoyo en las políticas del gobierno a estos cultivos (Pingali, 2012). Actualmente, las garantías y subsidios agrícolas que muchos gobiernos aplican al cultivo de alimentos básicos fomentan la producción a gran escala de dichos cultivos, pero apenas hay herramientas para la gestión de riesgos del mijo. En Estados Unidos, por ejemplo, quienes cultivan maíz, arroz y trigo optan a seguros subvencionados por el Estado. En cambio, de las especies del mijo solo está cubierto el mijo común y únicamente si es para pienso de ganado o aves, no para consumo humano (USDA, 2016).

Hasta las técnicas simples para mejorar el rendimiento del mijo han dejado de ser de conocimiento común. El conocimiento indígena se perdió en muchos casos en lugares donde tradicionalmente se cultivaba el mijo al tomar prevalencia otros cultivos (Bramel, 2022). Además, una dificultad importante en el cultivo del mijo siguen siendo las ingratas tareas necesarias para cosecharlo y procesarlo (normalmente asignadas a las mujeres), aunque las mejoras en las semillas y la mecanización podrían aliviar considerablemente la dureza del trabajo.

Como consecuencia de esta falta de conocimiento y apoyo, muchos agricultores –tanto de fincas pequeñas de subsistencia como de grandes operaciones comerciales– no quieren cultivar mijo, aunque hacerlo tenga sentido desde una perspectiva nutricional y medioambiental. En su lugar, se decantan por otros cultivos. La producción del mijo se ha estancado, desde 25 millones de toneladas en los años 60 a apenas 30 millones de toneladas en 2021 (FAOSTAT, 2023). En el mismo periodo, la producción de maíz casi se ha triplicado (Orr *et al.*, 2020). Además, la idea preconcebida de que el mijo no puede competir con otros cereales en el uso de la tierra de las granjas ha debilitado aún más el argumento empresarial para que aumente la investigación y el desarrollo (Orr *et al.*, 2020).

Oportunidades

No obstante, el mijo lleva siglos siendo un alimento básico en las culturas indígenas, y en muchos casos, el conocimiento sobre cómo cultivarlo ha ido pasando de generación en generación sin interferencia corporativa, conservación de semillas ni patentes. Los agricultores, mujeres y hombres, y los pueblos indígenas pueden hacer uso de «semillas campesinas» para plantar las semillas tradicionales no modificadas

que durante siglos se han ido adaptando al clima de la zona. Al crecer así, el mijo genera semillas que los agricultores pueden replantar, compartir y vender (FAO, 2023). En cambio, muchas semillas comerciales están patentadas y no pueden intercambiarse, por lo que los productores se ven obligados a comprar semillas nuevas cada año.

Por lo tanto, un elemento fundamental en la investigación del mijo debe ser la conservación de las variedades locales de mijo en las granjas. En algunos países, los agricultores se han beneficiado de los programas de obtenciones vegetales que han contribuido, con el apoyo de los gobiernos, al desarrollo de la producción de semillas locales a pequeña escala.

Agricultores (sobre todo mujeres y comunidades indígenas) y científicos tienen delante la gran oportunidad de cocrear e investigar el mijo conjuntamente para lograr una conservación y selección exhaustiva de las semillas para su uso en granjas y mejorar la producción y comercialización del mijo. El cultivo sostenible de mijo puede proliferar con el apoyo de los bancos de semillas locales, investigación y sistemas de extensión, que garantizarían además el acceso a una mayor colección de variedades locales para usos futuros.



©CROP TRUST/SHAWN LANDERSZ

Asimismo, cultivar mijo ayuda a los agricultores a mejorar su seguridad alimentaria y nutrición. Con él, los habitantes de ambientes marginales optan a obtener alimentos en condiciones extremas, lo cual contribuye a reducir el hambre y la malnutrición. Y como necesita menos agua y fertilizantes, plantar mijo requiere menos insumos, lo que lo convierte en un cultivo más barato que otros alimentos básicos populares. Además, es más probable que dé una buena cosecha a los agricultores, cosa que reduce los riesgos financieros asociados a su producción. Y, al ser un cultivo poco común que tolera terrenos difíciles, permite cosechar alimentos nutritivos a los agricultores con tierras que de otro modo se considerarían incultivables.

Por último, el mijo mejora los medios de vida de los agricultores. En Mali, por ejemplo, ha tenido rendimientos económicos positivos, y los ingresos anuales de quienes lo producen se han quintuplicado en comparación con otros cultivos. Por otra parte, debido a la menor necesidad de fertilizantes y los subsidios que acompañan a los fertilizantes de maíz y algodón, tanto el gobierno como los productores han ahorrado dinero con los programas (Miklyaev, 2017). Con una cadena de valor apropiada y en un entorno que la permita, la venta del mijo puede generar ingresos a pequeños productores y pequeñas y medianas empresas que prestan servicios de postcosecha y procesamiento.

De la misma manera, las grandes granjas pueden incluir el mijo en la rotación de sus cultivos y así perfeccionar los sistemas y propiciar una tierra con más materia orgánica y menos erosionada. A largo plazo esto también hace aumentar los beneficios y genera prácticas agrícolas más sostenibles en la granja.

PROCESADO Y ALMACENAMIENTO

Retos

Los desafíos poscosecha que enfrenta el mijo afectan a agricultores y empresarios de todos los tamaños, desde el pequeño agricultor de subsistencia hasta

la gran planta industrial de procesado. Además, la forma de procesar el mijo puede influir drásticamente en su valor nutricional. Los métodos tradicionales de molienda a mano retienen más nutrientes, pero son lentos y no pueden ampliarse a gran escala. En cambio, la molienda mecánica crea una harina más fácil de usar y con una vida útil más larga, pero puede reducir los nutrientes.

Que haya tantas especies de mijo también hace que se necesiten muchos tipos diferentes de procesado. De hecho, hay una gran variedad de técnicas para procesar el mijo, como el escaldado, el calentamiento en seco, el tratamiento ácido o el estallido, entre muchas otras, pero para explorar cada técnica hace falta tiempo y dinero, y en cada una hay que tener en cuenta la conservación del valor nutricional y las preferencias del consumidor. El pequeño tamaño de muchos tipos de mijo puede hacer que se desperdicien en exceso en el procesado. El descascarillado de muchas especies, por ejemplo, supone la pérdida de un gran porcentaje de granos y puede disminuir las cualidades nutricionales del producto final. Además, como los granos se procesan y almacenan tanto a nivel doméstico como industrial, las nuevas técnicas deben poder aplicarlas los pequeños, medianos y grandes empresarios (Obilana, 2003). La ausencia de unidades de procesamiento en las aldeas o cerca de ellas ha sido un importante factor disuasorio para los pequeños agricultores que cultivan mijo. Si solo se crean unidades de procesamiento industrial a gran escala, las granjas más pequeñas quedarán fuera de la red alimentaria mundial y no podrán beneficiarse de las inversiones.

Un desafío común para los agricultores familiares –sobre todo mujeres y jóvenes– es la pérdida de oportunidades de añadir valor a sus productos y la falta de participación en cadenas de valor inclusivas. Invertir en el procesado, envasado y almacenamiento ayudará a los agricultores familiares, en su mayoría pequeños productores, a añadir valor al mijo, crear empleo y contribuir al desarrollo local, social y económico de la comunidad también para generaciones venideras.

También deben abordarse los obstáculos que afrontan las mujeres y los jóvenes agricultores para acceder a los mercados. Para garantizar un medio de vida exitoso y viable para generaciones futuras es necesario que se invierta en los jóvenes agricultores familiares y su acceso a la infraestructura de mercado. El procesamiento básico y mejorar las instalaciones de almacenamiento, procesado, acondicionamiento y envasado deben ser elementos integrales de las políticas agrícolas, para los agricultores familiares y el empoderamiento de las mujeres en distintos contextos. Varios nichos de mercado de especial interés para los emprendedores de mijo se han visto restringidos por las capacidades de producción actuales. La demanda actual de alimentos con mijo supera la oferta de productos en el caso de muchos posibles usos comerciales del mijo, como la pasta, las mezclas de harinas y los cereales (Amadou, 2013).

Además, hay especies de mijo que tienen una corta vida útil, por lo que los productos de mijo que se fabrican sin sustancias químicas para el mercado «natural» o «sin conservantes» debe venderse rápidamente antes de que caduque. Aquí es de vital importancia el control de inventario y el trabajo de realizar los controles del producto, pero estos controles son caros, sobre todo si el producto no se vende rápidamente (Shah *et al.*, 2023).

Por último, se producen pérdidas alarmantemente elevadas en las etapas de postcosecha como el procesado y el almacenamiento del mijo. Por ejemplo, en cuatro áreas distintas de Etiopía se perdió casi un tercio de toda la cosecha de sorgo durante las fases de secado, trillado y almacenamiento (FAO, 2017). Los hogares siguen haciendo frente a la inseguridad alimentaria y niveles inaceptables de desperdicio debido a la falta de políticas o foco investigativo para formar a los agricultores en técnicas adecuadas o para diseñar y ejecutar mejores sistemas de almacenamiento.

Oportunidades

Una de las formas más sencillas de procesar el mijo es seleccionar las variedades que requieren un

trabajo menos arduo y laborioso. En África oriental, por ejemplo, se cultiva una especie de mijo cuyo tallo se rompe fácil cuando se dobla. Puede cosecharse a mano sin cuchillo, reduciendo así la carga de trabajo de las agricultoras (CGIAR, 2022).

Igualmente se están desarrollando cada vez más soluciones de procesado mecánico que ayudan tratar el grano más fácilmente conservando el valor nutricional del mijo. Un ejemplo son los minimolinos, que pueden usarse para más especies de mijo y estar disponibles localmente o en los hogares (Obilana, 2003). Colocar equipo moderno cerca de las granjas, como se hace con el arroz (Kaushik, 2022), también puede mejorar la calidad del mijo cosechado eliminando las piedras del cereal. Estas instalaciones pueden facilitar el trabajo de los millones de mujeres implicadas en el cultivo, la cosecha y el procesado de la cadena de suministro del mijo.

Existen técnicas específicas de procesado que permiten conservar los nutrientes del mijo y al mismo tiempo satisfacer la voluntad de los consumidores de acceder a productos de fácil uso. Los productos de mijo en copos o inflado están ganando popularidad, y los productos listos para el consumo con propiedades deseables y texturas crujientes son cada vez más accesibles y asequibles. En la India, el crecimiento de la demanda de alimentos preparados y bebidas a base de sorgo y mijo se evidencia con la introducción de una serie de nuevos productos innovadores comercializados para hacer frente a enfermedades crónicas (Alavi *et al.*, 2018). La fermentación del mijo –un proceso utilizado desde la antigüedad– puede hacerse hoy en mayores cantidades, obteniendo alimentos ricos en diversos macro y micronutrientes, con una digestibilidad proteica considerablemente mayor y una posible mejora de la función intestinal.

En África, los procesadores de harina han notificado un aumento de la demanda de harina preenvasada y esperan que el mercado siga creciendo, especialmente en el caso de la harina de mijo africano.

RECUADRO 4. Las mujeres en la cadena de valor del mijo

Las relaciones de género son determinantes en todos los niveles de la cadena de valor del mijo; directamente a través del reparto desigual del trabajo, la toma de decisiones y el acceso a los recursos, e indirectamente mediante la distribución dispar de la información y la falta de inversión.

En la producción del mijo, el papel de hombres y mujeres varía. En el cultivo del mijo africano, por ejemplo, las actividades más duras, como la trilla, la criba y la recolección (entre el 80% y el 95% del trabajo), suelen realizarlas las mujeres. Ellas también se han encargado tradicionalmente del procesamiento postcosecha sin máquinas en suelos abiertos, con la consiguiente reducción de la calidad y aumento del riesgo de contaminación del mijo. Esto influye en el precio de venta del mijo y expone a las mujeres a problemas respiratorios (Jeeva *et al.*, 2019).

Aun así, la cadena de suministro del mijo ofrece a las mujeres la oportunidad de mejorar su situación, ya que aumenta significativamente sus ingresos y las incluye en la toma de decisiones, dándoles un mejor acceso a los recursos.

Un ejemplo es Ghana, donde los hombres solo suelen participar en las iniciativas más rentables que cuentan con capital y recursos. Los productos agrícolas como el mijo son tradicionalmente producidos y comercializados por mujeres, y los beneficios van a parar al cabeza de familia (tradicionalmente un hombre). En el pasado, esto desanimaba a las mujeres a participar y mejorar la calidad de su trabajo, lo que afectaba al producto final. Sin embargo, hoy en día, muchos mercados formales (supermercados) permiten a las mujeres mejorar su papel y capacidades participando en organizaciones basadas en las granjas que venden mijo a las tiendas y permiten que las mujeres productoras accedan a los mercados.

Otro proyecto de mijo en Odisha, India, afectó a uno de los segmentos de la sociedad más pobre y marginado: las mujeres dalit. Tradicionalmente han sufrido diversas formas de discriminación, segregación, violencia y desigualdad y no han podido acceder a las mismas oportunidades económicas y educativas que otras castas de la India. Pero en los campos secos e infértiles que habitan los dalits en la región, hay grupos de autoayuda de mujeres que se han centrado en mejorar los rendimientos del mijo pasando de las tareas tradicionales de las que se encargaban las mujeres en la poscosecha y recolección de semillas, a dedicarse a procesar ragi (mijo africano) y llevar cafeterías donde venden platos con mijo. Actualmente, 2700 mujeres de 50 comunidades recogen más de 3 millones de kilos de grano, sextuplicando la cantidad previa al establecimiento del programa de empleo verde (PNUD, 2022).



©CROP TRUST/MICHAEL MAJOR



Con el mijo perla también puede producirse harina comercialmente viable, sola o mezclada con harina de trigo, si se resuelven los problemas de ranciedad. Los estudios indican que hay potencial para desarrollar productos de mijo que se conserven bien si en el procesado se usan antioxidantes y se aplica un procesado térmico o un mejor envasado.

Además, las oportunidades de desarrollar un mejor modo de almacenamiento del mijo son inmensas; se trata de una etapa crítica en la fase final de todo el sistema de producción. El almacenamiento permite a los agricultores guardar alimentos para el futuro, bien para necesidades familiares o con la idea de esperar a cuando el mercado de bienes incremente.

Mientras que algunas especies de mijo —y de otros cereales importantes— son difíciles de almacenar, otras tienen unas propiedades de conservación excelentes y pueden mantenerse hasta cuatro o cinco años en instalaciones de almacenamiento sencillas, como los graneros tradicionales. En el caso de estos mijos, una solución de baja tecnología para prolongar la vida útil es mejorar el almacenamiento subterráneo en bidones herméticos. Almacenar el mijo en bolsas herméticamente cerradas también puede remediar fácilmente los problemas de almacenamiento si están disponibles a bajo coste.

COMERCIALIZACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL CONSUMIDOR

Retos

A pesar del aumento de la población, en general, el consumo de mijo ha cambiado poco en los

últimos veinte años. Las preferencias alimentarias, los ingresos y los estilos de vida son distintos y las personas han migrado a las ciudades (CIC, 2023). Los consumidores no conocen el mijo ni sus posibles contribuciones económicas, medioambientales y nutritivas (Shah *et al.*, 2023). En África, una limitación importante de la demanda de harina de mijo era la falta de conocimiento del consumidor sobre cómo puede contribuir este cereal a llevar una dieta y nutrición saludables (Orr *et al.*, 2023).

En parte, este desconocimiento viene de que hay muchas especies distintas de mijo y muchos idiomas en el mundo. Los consumidores no tienen claro qué es el mijo, qué especies engloba el término ni cómo se puede preparar. Por ejemplo, en japonés, mijo se traduce como “cereales menores” pero en español se refiere a un grupo más reducido de especies. Esto hace que para los emprendedores sea difícil definir la mejor manera de comercializar los productos de mijo y decidir qué términos usar en el envase del producto.

De manera similar, como los consumidores se han centrado en el trigo, el maíz y el arroz, las generaciones más jóvenes no conocen bien el mijo y dependen de alimentos más procesados y fáciles de cocinar (Orr *et al.*, 2020). Y en las partes del mundo en las que tradicionalmente nunca se comió mijo, rara vez aparece en sus platos.

Además, los consumidores, muy ocupados, ahora están acostumbrados a adquirir productos alimenticios que sean cómodos de comprar, cocinar y comer. El mijo en cambio está menos disponible en los supermercados de la mayoría de los lugares del mundo, y algunas especies tardan más en cocinarse que otros cereales más procesados. Otros tipos de mijo requieren un paso adicional, como machacarlo o fermentarlo. Y aunque las harinas de mijo sirven de alternativa al trigo, se necesitan conocimientos específicos para cocinarla. Todo esto hace que, si alguien no está familiarizado con el mijo, para usarlo en casa tendrá que dedicar tiempo a buscar recetas y experimentar hasta acostumbrarse al producto.

Oportunidades

Varias tendencias mundiales podrían influir considerablemente en la trayectoria de consumo del mijo en el futuro.

Oportunidades para el mijo en los mercados locales y globales

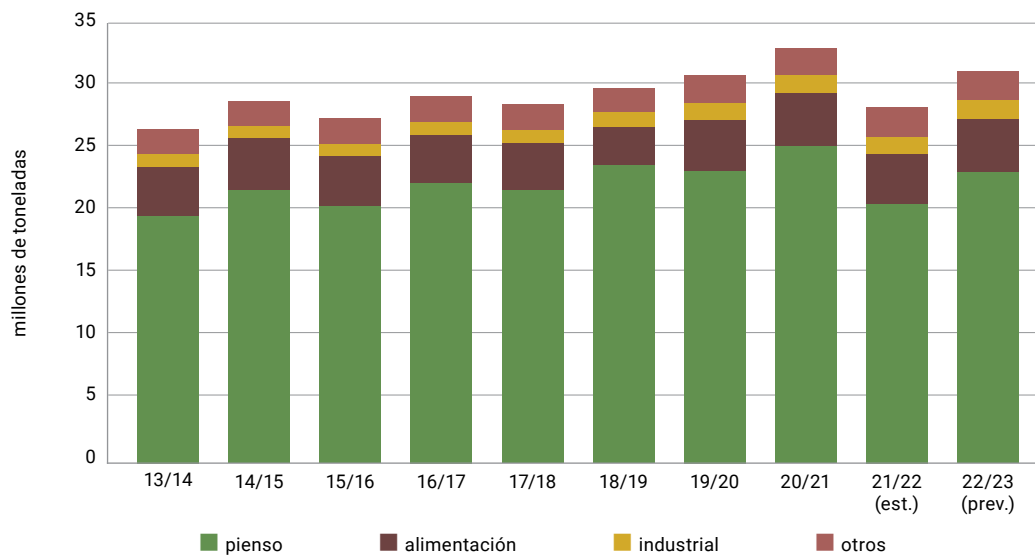
Actualmente el consumo mundial de mijo ronda los 30 millones de toneladas anuales, de las que más del 85 % proviene del África subsahariana y el sur asiático.

Estas cantidades son mucho menores que las de maíz, arroz y trigo, y solo representan una parte de

lo que se consume a diario en el mundo, tal y como se observa en la **figura 6**. Por tanto, hay margen para que crezca la cuota de mercado del mijo en los patrones mundiales de consumo humano.

El mijo se usa principalmente para consumo humano; normalmente se come en forma de gachas, pan o al vapor. También se usa en platos salados o repostería, y es una fuente de energía importante en zonas rurales del este asiático (CIC, 2023). Su uso puede incrementarse considerablemente conforme los consumidores vayan aprendiendo más sobre los beneficios del mijo en la salud y el medio ambiente.

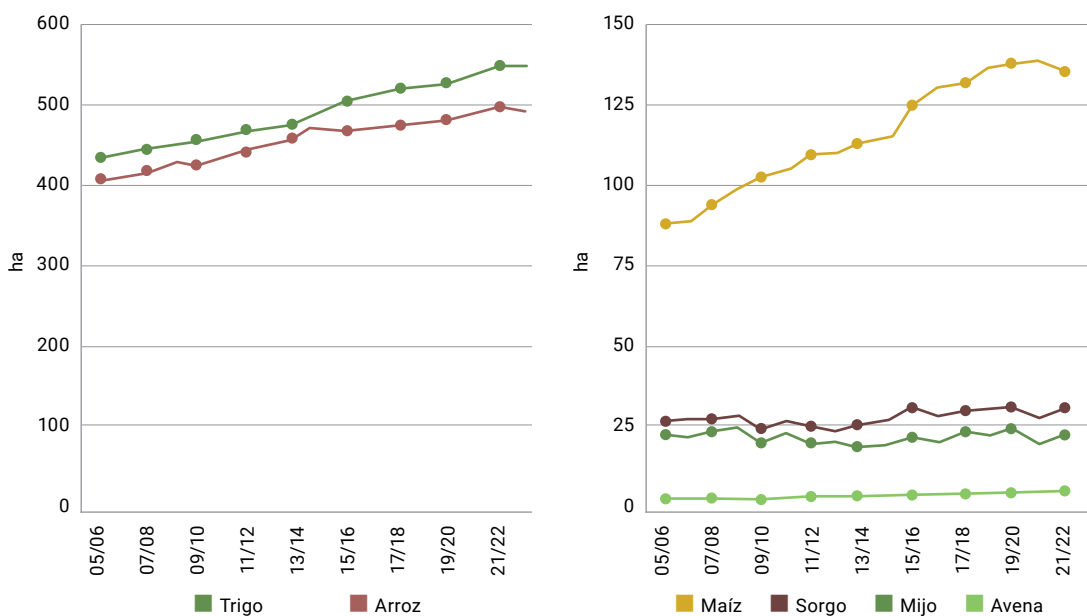
FIGURA 5. Consumo mundial de mijo



Fuente: CIC, 2023



FIGURA 6. Comparación con el consumo mundial de otros cereales



Fuente: CIC, 2023

En algunas regiones, el mijo solo se conoce como pienso, y hace falta más concienciación sobre su contribución a la dieta humana y a la resiliencia. Esto requeriría invertir significativamente en educar al consumidor, lo cual puede ser una oportunidad para que el sector privado llegue a nuevos mercados.

También pueden explorarse formas innovadoras de incorporar el mijo a cocinas o platos que originalmente no lo contienen. El Desafío Mundial de los Chefs que ha puesto en marcha el AIM comparte recetas con maneras tradicionales y originales de comer mijo, y los gobiernos locales y nacionales también han creado programas exitosos para resaltar este alimento. Un ejemplo es una iniciativa del distrito de Raigarh, en Chhattisgarh, en la India mediante la que se montó un «Millet Café» con un grupo de autoayuda de mujeres locales. La cafetería se abrió en mayo de 2022 para promover la inclusión del mijo en las dietas de las personas de la zona, pero también para fomentar el autoempleo y el emprendimiento femenino y animar a los agricultores a aumentar la productividad del mijo. Esta cafetería sirve tanto platos locales como nuevos y así aporta recetas tradicionales e innovadoras a la comunidad.

El mijo forma parte del retorno a las dietas territoriales

Las preferencias de los consumidores están estrechamente vinculadas con la identidad basada en el lugar y la herencia cultural.

Muchas personas quieren recuperar los alimentos que comían sus antepasados y volver a recetas y dietas tradicionales o autóctonas vinculadas a territorios específicos. Un ejemplo de ello es África, donde la producción del cultivo tradicional fonio casi se cuadruplicó de 1990 a 2020 (FAOSTAT 2023). Aunque muchos productores de fonio son agricultores de subsistencia y cultivan el cereal principalmente para consumo propio, también ha incrementado la demanda de harina de mijo en África conforme han ido aumentando los ingresos y la voluntad de los consumidores de volver a una dieta más local y a platos tradicionales (Orr et al., 2020).

El ogi, un plato de gachas fermentadas de Nigeria y Ghana, es el desayuno más consumido en la región, y el cuscús, que en el norte de África lleva generaciones haciéndose con mijo perla, ha adquirido gran popularidad en todo el mundo. Aun así,

RECUADRO 5. Mijo en la India

El mijo también está recobrando popularidad en la India. Esto se debe en parte a la renovada atracción por la medicina tradicional en el país (ayurveda), en la que el mijo es un elemento integral de la alimentación saludable. Bajo los auspicios del Año Internacional del Mijo 2023, la India ha revalorizado el mijo en el mercado nacional y mundial como «Shree Anna», la madre de los cereales.

También ha creado el programa «Millet Missions» en 11 estados (Assam, Chhattisgarh, Guyarat, Himachal Pradesh, Karnataka, Madhya Pradesh, Maharashtra, Odisha, Rajastán, Tamil Nadu y Uttarakhand) para facilitar la producción, el procesado, la adición de valor, el marketing y el consumo de mijo. Los agricultores tribales y a pequeña escala reciben apoyo mediante formación de prácticas agrónomas mejoradas y refuerzo de capacidades, y facilitando los vínculos entre mercados.



hacen falta nuevos métodos de preparación para lidiar con las limitaciones de tiempo de las vidas contemporáneas. Los chefs africanos modernos celebran el mijo integrándolo en recetas modernas y productos como chips de fonio o pilaf.

El orgullo culinario regional y la vuelta a las «dietas descolonizadas» también han contribuido a que pequeños cereales como el mijo resulten atractivos para los consumidores. En muchas partes del mundo, comer «granos ancestrales» es una forma popular de limitar la ingesta de alimentos refinados

y añadir cereales integrales a la dieta. El mijo encaja en todas estas categorías y suele ser más barato que otros cereales integrales con los que compite, como la quinua.

Además, como la mayoría de los tipos de mijo son producidos por pequeños agricultores y pueblos indígenas, también son interesantes para los consumidores que desean adquirir alimentos procedentes directamente de grupos que se benefician de la venta.

RECUADRO 6. Misión del mijo en Odisha

En 2018, la Millet Mission de Odisha fue al pueblo de Jyoti Dang a hablarles sobre el mijo. Ahí fue cuando aprendió que el mijo puede cultivarse en tierras marginales, de manera ecológica, con menos insumos y puede influir de forma muy positiva en la salud.

Dang entabló conversaciones con miembros de la comunidad para compartir los cultivos en sus tierras de barbecho y se hizo con 1 acre (0,4 hectáreas) de tierra para empezar a plantar mijo. La Millet Mission de Odisha le compartió varias recomendaciones y formación. De 2018 a 2020, Dang consiguió aumentar la superficie cultivada de 0,4 a 0,5 hectáreas y su producción pasó de 530 a 680 kg.

El programa de Millet Mission incluyó este cereal en el sistema de distribución pública de Odisha y en los Servicios de Desarrollo Infantil, creando así un mercado para lo producido. Los platos de mijo forman parte de los almuerzos nutritivos que se ofrecen en distritos y estados de todo el país.





El mijo promueve la biodiversidad y la restauración sostenible de la tierra

En comparación con cereales como el trigo y el arroz, el mijo requiere mucha menos agua para su cultivo y suele ser naturalmente más resistente a las plagas, por lo que requiere menos fertilizantes químicos y pesticidas (Babele *et al.*, 2022). El mijo perla y el común, por ejemplo, requieren una sexta parte del agua que necesita el arroz para crecer (Lancelotti *et al.*, 2019). Además, toda esta variedad de granos diversos también puede comercializarse y sustituir el consumo de productos importados de trigo, arroz y maíz en los lugares donde crece localmente, reduciendo el transporte para llegar al mercado.

Esto es especialmente relevante para los agricultores familiares y los pueblos indígenas, que son los guardianes de la biodiversidad y gestionan entre el 70 % y el 80 % de las tierras agrícolas de todo el mundo, tal como reconoce el Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar.

Los empresarios interesados en poner a disposición de los consumidores productos «respetuosos con el medio ambiente» pueden publicitar las ventajas medioambientales de estos cereales en los envases y anuncios, lo cual a su vez ayudará a informar mejor al público sobre las repercusiones sostenibles del mijo.

El mijo puede contribuir a llevar una dieta saludable

El mijo puede procesarse de maneras únicas, algo que añade valor a la materia prima y conserva o mejora el valor nutricional del producto final. Las campañas de concienciación dedicadas al mijo podrían centrarse en los jóvenes y las poblaciones urbanas y educar a los consumidores sobre el potencial nutricional de las comidas con mijo en dietas sanas y diversificadas.

Los profesionales sanitarios recomiendan los cereales integrales, entre ellos el mijo, a las personas que padecen de diabetes o hipertensión y a las que buscan dietas alternativas para bajar de peso (Shah *et al.*, 2023). Otro posible mercado para vender el mijo es la creación de productos sin gluten.

En el **capítulo 5** se trata detalladamente del aspecto nutricional del mijo.

PRODUCCIÓN MUNDIAL Y COMERCIO

El grueso de las exportaciones globales de mijo proviene de cuatro países: Ucrania, la Federación Rusa, la India y Estados Unidos. En conjunto, estos países representan el 70 % del total de los envíos mundiales registrados. Ucrania, en condiciones normales el mayor proveedor del mundo, exporta mijo sobre todo a la Unión Europea, pero también vende algo a países asiáticos y africanos. La Federación Rusa exporta a Türkiye, mientras que India suele

DESAFÍO MUNDIAL DE LOS CHEFS

Tortillas de mijo con relleno de champiñones de el Chef Spicy Moustache



Tortillas de mijo

Ingredientes:

- 250 g mijo
- agua para poner en remojo
- puñado de espinacas
- perejil
- sal
- pimienta negra
- ajo en polvo
- aceite de oliva

Instrucciones:

1. Dejar el mijo en remojo la noche anterior.
2. Batir todos los ingredientes con la batidora.
3. Si la masa es demasiado espesa, ir añadiendo 2 cdas de agua cada vez.
4. Calentar una cda de aceite de oliva en la sartén para evitar que la tortilla se pegue.
5. Echar unas 3–4 cdas de la mezcla en la sartén para hacer una tortilla pequeña.
6. Extender la masa con una cuchara para darle forma de tortilla, ya que la masa es espesa y no se extiende de manera uniforme.

Relleno de champiñones

Ingredientes:

- 500 g champiñones del tipo que prefieras
- 1 cebolla mediana
- aceite de oliva
- 2 dientes de ajo, troceados
- sal
- pimienta negra
- perejil

Instrucciones:

1. Saltear la cebolla con el ajo y el aceite de oliva hasta que se doren y ablanden.
2. Añadir los champiñones y especias y hacer 5 minutos a fuego medio.
3. Ir removiendo para que no se peguen a la sartén ni se quemem.



Bechamel rosa

Ingredientes:

- 3 cdas mantequilla vegana
- 3 cdas harina
- 2 tazas de leche de soja
- 1/2 cda pimienta negra molida
- 3/4 cda nuez moscada
- para darle color
1 remolacha pequeña o patatas moradas ya hervidas o asadas

Instrucciones:

1. En una sartén a fuego lento, derretir la mantequilla con algo de leche, añadir la harina y remover hasta que no haya grumos.
2. Ir echando lentamente el resto de la leche a la sartén, añadir las especias y hacer hasta que se espese.
3. Con una batidora, mezclar la bechamel y la remolacha o la patata hasta que adquiera una textura cremosa.
4. Guardar en la nevera hasta 5 días.



©LASMINA PASCA

exportar a países de Asia y África. Las exportaciones de Estados Unidos varían considerablemente y han caído radicalmente desde que alcanzaran su pico en 2019-2020 (CIC, 2023).

La Unión Europea se ha convertido en el mayor importador mundial. Otros grandes importadores son Indonesia, Türkiye, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudí y Canadá.

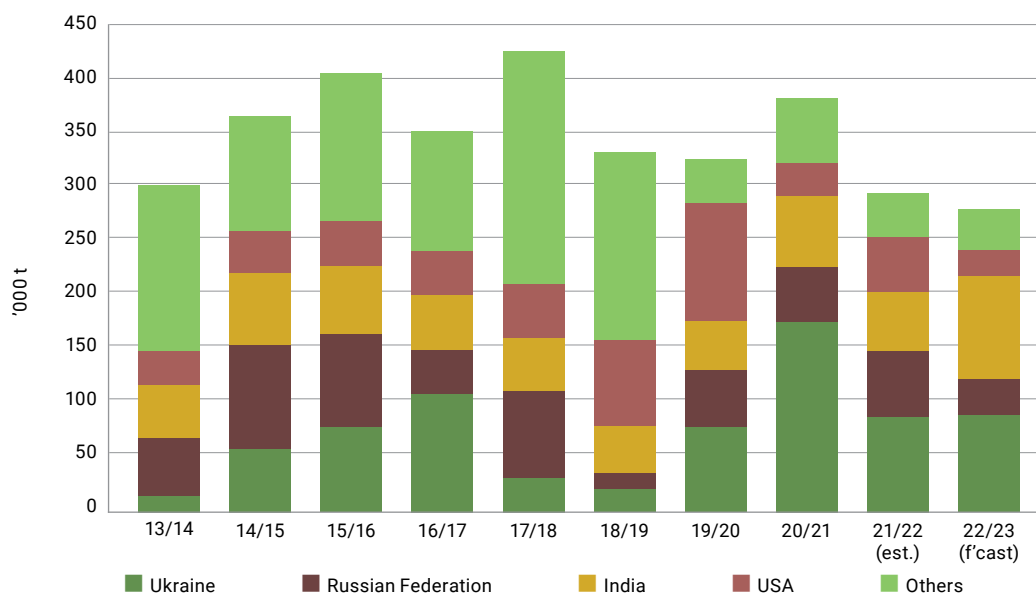
Se estima que solo un 1 % de la producción de mijo total se comercializa en el mercado internacional –una cifra significativamente inferior a la de otros cereales básicos como el trigo (24 %), el maíz (15 %), la cebada (20 %), la avena (10 %), el arroz (8 %) y el centeno (4 %) (CIC, 2023). La mayoría de las especies de mijo se venden en los mercados locales, cerca de donde se cultivan, lo que indica la existencia de un importante sistema de mercado local que contribuye a los medios de subsistencia. El comercio local es una importante oportunidad para que los agricultores y las pequeñas y medianas empresas que prestan servicios de procesado accedan a los mercados. Mediante ayudas gubernamentales de bajo coste a través de la contratación pública, microcréditos y programas educativos como las escuelas de campo

para agricultores, los gobiernos pueden contribuir a aumentar la demanda de mijo, lo que puede mejorar los medios de vida de los pequeños agricultores y las pequeñas y medianas empresas. El Gobierno de la India, por ejemplo, anunció la adquisición de harina de mijo para sus tropas a partir de 2024.

Igualmente importante, desde el lado de la oferta, hay mucho margen para incrementar los rendimientos de mijo sin ampliar el área de producción ni causar degradación medioambiental. Con la inversión adecuada en la cadena de suministro del mijo, los agricultores podrían producir mayor cantidad para un mercado mundial sin aumentar el área de producción. Un ejemplo es la continua capacidad de los agricultores de guardar semillas locales, mejorarlas como quieren y comprar y venderlas en un mercado abierto y competitivo. El comercio de semillas debe seguir sin estar bajo el control de los intereses de las grandes corporaciones, a diferencia de lo que ocurre con otros cereales básicos que a día de hoy están patentados y muy controlados.

La **figura 8** muestra la mejora de la producción de mijo conforme se reducía la superficie cosechada. El rendimiento del mijo ha aumentado ligeramente

FIGURA 7. Exportaciones mundiales de mijo (julio/junio)



Fuente: CIC, 2023

en los últimos diez años. Se podría prestar acompañamiento al comercio del mijo para aprovechar mejor el aumento de los rendimientos.

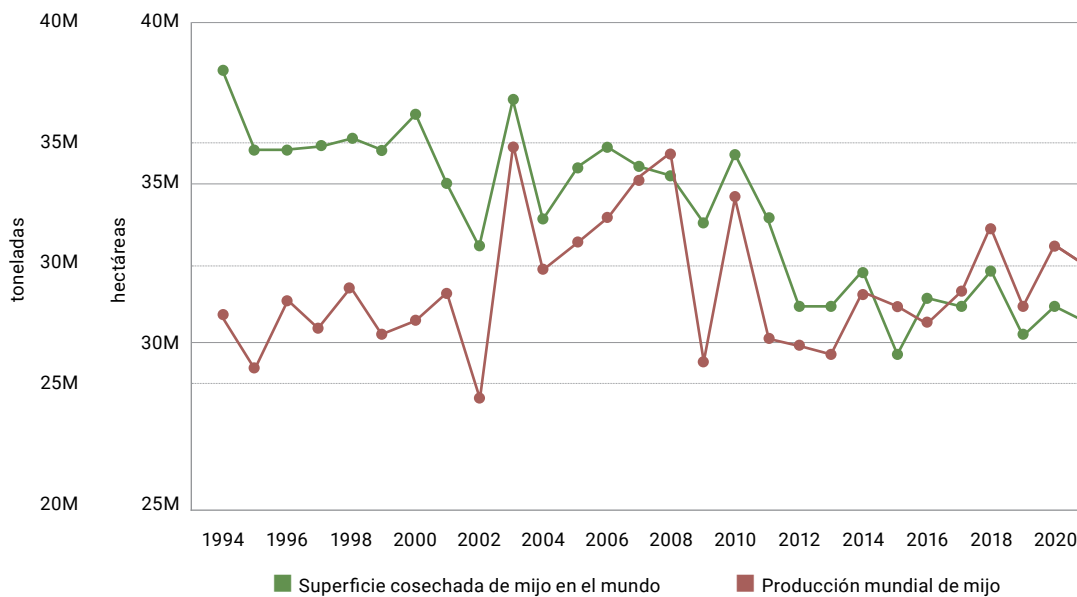
Los datos de FAO STAT incluyen cereales de grano pequeño de un gran número de especies diferentes

de mijo, entre otras: mijo de los arrozales, africano, mijo común, koda, perla y cola de zorra, y teff.

El sorgo (Figura 9) y el fonio figuran por separado en FAO STAT, pero se incluyen en la celebración del AIM 2023.

FIGURA 8. Producción mundial y área cosechada de mijo, 1994–2021

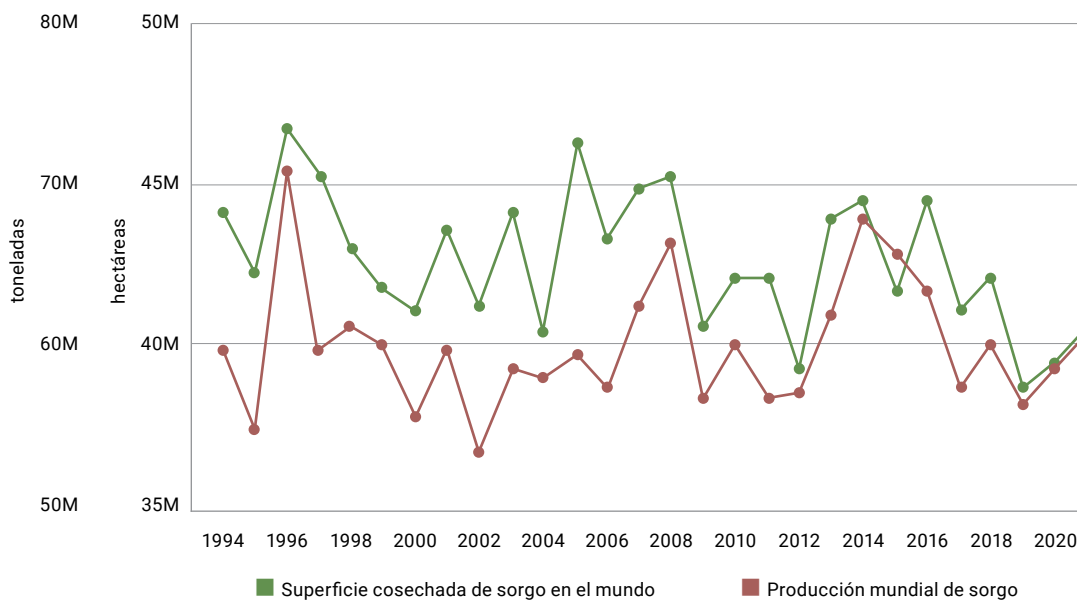
Cantidad producida/rendimiento de mijo en el mundo + (total)



Fuente: FAO STAT

FIGURA 9. Producción mundial y área cosechada de sorgo, 1994–2021

Cantidad producida/rendimiento de sorgo en el mundo + (total)



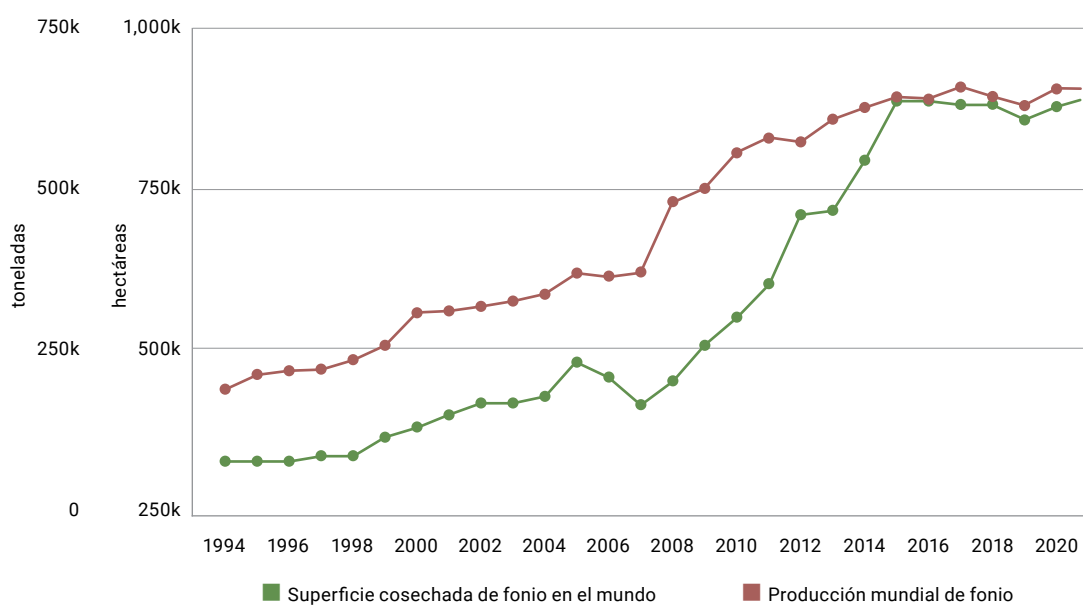
Fuente: FAO STAT



En el caso del fonio (**figura 10**) en África occidental, la producción y el área cosechada han ido aumentando constantemente en las últimas décadas como respuesta al aumento de la demanda.

FIGURA 10. Producción mundial y área cosechada de fonio, 1994–2021

Cantidad producida/rendimiento de fonio en el mundo + (total)



Fuente: FAOSTAT

RECUADRO 7. “¡El mijo nos ha traído alegría y ha salvado a mi familia!” – Patrick Mutepeya, Zimbabwe

Cuando montó su propia granja hace más de 30 años, Patrick Mutepeya se fue directamente al maíz. Había crecido en la campiña de Zimbabue, donde el maíz, aunque no es originario de ahí, había reinado y dado cosechas abundantes en los 80, así que era una opción lógica.

Presenció la gran sequía de 1992, que decimó los rendimientos, dejó a millones de agricultores necesitando ayuda y convirtió a Zimbabue, que hasta entonces había sido el granero de África, en importador de alimentos durante las siguientes décadas.

Mutepeya se recuperó y siguió cultivando maíz, pero las buenas cosechas eran pocas y escasas; según dice, una cada cinco años.

Entonces, en 2017, tras descubrir métodos agrícolas resistentes al clima, Mutepeya finalmente se pasó a cultivar mijo perla. Como muchos en su zona, al principio sentía escepticismo por el cereal. Pero luego asistió a una escuela agrícola local que le permitió experimentar en parcelas de prueba y los resultados consistentes acabaron por convencerlo. Nunca se arrepintió de haber tomado esa decisión.

«El mijo nos ha dado alegría y salvado a mi familia», dice con sinceridad. «No solo porque el cereal tolera las sequías, también es más barato de producir».

«Las variedades de semillas nativas son más accesibles y están disponibles en los bancos de semillas locales», explica. «Han contribuido considerablemente a reducir los costes de producción» (FAO 2023 c).



©PATRICK MUTEPEYA



Mijo de Guinea
Urochloa deflexa

Capítulo 5

El mijo para dietas saludables y variadas

El mijo tiene un gran potencial para contribuir a una dieta saludable. Puede usarse en recetas sanas y sabrosas y comerlo puede ayudar a llevar una dieta saludable y variada. En este capítulo se dará información específica sobre el aspecto nutricional del mijo y se explorarán algunas de las maneras en las que se presenta en las distintas cocinas del mundo.

EL MIJO ES UN CEREAL INTEGRAL Y TIENE UN VALOR NUTRICIONAL MAYOR QUE LOS CEREALES REFINADOS

Los cereales integrales son fuentes importantes de energía y carbohidratos y contribuye significativamente más a la ingesta nutricional que otros cereales más refinados.

Algunas especies de mijo como el mijo común, perla o pequeño son fuentes proteicas; el mijo lágrima de Job tiene un nivel de proteína comparable al de cereales y granos conocidos por su contenido proteico, como la avena, el amaranto o el trigo sarraceno. Si se combina con otros alimentos como las legumbres, la proteína del cereal se absorbe mejor. El mijo puede ser una buena fuente de minerales y vitaminas.



CUADRO 3. Comparativa de valores nutricionales aproximados de las varias especies de mijo, maíz, arroz y trigo

Composición aproximada por 100 g de ración comestible en peso fresco (grano crudo sin cocer) incluidos los valores del intervalo indicados entre paréntesis									
NOMBRE COMÚN	DENOMINACIÓN BOTÁNICA	ENERGÍA (kcal) ⁴	AGUA (g)	PROTEÍNA (g) ⁵	GRASA (g)	FIBRA (g)	CARBOHIDRATOS DISPONIBLES (g) ⁶	CENIZA (g)	REFERENCIAS
Mijo koda	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	336	14.2	8.3	2.6*	6.4	66.8	1.7	10 (id: A017)
Mijo pequeño	<i>Panicum sumatrense</i>	353	11.4	9.4	3.9*	7.7	66.2	1.3	10 (id: A016)
Mijo africano	<i>Eleusine coracana</i>	336	10.9	6.7	1.9*	11.2	67.3	2.0	10 (id: A010)
Mijo común	<i>Panicum miliaceum</i>	350	11.3 (8.7–13.8)	10.4 (9.8–11.2)	3.8 (3.3–4.2)	6.2 (1.6–8.5)	65.6	2.9 (0.7–4.3)	4 (id: 01-0007); 5 (id: 01-9-002); 6 (id: 169702); 7; 8 (id: 01011)
Mijo cola de zorra	<i>Setaria italica</i>	356	12.2 (11.6–13.3)	9.7 (8.3–10.4)	4.4	4.5 (1.6–8.5)	67.2	2.0 (1.2–3.3)	4 (id: 01-0006); 5 (id: 01-5-101); 8 (id: 01002)
Mijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i>	366	9.3 (7.8–11)	9.9 (9.3–10.2)	6.1 (5.3–7.2)	9.5 (8.8–11.5)	63.0	2.2 (1.4–2.7)	9 (id: 01_032, 01_017); 10 (id: A003); 11 (id: 01025)
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	345	11.1 (9–12.2)	10.1 (8.6–11.5)	3.4 (1.7–4.7)	10.7 (6.3–14)	63.0	1.7 (1.3–2)	4 (id: 01-0027); 8 (id: 01140); 9 (id: 01_039, 01_040, 01_041); 10 (id: A005); 11 (id: 01037, 01039); 12 (id: F008474)
Mijo japonés	<i>Echinochloa esculenta</i>	351	12.9	8.8	3.3	4.3	69.4	1.3	8 (id: 01139)
Teff	<i>Eragrostis tef</i>	351	8.8	12.4	2.4	8	66.0	2.4	6 (id: 169747)
Lágrima de Job	<i>Coix lacryma-jobi</i>	357	11.4 (10.2–13)	13.4 (11.8–15.8)	2.9* (1.3–4.7)	3.1 (0.6–5.5)	67.7	1.6 (0.2–3.5)	1 (id: A008); 2; 5
Fonio negro	<i>Digitaria iburua</i>	354	10.6 (10.3–11)	7.8† (7.4–8.2)	3.8* (3.5–4.4)	3.8# (1.6–6.2)	70.2	3.9 (3.3–4.7)	3
Fonio blanco	<i>Digitaria exilis</i>	356	10.9	7.1	1.7	2.2	76.9	1.2	4 (id: 01_050)
Maíz, amarillo	<i>Zea mays mays</i>	363	10.4	9.4	4.7	7.3	67.0	1.2	6 (id: 170288)
Trigo común	<i>Triticum aestivum</i>	340	9.6	11.3	1.7	12.2	63.7	1.5	6 (id: 169719)
Arroz, blanco, de grano largo	<i>Oryza sativa</i>	352	11.6	7.1	0.7	1.3	78.7	0.64	6 (id: 169756)

* Los valores proteínicos no están normalizados (es decir, falta información sobre el factor aplicado para convertir nitrógeno en proteína).

† Los valores presentados se refieren a las definiciones de los componentes <FATCE> o <FAT-> de INFOODS y son diferentes al componente estandarizado de <FAT>.

El valor presentado se refiere a la definición de componente <FIB-> de INFOODS y es diferente al componente estandarizado de <FIBTG>.

⁴ La energía (kcal/100 g) se ha calculado a partir de estos factores de conversión energética (<https://www.fao.org/3/y5022e/y5022e04.htm>): carbohidratos, 4 kcal/g; proteína, 4 kcal/g; grasa, 9 kcal/g; fibra, 2 kcal/g.

⁵ La proteína se ha calculado a partir del nitrógeno total con un factor de conversión nitrógeno-proteína de 5,83 para todas las especies (excepto para el sorgo, donde se aplicó un factor de 6,25). (<https://www.fao.org/3/i3089e/i3089e.pdf>). Factor de conversión para el maíz (6,25), trigo (6,25) y el arroz (5,70) tal y como sugiere la fuente de los datos.

⁶ Los carbohidratos disponibles (g/100 g) se han calculado por diferencia de la siguiente manera: 100 - (agua + ceniza + grasa + proteína + fibra).

CUADRO 4. Valores vitamínicos¹ por 100 g de ración comestible en peso fresco (grano crudo sin cocinar) incluidos los valores del intervalo indicados entre paréntesis

NOMBRE COMÚN	DENOMINACIÓN BOTÁNICA	TIAMINA (mg)	RIBOFLAVINA (mg)	NIACINA (mg)	ÁCIDO PANTOTÉNICO (mg)	VITAMINA B6 (mg)	FOLATO (µg)
Mijo koda	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	0.29 [#]	0.2 [#]	1.2	0.63	0.07	39 ²
Mijo pequeño	<i>Panicum sumatrense</i>	0.26 [#]	0.05	1.3	0.6	0.04	36 ²
Mijo africano	<i>Eleusine coracana</i>	0.37 [*]	0.17	1.3	0.29	0.05	35 ²
Mijo común	<i>Panicum miliaceum</i>	0.41 [*] (0.34–0.45)	0.21 [#] (0.09–0.29)	3.2 [#] (1.2–4.7)	0.85 [#]	0.29 [#] (0.2–0.38)	49 (13–85)
Mijo cola de zorra	<i>Setaria italica</i>	0.49 [*] (0.33–0.59)	0.09 (0.07–0.11)	2.5 [#] (1.5–3.2)	1.83 [*]	0.28 [#] (0.18–0.38)	57
Mijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i>	0.28 [#] (0.25–0.29)	0.19 (0.17–0.2)	1.6 (0.9–2)	0.5	0.27 [#]	36 ²
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	0.30 [#] (0.21–0.4)	0.13 (0.03–0.28)	3.6 [#] (2.1–6)	0.85 [#] (0.27–1.42)	0.24 [#] (0.1–0.31)	46 (20–64)
Mijo japonés	<i>Echinochloa esculenta</i>	0.25 [#]	0.02	0.4	1.5 [*]	0.17	14
Teff	<i>Eragrostis tef</i>	0.39 [*]	0.27 [#]	3.4 [#]	0.94 [#]	0.48 [*]	
Lágrima de Job	<i>Coix lacryma-jobi</i>	0.22 [#]	0.1 (0.05–0.15)	1.3 (0.5–2)	0.16	0.07	16
Fonio negro ⁴	<i>Digitaria iburua</i>						
Fonio blanco	<i>Digitaria exilis</i>	0.16	0.18			0.16 ³	62 [#]
Maíz, amarillo	<i>Zea mays mays</i>	0.39 [*]	0.2 [#]	3.6 [#]	0.424	0.62 [*]	19
Trigo común	<i>Triticum aestivum</i>	0.39 [*]	0.11	4.4 [#]	0.954 [#]	0.37 [#]	38
Trigo común Arroz, blanco, grano largo	<i>Oryza sativa</i>	0.07	0.05	1.60	1.01 [#]	0.16	8

¹ Los valores nutricionales que se indican en el cuadro 3: (#) Fuente de; (*) alto en en función de la contribución a las necesidades de nutrientes. Se utilizaron las mayores necesidades de nutrientes para hombres o mujeres de las siguientes fuentes: FAO/OMS (2004) Vitamin and mineral requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO expert consultation, 2nd ed.; the World Health Organization; or the Institute of Medicine (2006) Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC: National Academies Press. La clasificación por colores solo tiene en cuenta el valor medio, reconociendo que algunas especies pueden tener un contenido de nutrientes superior o inferior según lo indique su gama.

² Los valores presentados se refieren a la definición del componente <FOLSUM> en INFOODS y es diferente al componente estandarizado <FOL>.

³ El valor presentado se refiere a la definición del componente <VITB6C> en INFOODS y es diferente al componente estandarizado <VITB6A>.

⁴ No hay datos disponibles de micronutrientes.

Notas: mg = miligramos; µg = microgramos.

Las fuentes de referencias bibliográficas de cada especie son idénticas a la lista proporcionada de composición aproximada (Cuadro 2).

El mijo es un cereal integral que contribuye al aporte de vitaminas y minerales críticos como las vitaminas B, el hierro y el magnesio, dependiendo de la variedad que se consuma. El **cuadro 4** muestra los valores vitamínicos del mijo integral en comparación con otros cereales básicos refinados consumidos con frecuencia. Los valores resaltados en verde oscuro representan un alto valor nutricional basándose en la contribución del mijo a los requisitos diarios.

Variar la alimentación diaria de las personas para incorporar el mijo puede influir positivamente en la salud pública. En Myanmar, el 80 % de la ingesta energética procede del arroz, y el mijo se cultiva actualmente para exportaciones y pienso animal. Introducir el mijo en las dietas de los niños podría tener un impacto positivo en el retraso en el crecimiento, la emaciación y el bajo peso resultante de la falta de nutrientes, sobre todo de proteínas y micronutrientes (Anitha *et al.*, 2019).

CUADRO 5. Valores minerales¹ por 100 g de porción comestible en peso fresco (grano crudo, sin cocer) incluidos los valores de la gama indicados entre paréntesis

NOMBRE COMÚN	DENOMINACIÓN BOTÁNICA	CALCIO (mg)	COBRE (mg)	HIERRO (mg)	MAGNESIO (mg)	FÓSFORO (mg)	POTASIO (mg)	SODIO (mg)	ZINC (mg)
Mijo koda	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	15	0.26 [#]	2.3	122 [*]	101	94	3.4	1.7 [#]
Mijo pequeño	<i>Panicum sumatrense</i>	16	0.34 [*]	1.3	91 [*]	130 [#]	105	4.8	1.8 [#]
Mijo africano	<i>Eleusine coracana</i>	364 [*]	0.67 [*]	4.6 [#]	146 [*]	210 [*]	443	4.8	2.5 [*]
Mijo común	<i>Panicum miliaceum</i>	33 (8–99)	0.62 [*] (0.38–0.75)	3.4 [#] (2.1–5)	115 [*] (84–146)	234 [*] (160–285)	185 (148–200)	5.4 (2–9.6)	2.2 [*] (1.7–2.7)
Mijo cola de zorra	<i>Setaria italica</i>	29 (14–41)	0.81 [*] (0.49–1.4)	4.2 [#] (2.8–5.1)	99 [*] (81–110)	266 [*] (229–290)	278 (250–300)	4.1 (1–7)	2.0 [#] (1.5–2.5)
Mijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i>	26 (23–32)	0.48 [*] (0.45–0.54)	9.3 [*] (6.3–15.2)	101 [*] (84–124)	373 [*] (289–427)	329 (291–365)	6.7 (4–12)	3.2 [*] (2.6–4.1)
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	20 (10–28)	0.35 [*] (0.18–0.46)	5.1 [#] (2.3–9.5)	161 [*] (101–290)	315 [*] (222–430)	356 (233–590)	5.6 (1–9)	1.9 [#] (1.4–2.7)
Mijo japonés	<i>Echinochloa esculenta</i>	7	0.15 [#]	1.6	58 [#]	280 [*]	240	6	2.2 [*]
Teff	<i>Eragrostis tef</i>	180	0.81 [*]	7.6 [*]	184 [*]	429 [*]	427	12	3.6 [*]
Lágrima de Job	<i>Coix lacryma-jobi</i>	46 (6–146)	0.44 [*] (0.23–0.8)	5.5 [#] (0.4–13.6)	133 [*] (88–158)	301 [*] (217–385)	215 (85–296)	12.2 (1–42)	2.5 [*] (0.4–3.6)
Fonio negro ²	<i>Digitaria iburua</i>								
Fonio blanco	<i>Digitaria exilis</i>	24	0.94 [*]	2.1	41 [#]	113 [#]	178	5	1.7 [#]
Maíz, amarillo	<i>Zea mays mays</i>	7	0.314	2.7 [#]	127 [*]	210 [*]	287	35	2.2 [*]
Trigo común	<i>Triticum aestivum</i>	32	0.36 [*]	4.6 [#]	93 [*]	355 [*]	432	2	3.3 [*]
Arroz, blanco, de grano largo	<i>Oryza sativa</i>	28	0.22 [#]	0.8	25	115 [#]	115	5	1.1 [#]

¹ Los valores nutricionales que se marcan en el cuadro 3: (#) **fuerza de**; (*) **alto en** basándose en su contribución a las necesidades nutricionales. Se utilizaron las mayores necesidades de nutrientes para hombres o mujeres de las siguientes fuentes: FAO/OMS (2004) Vitamin and mineral requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO Expert consultation, 2nd ed.; the World Health Organization; or the Institute of Medicine (2006) Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC: National Academies Press. La clasificación por colores solo tiene en cuenta el valor medio, por lo que algunas especies pueden tener un contenido de nutrientes superior o inferior como indica el intervalo.

² No hay datos disponibles de micronutrientes.

Notas: mg = miligramos; µg = microgramos.

Las fuentes bibliográficas de referencia para cada especie son idénticas a la lista proporcionada para la composición proximal (Cuadro 3).

En el **cuadro 5** se muestra la gran variedad de minerales disponibles en las especies de mijo. Los valores marcados en verde oscuro representan un alto valor nutricional basándose en la contribución del mijo a las necesidades nutricionales diarias.

El hierro es uno de los minerales importantes que contiene el mijo, en cantidades diferentes según la especie y la variedad. La anemia ferropénica es un problema de salud pública que afecta al 42 % de

las mujeres embarazadas y al 47 % de los niños en edad preescolar de todo el mundo. En la India, se ha propuesto que diversificar la alimentación para incluir variedades de mijo que contengan hierro podría ayudar a combatir la anemia ferropénica (FAO, 2003). Los resultados del estatus nutricional, como el retraso del crecimiento, la emaciación y la anemia, son complejos, y para erradicarlos hace falta mejorar las dietas saludables a la vez que avanzar en la salud, la reducción de la pobreza y muchas otras áreas.



Para la salud ósea es necesaria una ingesta adecuada de calcio. El mijo africano es rico en calcio (364 mg por 100 g), y es uno de los pocos cereales conocidos con un contenido tan alto de calcio, mientras que el teff también es una buena fuente de calcio (180 mg por 100 g) (véase el **cuadro 5**). El mijo africano tiene un alto contenido en otros minerales como el zinc y el magnesio (Anitha, 2019) (véase el **cuadro 5**).

EL MIJO INTEGRAL TIENE UN ÍNDICE GLUCÉMICO MENOR QUE MUCHOS CEREALES REFINADOS

El índice glucémico es un número de cero a cien que indica la velocidad con la que un alimento hace aumentar los niveles de azúcar en sangre. El índice glucémico de un alimento es únicamente indicativo, ya que no solemos consumir alimentos aislados y tanto la cantidad como la combinación de alimentos de una comida influyen en los niveles de azúcar en sangre. Aun así, hacer comidas saludables con un bajo índice glucémico y baja carga glucémica puede ayudar a las personas con diabetes a controlar mejor el nivel de azúcar en sangre. Hay tipos de mijo, como el teff, el mijo de los arrozales y el fonio, que tienen valores glucémicos inferiores a los de muchos cereales refinados, por lo que son buenas opciones alimentarias para personas diabéticas (Anitha, 2021).

EL MIJO INTEGRAL PUEDE SER UNA BUENA FUENTE DE FIBRA

Al ser cereales integrales, cada especie de mijo aporta diferentes cantidades y tipos de fibra alimentaria. La fibra es clave para regular la función intestinal, el azúcar y los lípidos en sangre, la saciedad y mejorar el microbioma, ya que los microbios buenos conocidos prosperan con dietas ricas en fibra (Gill *et al.*, 2021; Bazzano *et al.*, 2003; McRae 2017).

La ventaja de una dieta rica en fibra es que normaliza los movimientos intestinales y mantiene la salud intestinal, ayuda a controlar los niveles de azúcar en sangre y reduce los niveles de colesterol. La fibra reduce los niveles de colesterol en sangre. La fibra de movimiento lento fermenta en el intestino grueso (incluido el colon), reduciendo así el riesgo de cáncer de colon y enfermedades intestinales. Además, provoca la creación de ácidos grasos de cadena corta, que inhiben la retención de colesterol en el hígado (Kedar *et al.*, 2019).

El mijo koda y el sorgo, en su forma integral, son ricos en fibra. El salvado de mijo también es una rica fuente de fibra alimentaria y puede ayudar a reducir el nivel de glucosa en sangre, así como de la respuesta insulínica. También reducen el riesgo de enfermedades intestinales (Dayakar *et al.*, 2017).

EL MIJO NO TIENE GLUTEN

Proporcionalmente, la intolerancia al gluten y la celiaquía afectan a pocas personas en el mundo (aproximadamente un 1%) (Lebwohl *et al.*, 2018) en comparación con la población general. Además, la sensibilidad al gluten no celíaca sigue siendo difícil de diagnosticar debido a lo poco que se sabe sobre ella y a la falta de biomarcadores fiables.

Aunque estas experiencias siguen siendo difíciles de diagnosticar, lo que sí se sabe es que el mijo no contiene gluten y, por lo tanto, es una opción viable para quienes padecen celiaquía o intolerancia al gluten.

EL MIJO PUEDE PROCESARSE PARA CONSERVAR SUS BENEFICIOS

No todos los métodos de procesamiento tienen el mismo impacto en el contenido nutricional del mijo. Los conocimientos locales y tradicionales que integran la información nutricional basada en la ciencia moderna pueden ayudar a las comunidades a elegir las técnicas de procesamiento adecuadas para conservar o aumentar el valor nutricional, maximizar la biodisponibilidad de los nutrientes, mejorar la palatabilidad y aumentar la vida útil del mijo, todo ello cultivando alimentos culturalmente relevantes con menos agua y sustancias agroquímicas.

Al igual que otros cereales, el mijo requiere un procesamiento básico como la trilla, la limpieza, la clasificación y la selección (separación de materiales como piedras y cáscaras que quedan tras la cosecha, y el grano sobrante de cultivos anteriores, etc.),

No todos los métodos de procesamiento tienen el mismo impacto en el contenido nutricional del mijo.

que puede realizarse con las actividades de mecanización adecuadas. Tras la limpieza inicial de los granos, el mijo debe someterse a otros procesos para eliminar las partes no comestibles, a tratamientos previos para prolongar su vida útil y, en algunos casos, a operaciones específicas de

procesado para reducir los factores antinutricionales y mejorar el valor nutritivo y la calidad de cocción antes de que pueda seguir procesándose y estar listo para el consumo.

Técnicas ancestrales como el descascarillado, el remojo, el secado, la germinación y el malteado, el tostado, la molienda y la fermentación pueden reducir los antinutrientes del mijo, y mejorar la biodisponibilidad de los micronutrientes, reducir el tiempo de cocción y hacer que el mijo sea más nutritivo y apto para el consumo. Otros métodos de procesamiento modernos o secundarios, como el inflado, el reventado, el horneado, la esterilización (formatos aptos para microondas) y la cocción por extrusión, se utilizan para fabricar alimentos procesados de mijo listos para el consumo y listos para cocinar. Sin embargo, estos procesos pueden provocar la destrucción de nutrientes si no se optimizan las condiciones de procesamiento y la formulación del producto.

El mijo altamente procesado pierde muchas de sus propiedades únicas y beneficiosas para la salud. De la misma manera, el trigo integral puede contener altos niveles de nutrientes, pero al quitarle el salvado y refinar el trigo, el pan blanco queda con poco valor nutricional. Lo mismo ocurre con algunos tipos de operaciones de refinado, que son mejores que otros para reforzar el perfil nutricional del mijo reteniendo minerales, fibra y otros nutrientes y mejorando otras características deseables para la salud como los antioxidantes (Gowda *et al.*, 2022).

Por ejemplo, el mijo africano contiene antinutrientes que limitan la biodisponibilidad del calcio; los principales son el fitato, el oxalato y los taninos entre otros (Antony *et al.*, 1999; Makokha *et al.*, 2002; Ramachandra *et al.*, 1977). Por eso, durante la transformación del mijo africano deben aplicarse métodos de procesamiento adecuados que reduzcan los antinutrientes sin perder el calcio. La biodisponibilidad del calcio en el mijo africano parece mejorar mediante la germinación y el malteado y la fermentación, ya

DESAFÍO MUNDIAL DE LOS CHEFS

Calabaza de botella (*lauki*) rellena de mijo de los arrozales

de la Chef Anahita Dhondy Bhandari



Ingredientes:

- 6 calabazas de botella (*lauki*)
- 2 cdas mijo de los arrozales hervido (arroz *samak*)
- 1 chile verde, picado fino
- 1 cdta jengibre
- sal gorda (*sendha namak*) al gusto
- 1 cdta comino en polvo
- 1 cdta chile rojo en polvo
- mantequilla clarificada para pintar
- 2 cdas paneer



Instrucciones:

1. Cortar la cabeza de las calabazas de botella (*lauki*) y hacer tanto la cabeza como el cuerpo al vapor durante 7-8 minutos.
2. Cuando estén hechas, sacar la carne de la calabaza con una cuchara (*lauki*), ponerla en un bol y añadir el mijo de los arrozales, el jengibre, el cilantro, sal gorda (*sendha namak*), comino y chile en polvo y mezclar bien.
3. Rellenar el cuerpo de la calabaza de botella (*lauki*) con la mezcla y rematar con paneer rallado, cubrir con la cabeza y pintar con un poco de mantequilla clarificada.
4. Meter en el horno 15 minutos y a disfrutar.



©ANAHITA DHONDY BHANDARI

que estos procesos conllevan una reducción de los antinutrientes. Aunque decorticar el mijo africano ha demostrado mejorar la biodisponibilidad del calcio, este proceso también provoca su pérdida (Krishnan et al., 2012), y procesos como hervir o calentar en el microondas el mijo africano, que

Con motivo del AIM 2023, toca evaluar en mayor profundidad las tecnologías de procesamiento de mijo existentes para identificar los vacíos de conocimientos y hacer las tecnologías más eficientes

parecen tener un efecto mínimo en la mejora de la biodisponibilidad de calcio (Amalraj y Puis 2015), deben combinarse con otros métodos que reduzcan los antinutrientes.

En general, cuando se germina o fermenta, aumenta el contenido de fibra, minerales y vitaminas de la mayoría de los tipos de

mijo. Las técnicas de procesamiento sencillas, que se han usado durante generaciones en las culturas indígenas, como el remojo, la germinación y el malteado, reducen los antinutrientes y mejoran la biodisponibilidad de los minerales y la digestibilidad del almidón y las proteínas. Por el contrario, el descascarillado, la molienda y la extrusión del mijo pueden hacer que se pierdan fracciones ricas en proteínas, fibra alimentaria y micronutrientes (Gowda et al., 2022). Para sacar el máximo partido al potencial nutricional y de salud del mijo, es necesario recuperar las distintas fracciones o subproductos ricos en nutrientes, como el salvado rico en micronutrientes, el almidón y las fracciones ricas en proteínas, resultantes de las diversas operaciones de procesamiento del mijo, y explorar formas innovadoras de utilizarlos en la formulación de diferentes productos alimenticios a base de mijo.



Además, por ejemplo, el mijo inflado no tiene el mismo valor nutricional que el grano de mijo fermentado, por lo que es absolutamente necesario seguir investigando el combinar varias tecnologías de procesado de alimentos para fomentar el desarrollo y la comercialización de alimentos de mijo innovadores y nutritivos. De esta manera, hacen falta estudios para descubrir maneras de usar el mijo en productos modernos, para que sean más fáciles de cocinar y comer, sin poner en riesgo su valor nutricional ni aporte a la salud, y también estudios que se centren en soluciones de servicios adecuadas. Si bien es indispensable aplicar incentivos adecuados para los productores y otros actores de la cadena de valores, también es crucial centrarse en concienciar al consumidor, proporcionándole información precisa para que

pueda entender las características de los distintos tipos de mijo. Esto hará que pueda tomar decisiones correctas sobre su alimentación y llevar una dieta saludable

Con motivo del AIM 2023, toca evaluar en mayor profundidad las tecnologías de procesado de mijo existentes para que sean más eficientes e identificar los vacíos de conocimientos. Además, las nuevas tecnologías (Datta et al., 2022) como la molienda por chorro de aire, el uso de cepas microbianas en la germinación y fermentación, bioquímica, nanotecnología, ultrasonido y la radiación gamma también deben considerarse para asegurar el beneficio comercial y científico a la comunidad, sobre todo las comunidades productoras de mijo, y a los consumidores.





Mijo marrón
Urochloa ramosa

Capítulo 6

Mijo para el presente y el futuro

Tal y como se expone en el capítulo 4, hay muchos frentes abiertos en la investigación y el desarrollo para promover el mijo y apoyar a los agricultores y emprendedores a cultivar y procesar los granos más extensamente.

SON NECESARIOS LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

El mijo desempeña un papel fundamental en la vida de los agricultores que lo cultivan, en su mayoría agricultores de pequeña escala, con frecuencia en ubicaciones complicadas y con climas cada vez más irregulares. Por esto, la investigación y el desarrollo, y las políticas creadas para seguir aprendiendo y usando este cereal, deben mantener en el centro de la conversación a los agricultores, incluyendo a las mujeres y los jóvenes, y a los pueblos indígenas que llevan generaciones cultivando mijo.

Por ejemplo, el apoyo de los donantes internacionales y los gobiernos a la conservación genética de las semillas debería respetar los estándares expuestos en el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2001), donde ya se establecen claros protocolos y objetivos. Todo tipo de recolección de datos debe asimismo respetar y proteger el conocimiento indígena y de los agricultores ya existente, incluyendo el de las mujeres. El Gobierno de la India creó los Registros Populares de Biodiversidad (PBR) en los que las comunidades locales y particulares pueden crear una base de datos de recursos. Esta información se convierte en un documento vinculante que sirve de evidencia de conocimiento previo en caso de solicitudes de patentes sobre recursos biológicos (Notaro *et al.*, 2017).

Además, es necesario aumentar la inversión en investigación básica, mejoras genéticas y maquinaria de procesado y para la utilización adaptada al mijo para reducir las tareas ingratas y minimizar las pérdidas poscosecha. Igualmente, los gobiernos pueden hacer que aumente la demanda del mijo mediante iniciativas educativas y ayudar a crear mercados de compra de cereales para programas institucionales. Algunos países han establecido con éxito programas que pagan a los productores por cultivar mijo (y otros cultivos seleccionados). Las cosechas luego se redistribuyen a las poblaciones empobrecidas que carecen de seguridad alimentaria (Notaro *et al.*, 2017).

De hecho, los gobiernos y el sector privado pueden invertir en los mercados locales y territoriales y la agricultura a pequeña escala de múltiples formas: mediante microcréditos, productos de seguros de cultivo subvencionados y sentándose a negociar con las redes de colectivos de agricultores para que estos puedan hablar por sí mismos.

Es necesario aumentar la inversión en investigación básica, mejoras genéticas y maquinaria de procesado y para la utilización adaptada al mijo para reducir las tareas ingratas y minimizar las pérdidas poscosecha.

El auge del comercio mundial puede tener consecuencias tanto positivas como negativas en los agricultores. El comercio internacional puede ayudar a los países a equilibrar sus necesidades de variedad de alimentos y crear mercados globales para bienes locales. Sin embargo, también puede hacer que se exporten productos necesarios para la seguridad alimentaria local y exploten tierras y mano de obra barata para el beneficio de las corporaciones

y consumidores internacionales. El comercio no implica automáticamente una mejora del acceso a la alimentación, sobre todo para las poblaciones más vulnerables, incluyendo los pequeños agricultores y pueblos indígenas, en países en vías de desarrollo. Muchos agricultores cultivan mijo para su propio consumo y seguridad alimentaria, y debe ser una prioridad para que los productores sigan ocupando el corazón de la producción de mijo en el futuro.

RECUADRO 8. El mijo y los Sistemas Importantes de Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)

Los Sistemas Importantes de Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) son agroecosistemas donde habitan comunidades que tienen un vínculo estrecho con el territorio. Estos lugares en evolución son sistemas resilientes caracterizados por una agrobiodiversidad notable, conocimiento tradicional, culturas y paisajes de valor inmensurable, que los agricultores, pastoralistas, pescadores y habitantes de los bosques gestionan de manera sostenible contribuyendo a sus medios de vida y a la seguridad alimentaria. Actualmente, cuatro de los 74 sistemas que hay en el mundo contienen mijo.

Los lugares definidos por la UNESCO como las Reservas de la Biosfera, Sitios de Patrimonio Mundial Natural y los Geoparques mundiales, junto con los SIPAM, podrían servir para fortalecer la conservación del germoplasma del mijo salvaje con fines de investigación científica, concienciación y desarrollo de especies, subespecies y variedades de mijo. La UNESCO ha apoyado la investigación científica sobre el uso de especies de mijo (como *Panicum turgidum* y *Pennisetum divisum*) en países desérticos secos con condiciones de suelo y agua marginales y alta salinidad.









RECUADRO 9. El modelo Koda-Kutki

El modelo Koda-Kutki del Proyecto «Vincular las cadenas de valor agrobiodiverso, la adaptación climática y la nutrición: empoderar a los pobres para gestionar el riesgo» es un gran ejemplo de éxito. El proyecto del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) se centró en dos tipos comunes de mijo, koda y *kutki* (mijo pequeño), que los habitantes del estado de Madhya Pradesh en la India llevan siglos cultivando para consumo personal. Las agricultoras indígenas del proyecto plantaron mijo tradicional para un mercado comercial, a la vez que protegían el entorno y compartían los riesgos inherentes de cambiar las prácticas agrícolas. Participaron más de 1500 mujeres, organizadas en grupos de pueblos, y 40 de esos grupos formaron una federación de productores koda-kutki, ganando poder por ser tan numerosos. El gobierno del estado estuvo implicado en formar a los agricultores con las mejores prácticas agrícolas y equipar centros locales con maquinaria de descascarillado y espacio de almacenamiento para poner en común el mijo y luego venderlo. La federación proporcionó formación y semillas de alta calidad a los agricultores y buena gestión, mientras que el sector privado contactó a compradores mayoristas y a bancos que ofrecían microcréditos.

Los centros locales de procesado y almacenamiento ayudaron a reducir las pérdidas poscosecha de los agricultores. Como ya tenían un mercado y estaban generando ingresos, cada participante aportó para cubrir los costes del equipo, convirtiéndola en una empresa económicamente sostenible. Como el gobierno apoyaba el mijo con sus programas educativos, la demanda y el mercado crecieron. El proyecto fue un éxito en todos los parámetros –financiero, medioambiental y social– y ayudó a garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades.

FIGURA 11. Resultados del proyecto

FUENTE	2014	2019–2020	ODS
Rendimiento neto por hogar (en rupias indias)	1 800	9 200	
Autoconsumo de mijo (% de producción)	0	17–20	 
Número de agricultores que cultivan mijo koda kutki	1 500	14 300	 
Superficie de cultivo resiliente al clima (acras)	303	6 020	

Fuente: Banco Mundial y Han Ulaç Demirag, 2022

Este proyecto demuestra que cuando las políticas del gobierno implican a los grupos indígenas, mujeres productoras y emprendedores y al sector privado pueden crear oportunidades de mercado beneficiosas para las comunidades locales aumentando su resiliencia y diversificando sus dietas. Sin necesidad de meterse en mercados globales para exportar sus cosechas, las comunidades pudieron acceder a mercados, evolucionar y estar en control de su propio producto desde la semilla a la mesa.



RECOMENDACIONES Y NECESIDADES DE APOYO DE POLÍTICAS

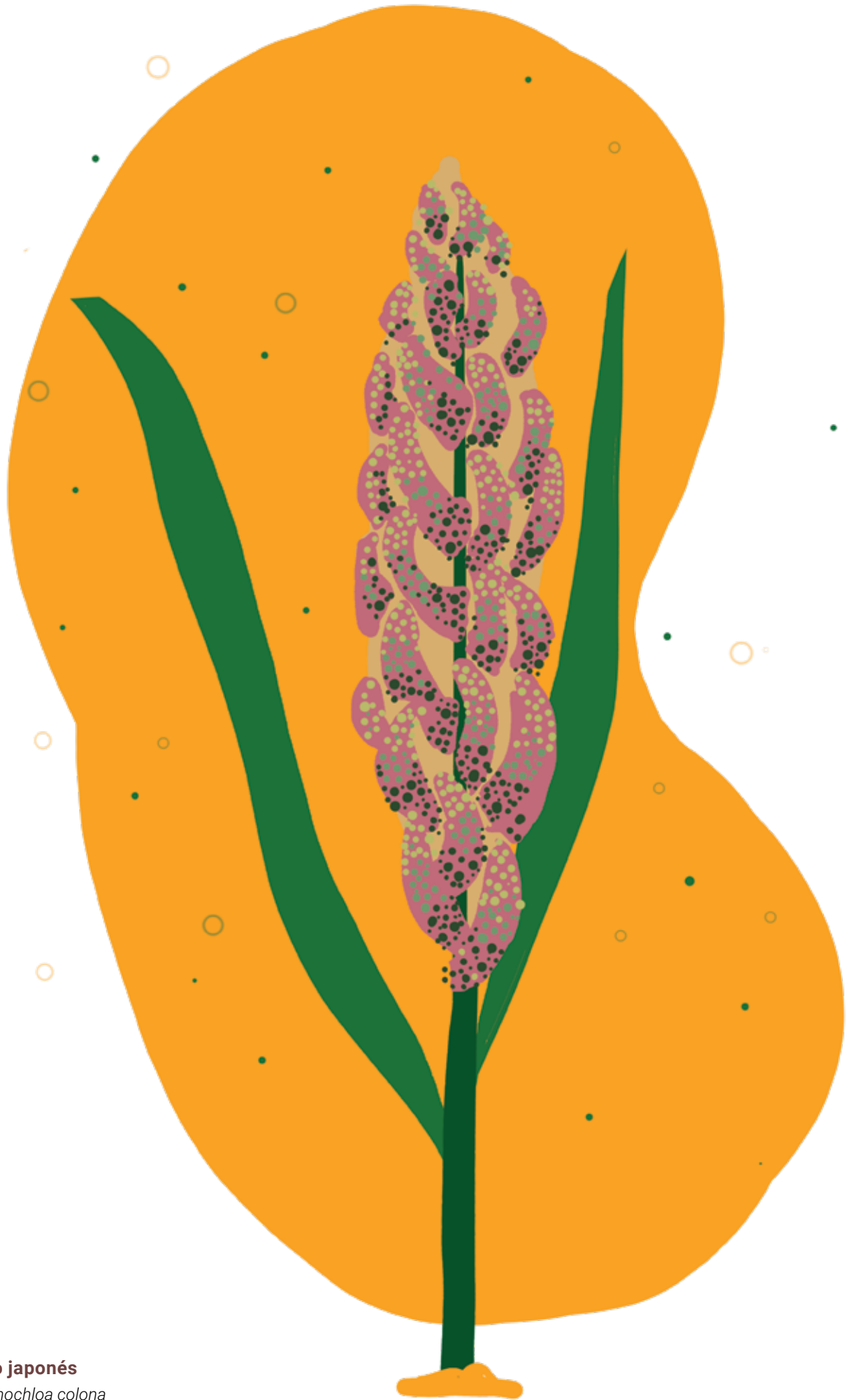
Claramente, las oportunidades y los beneficios de reconsiderar el papel del mijo en una dieta diversificada y nutritiva son inmensas, tanto para los agricultores, la sociedad civil, los líderes de opinión, los agentes de investigación y desarrollo como para el público en general. Asimismo, los legisladores tienen la responsabilidad de mejorar la accesibilidad y sostenibilidad de nuestro sistema alimentario. La FAO ha establecido las siguientes recomendaciones de políticas en apoyo al sector del mijo.

- ~ **La necesidad de conservar genéticamente múltiples variedades** de mijo mediante los bancos de germoplasma y las asociaciones con agricultores y comunidades indígenas que preservan el material y las tradiciones.
- ~ **El desarrollo de un sistema de conservación de semillas** que salvaguarde el acceso de todos los agricultores y pueblos indígenas a esta colección.
- ~ **La necesidad de datos analíticos completos y actualizados sobre la composición alimentaria** de todas las especies de mijo para que pueda entenderse plenamente su potencial y contenido nutricional.
- ~ **La creación de incentivos para que los agricultores** diversifiquen sus sistemas de producción, incluyendo los subsidios para cultivos de cobertura, ayudas para cultivos infrautilizados y abandonados y seguros de cosecha.
- ~ **El apoyo a iniciativas** centradas en agricultores de pequeña escala para mejorar el cultivo, la cosecha y el almacenamiento del mijo usando tecnologías que tengan en cuenta cuestiones de género.





- ~ **Becas de desarrollo de pequeñas empresas** para los emprendedores de mijo, incluyendo la mejora de servicios de procesado disponibles.
- ~ **La promoción del consumo de mijo** como elemento de una dieta saludable mediante la compra pública y la educación sobre alimentación, mejorando la participación del sector privado.
- ~ **Asociaciones público-privadas** para desarrollar cadenas de valor más diversificadas con mijo.
- ~ **Inversión pública y privada** apoyando las necesidades de investigación y desarrollo detalladas arriba.
- ~ **La creación y el mantenimiento de bases de datos, organizaciones comunitarias y redes** de pueblos indígenas, investigadores, gobiernos, universidades, agricultores, organizaciones de mujeres, cocineros y público en general interesado en la conservación, el cultivo, el procesado y la educación sobre el mijo.
- ~ **La creación de un entorno para el desarrollo del sector del mijo** manteniendo a los agricultores, los pueblos indígenas y las pequeñas y medianas empresas en el centro de los servicios de producción y procesamiento del mijo.



Mijo japonés
Echinochloa colona

Capítulo 7

Bibliografía

- AARINENA (Asociación de Instituciones de Investigación Agrícola del Cercano Oriente y África del Norte), APAARI (Asociación de Instituciones de Investigación Agrícola de Asia y el Pacífico), CFF (Cultivos para el futuro), FARA (Foro de investigación agrícola en África), GFAR (Foro Mundial de Investigación e Innovación Agrícolas), Alianza Biodiversity y CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).** 2021. *Global Manifesto on Forgotten Foods*. Roma, GFAR. 14 pp. <https://alliancebioiversityciat.org/sites/default/files/documents/global-manifesto-on-forgotten-foods.pdf>
- Agricultural Marketing Resource Center.** 2022. Proso Millet. In: *Agricultural Marketing Resource Center*. Departamento de Agricultura de Estados Unidos y la Universidad Estatal de Iowa. [Citado el 29 de mayo 2023]. <https://www.agmrc.org/commodities-products/grains-oilseeds/proso-millet>
- Alavi, S., Mazumdar, S.D. y Taylor, J.R.N.** 2018. Modern Convenient Sorghum and Millet Food, Beverage and Animal Feed Products, and Their Technologies. In: J.R.N. Taylor y K.G. Duodu, eds. *Sorghum and Millets: Chemistry, Technology and Nutritional Attributes, Second Edition*. Duxford, Reino Unido, AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00010-1>
- Amadou, I., Gounga, M.E. y Le, G.W.** 2013. Millets: Nutritional composition, some health benefits and processing – A Review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(7): 501–508. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i7.12045>
- Amalraj, A. y Pius, A.** 2015. Influence of oxalate, phytate, tannin, dietary fiber and cooking on calcium bioavailability of commonly consumed cereals and millets in India. *Cereal Chemistry*, 92(4): 389–394. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-11-14-0225-R>
- Anitha, S., Kane-Potaka, J., Tsusaka, T.W., Botha, R., Rajendran, A., Givens, D.I., Parasannanavar, D.J. et al.** 2021. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Potential of Millets for Managing and Reducing the Risk of Developing Diabetes Mellitus. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.687428>
- Anitha, S., Thyn Thyn Htut, Tsusaka, T.W., Jalagam, A. y Kane-Potaka, J.** 2019. Potential for smart food products in rural Myanmar: use of millets and pigeon pea to fill the nutrition gap. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (100): 394–400. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10067>
- Antony, U. y Chandra, T.S.** 1999. Enzymatic treatment and use of starters for the nutrient enhancement in fermented flour of red and white varieties of finger millet (*Eleusine coracana*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5): 2016–2019. <https://doi.org/10.1021/jf980564a>
- Babele, P.K., Kudapa, H., Singh, Y., Varshney, R.K. y Kumar, A.** 2022. Mainstreaming orphan millets for advancing climate smart agriculture to secure nutrition and health. *Frontiers in Plant Science*, 13: 902536. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.902536>

- Banco Mundial y Han Ulaç Demirag.** 2022. Kodo Kutki model: IFAD's Experience, Nexus Session 4, OLC WBI [vídeo]. [Citado el 29 de mayo de 2023]. <https://video.ibm.com/recorded/131491658>
- Bazzano, L.A., He, J., Ogden, L.G., Loria, C.M. y Whelton, P.K.** 2003. Dietary Fiber Intake and Reduced Risk of Coronary Heart Disease in US Men and Women: The National Health and Nutrition Examination Survey I Epidemiologic Follow-up Study. *Archives of Internal Medicine*, 163(16): 1897–1904. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.16.1897>
- Benson, T., Mugarura, S. y Wanda, K.** 2008. Impacts in Uganda of rising global food prices: the role of diversified staples and limited price transmission. *Agricultural Economics*, 39(1): 513–524. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00356.x>
- Bhat, B.V., Dayakar Rao, B. y Tonapi, V.A.** 2018. *The Story of Millets*. Hyderabad, India, Departamento de Agricultura del Estado de Karnataka con ICAR – Instituto Indio de Investigación del Mijo. 110 pp. https://www.millets.res.in/pub/2018/The_Story_of_Millets.pdf
- Biodiversity International.** n.d. Kodo and kutki millets in Madhya Pradesh. In: *Neglected and Underutilized Species Community*. Roma, Biodiversity International. [Citado el 30 de junio]. <http://www.nuscommunity.org/initiatives/ifad-eu-ccafs-nus/kodo-and-kutki-millets-in-madhya-pradesh/>
- Bramel, P., Giovannini, P. y M. Eshan Dullo.** 2022. *Global strategy for the conservation and use of genetic resources of selected millets*. Bonn, Alemania, Global Crop Diversity Trust. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7798294>
- Brown, V., Bower, T. y Sutter, P.** 2016. *CARE Pathways Final Evaluation: Global Report*. Tucson, Estados Unidos, Asistencia Técnica a Organizaciones No Gubernamentales (TANGO) Internacionales. www.care.org/wp-content/uploads/2020/07/pathways_end-line_global_report.pdf
- CGIAR.** 2022. Snapping trait for reducing labor burden on women and children. Text by Kulkarni, R. y Ojulong, H. In: *CGIAR: Research program on grain Legumes and dryland cereals*. [Citado el 13 de noviembre de 2022]. <http://gldc.cgiar.org/wp-content/uploads/2022/03/FACTSHEET-Snapping-trait.pdf>
- CIG (Consejo Internacional de Cereales).** 2023. International Grain Council Grain Market Report, mayo 2023. Londres, Consejo Internacional de Cereales.
- Datta Mazumdar, S., Priyanka, D. y Akhila, Y.** 2022. Emerging Technologies in Millet Processing. In: C. Anandharamakrishnan, A. Rawson y C.K. Sunil, eds. *Handbook of Millets - Processing, Quality, and Nutrition Status*. Singapur, Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7224-8_11
- Dayakar Rao, B., Bhaskarachary, K., Arlene Christina, G.D., Sudha Devi, G. y Tonapi, V.A.** 2017. *Nutritional and Health Benefits of Millets*. Hyderabad, India, ICAR – Instituto Indio de Investigación del Mijo. 105 pp. https://millets.res.in/m_recipes/Nutritional_health_benefits_millets.pdf
- Deshpande, S.S., Mohapatra, D., Tripathi, M.K. y Sadvatha, R.H.** 2015. Kodo Millet-Nutritional Value and Utilization in Indian Foods. ICAR – Instituto Central de Ingeniería Agrícola, India. *Journal of Grain Processing and Storage*. July–December, 2015.
- Eliazer Nelson, A., Ravichandran, K. y Antony, U.** 2019. The impact of the Green Revolution on indigenous crops of India. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1): 8. <https://doi.org/10.1186/s42779-019-0011-9>
- Fahey, Jed W.** 1998. Underexploited African Grain Crops: A Nutritional Resource. *Nutrition Reviews*, 56(9): 282–285. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01767.x>
- FAO.** 2009. *International treaty on plant genetic resources for food and agriculture*. Adoptado: Roma, 3 Noviembre 2001.

- FAO.** 2017. *Postharvest loss assessment of maize, wheat, sorghum and haricot bean: A study conducted in fourteen selected woredas of Ethiopia under the project -GCP/ETH/084/SWI.* Roma, FAO. 141 pp. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/food-loss-reduction/Ethiopia/Ethiopia-Baseline_PHT_food_loss_assessment_report-V25jan18_003_.pdf
- FAO.** 2023a. Indigenous Grasslands for Grain team – My story. In: FAO. Roma, FAO. [Citado el 28 de junio de 2023]. <https://www.fao.org/millets-2023/my-story/detail/indigenous-grasslands-for-grain-team/en>
- FAO.** 2023b. The global agro-ecological zoning version 4, Crop profile: Pearl and Foxtail millets. In: GAEZ Data Portal. Roma, FAO. [Citado el 28 de junio de 2023]. <https://gaez.fao.org/pages/crop-summary>
- FAO.** 2023c. Mariam Kouanda – My story. In: FAO. Roma, FAO. [Citado el 28 de junio de 2023]. <https://www.fao.org/millets-2023/my-story/detail/mariam-kouanda/en>
- FAO.** 2023d. Patrick Mutepeya – My story. In: FAO. Roma, FAO. [Citado el 28 de junio de 2023]. <https://www.fao.org/millets-2023/my-story/detail/patrick-mutepeya/en>
- FAO y FIDA (El Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola).** 2019. *United Nations Decade of Family Farming 2019–2028. Global Action Plan.* Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/ca4672en/ca4672en.pdf>
- FAO, FIDA, FNUI (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia), PMA (Programa Mundial de Alimentos) y OMS (Organización Mundial de la Salud).** 2022. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable.* Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- FAO y ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas).** 1996. *The world sorghum and millet economies: Facts, trends and outlook.* Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/w1808e/w1808e00.htm>
- FAO y IIASA (Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados).** 2023. *Crop profile: Pearl and Foxtail millets.* In: *Global Agro-Ecological Zones.* Roma. [Citado el 28 de junio de 2023]. https://s3.eu-west-1.amazonaws.com/data.gaezdev.aws.fao.org/crop_profiles/GAEZ_Crop_profile_pearl_and_foxtailmillet_20230309.pdf
- Fischer, G., Nachtergaele, F.O., van Velthuisen, H.T., Chiozza, F., Franceschini, G., Henry, M., Muchoney, D. y Tramberend, S.** 2021. *Global Agro-Ecological Zones v4 – Model documentation.* Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4744en>
- Fuller, D.** (en preparación). *Seeds for the Archaeologist. Identification primers and phylogenetic frameworks for Old World archaeobotany.*
- Gill, S.K., Rossi, M., Bajka, B. y Whelan, K.** 2021. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology y Hepatology*, 18: 101–116. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4>
- Gowda, N.A.N., Siliveru, K., Prasad, P.V.V., Bhatt, Y., Netravati, B.P. y Gurikar, C.** 2022. Modern Processing of Indian Millets: A Perspective on Changes in Nutritional Properties. *Foods*, 11(4): 499. <https://doi.org/10.3390/foods11040499>
- Hunter, D., Borelli, T., Beltrame, D.M.O., Oliveira, C.N.S., Coradín, L., Victor W. Wasike, V.W., Wasilwa, W. et al.** 2019. The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. *Planta*. 250: 709–729. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03169-4>
- Jeeva, J., Joshi, K., Singh, A., y Behera, B.** 2019. Engendering finger millet-based value chains for livelihood and nutritional security of women in agriculture. *Current Science*, 116(11): 1893. <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i11/1893-1896>

- Kaushik, N., Chauhan, K., Agarwal, M. y Khandal, R.K.** 2022. State-of-the-Art Knowledge on Underutilized Millets: Kodo and Kutki, Grown in Tribal Areas of India. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 12(1): 35–56.
- Khoury, C.K., Sotelo, S., Amariles, D. & Hawtin, G.** 2023. *The plants that feed the world – Baseline data and metrics to inform strategies for the conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc6876en>
- Kortei, N.K., Annan, T., Boakye, A.A., Essuman, E.K., Tettey, C.O. y Kyei-Baffour, V.** 2022. Aflatoxin M1 exposure in a fermented millet-based milk beverage 'brukina' and its cancer risk characterization in Greater Accra, Ghana. *Scientific Reports*, 12: 12562. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15157-y>
- Krishnan, R., Dharmaraj, U. y Malleshi, N.G.** 2012. Influence of decortication, popping and malting on bioaccessibility of calcium, iron and zinc in finger millet. *LWT – Food Science and Technology*, 48(2): 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.003>
- Kunchala, R., Banerjee, R., Mazumdar, S.D., Durgalla, P., Srinivas, V. y Gopalakrishnan, S.** 2016. Characterization of potential probiotic bacteria isolated from sorghum and pearl millet of the semi-arid tropics. *African Journal of Biotechnology*, 15(16): 613–621. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15212>
- Lancelotti, C., Biagetti, S., Zerboni, A., Usai, D. y Madella, M.** 2019. The archaeology and ethnoarchaeology of rain-fed cultivation in arid and hyper-arid North Africa. *Antiquity*, 93(370): 1026–1039. <https://doi.org/10.15184/aqy.2019.109>
- Lebwohl, B., Sanders, D.S. y Green, P.H.R.** 2018. Coeliac disease. *Lancet*, 391(10115): 70–81. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8)
- Maitra, S.** 2020. Intercropping of small millets for agricultural sustainability in drylands: A review. *Crop Research*, 55(3–4): 162–171. <https://doi.org/10.31830/2454-1761.2020.025>
- Makokha, A.O., Oniang'o, R.K., Njoroge, S.M. y Kamar, O.K.** 2002. Effect of traditional fermentation and malting on phytic acid and mineral availability from sorghum (*Sorghum bicolor*) and finger millet (*Eleusine coracana*) grain varieties grown in Kenya. *Food and Nutrition Bulletin*, 23: 241–245. <https://doi.org/10.1177/15648265020233S147>
- Mazumdar, S.D., Gupta, S.K., Banerjee, R., Gite, S., Durgalla, P. y Bagade, P.** 2016. Determination of variability in rancidity profile of select commercial Pearl millet varieties/hybrids. In: CGIAR Research Program on Dryland Cereals Review Meeting, October 5–6, 2016, Hyderabad, India.
- McRae, M.P.** 2018. Dietary Fiber Intake and Type 2 Diabetes Mellitus: An Umbrella Review of Meta-analyses. *Journal of Chiropractic Medicine*, 17(1): 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.11.002>
- Miklyaev, M., Afra, S., Schultz, M., Awantang, A. y Laval, M.** 2017. *Cost Benefit Analysis of Mali's Sorghum and Millet Value Chains*. Development Discussion Paper: 2017-03. 39 pp. https://cri-world.com/publications/qed_dp_300.pdf
- Myers, R.** 2018. *Growing Millets for Grain, Forage or Cover Crop Use*. Columbia, Estados Unidos, University of Missouri Extension. [Citado el 13 de abril de 2023]. <https://extension.missouri.edu/publications/g4164>
- NAAS (Academia Nacional de Ciencias Agrícolas).** 2022. *Promoting Millet Production, Value Addition and Consumption*. Policy Paper No. 114. Nueva Delhi, Academia Nacional de Ciencias Agrícolas. 24 pp. <http://naas.org.in/Policy%20Papers/policy%20114.pdf>
- Notaro, V., Padulosi, S., Galluzzi, G. y King, I.O.** 2017. A policy analysis to promote conservation and use of small millet underutilized species in India. *International*

- Journal of Agricultural Sustainability*, 15(4): 393–405. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1334181>
- Obilana, A.B.** 2003. *Overview: The Importance of Millets in Africa*. Nairobi, ICRISAT. <http://www.afripro.org.uk/papers/paper02obilana.pdf>
- Orr, A., Schipmann-Schwarze, C., Gierend, A., Nedumaran, S., Mwema, C., Muange, E., Manyasa, E. y Ojulong, H.** 2020. Why invest in Research and Development for sorghum and millets? The business case for East and Southern Africa. *Global Food Security*, 26: 100458. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100458>
- Padulosi, S., Mal, B., King, O.I. y Gotor, E.** 2015. Minor millets as a central element for sustainably enhanced incomes, empowerment, and nutrition in rural India. *Sustainability*, 7: 8904–8933. <https://doi.org/10.3390/su7078904>
- Parvin, S., Condon, J. y Rose, T.** Rooting depth and water use of summer cover crops in a semi-arid cropping environment. *European Journal of Agronomy*, 147: 126847. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126847>
- Pingali, P.L.** 2012. Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(31): 12302–12308. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)**. 2019. *Deccan Development Society, India. Equator Initiative Case Study Series*. Nueva York, Estado Unidos, PNUD. 16 pp. <https://www.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/2017/05/Deccan-Case-Study-English-FNL.pdf>
- PNUD**. 2022. From ‘untouchables’ to internationally celebrated farmers: how a group of Indian Dalit women developed climate-smart agriculture to combat food insecurity and poverty. In: *SDG Integration PNUD*. Nueva York, Estados Unidos, PNUD. [Citado el 15 de junio de 2023]. <https://sdgintegration.undp.org/%E2%80%98untouchables%E2%80%99-internationally-celebrated-farmers>
- Prasad, K.N. y Bondy, S.C.** 2019. Dietary fibers and their fermented short-chain fatty acids in prevention of human diseases. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 17: 100170. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.09.001>
- Prescott-Allen, R. y Prescott-Allen, C.** 1990. How Many Plants Feed the World? *Conservation Biology*, 4(4): 365–374. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00310.x>
- Ramachandra, G., Virupaksha, T.K. y Shadaksharaswamy, M.** 1977. Relationship between tannin levels and in vitro protein digestibility in finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn.) *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25: 1101–1104. <https://doi.org/10.1021/jf60213a046>
- Reed, H. y Duiker, S.W.** 2021. Summer Cover Crop Options. In: *Penn State Extension*. University Park, USA, Penn State Extension. [Citado el 19 de abril de 2023]. <https://extension.psu.edu/summer-cover-crop-options>
- Shah, P., Dhir, A., Joshi, R. y Tripathy, N.** 2023. Opportunities and challenges in food entrepreneurship: In-depth qualitative investigation of millet entrepreneurs. *Journal of Business Research*. 155(B): 113372. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113372>
- Sharma, K.K.** 2003. Improving bioavailability of iron in Indian diets through food-based approaches for the control of iron deficiency anaemia. In: J. Albert, ed. *Food, Nutrition and Agriculture*, 32: 51–61. Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/y8346m/y8346m06.pdf>
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)**. 2016. Summary of Changes for the Millet Crop Provisions. In: Risk Management Agency. Washington, DC, USDA. [Citado el 18 de abril de 2023]. <https://www>

rma.usda.gov/-/media/RMA/Policies/Millet/2017/Millet-Crop-Provisions-08-017.ashx

Van Berkum, S. 2021. How trade can drive inclusive and sustainable food system outcomes in food deficit low-income countries. *Food Security*, 13(6): 1541–1554. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01218-z>

Wang, C., Guo, L., Li, Y. and Z. Wang. 2012. Systematic Comparison of C3 and C4 Plants Based on Metabolic Network Analysis. *BMC Systems Biology*, 6(2). <https://bmcsystbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1752-0509-6-S2-S9>

Weber, S.A. y Fuller, D.Q. 2007. Millets and Their Role in Early Agriculture. *Prāgdhārā*, 18: 69–90.

Willet, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, T., Garnett, T. et al. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet Commissions*, 393(10170): 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Anexo

- 1. Philippine Food Composition Tables Online Database.** 2019. Manila, Department of Science and Technology, Food and Nutrition Research Institute (DOST-FNRI). [food code: A008].
- 2. Laxmisha K.M., Semwal D.P., Gupta V., Katral A., Bisht I.S., Mehta P.S., Arya M., Bhardwaj R. y Bhatt K.C.** 2022. Nutritional profiling and GIS-based grid mapping of Job's tears (*Coix lacryma-jobi* L.) germplasm. *Applied Food Research*, 2(2): 100166. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100169>
- 3. Ocloo F.C.K., Agbemavor W.S.K., Ayeh E.A., Egblewogbe M.N.Y.H. y Odai B.T.** 2022. Nutritional composition, physicochemical and functional properties of Black Fonio (*Digitaria iburua* Stapf). *Philippine Journal of Science*, 152(1): 231–243.
- 4. Shaheen, N., Rahim, A.T.M.A, Mohiduzzaman, M.D., Banu, C.P., Bari, M.D.L., Basak, A.B., Mannan, M.A., Bhattacharjee, L. y Stadlmayr, B.** 2013. Food Composition Table for Bangladesh. Dhaka, Institute of Nutrition and Food Science, Centro de Investigación Avanzada en Ciencias, Universidad de Dhaka. [food codes: 01-0007; 01-0006; 01-0027].
- 5. Institute of Nutrition and Food Safety.** 2002. *China food composition – Book 1 (2nd ed.)*. Beijing, Peking University Medical Press. [food codes: 01-9-002; 01-5-101; 01-9-008].
- 6. USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).** 2019. National Nutrient Database for Standard Reference Legacy. Washington, DC, USDA, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. Retrieved from FoodData Central. [Citado el 18 de abril de 2023]. <https://fdc.nal.usda.gov/>. [food codes: 169747; 169702; 170288; 169719; 169756].
- 7. Rao B.D., Bhaskarachary K., Arlene Christina, G.D., Sudha Devi, G. y Tonapi, V.A.** 2017. *Nutritional and Health benefits of Millets*. Hyderabad, India, ICAR – Instituto Indio de Investigación del Mijo (IIMR).
- 8. MEXT (Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología).** 2020. *Standard Tables of Food Composition in Japan. 8th revised edition*. Tokio, Subdivisión de Recursos, Consejo de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología. [food codes: 01011; 01139; 01002; 01138; 01140].
- 9. Vincent, A., Grande, F., Compaoré, E., Amponsah Annor, G., Addy, P.A., Aburime, L.C., Ahmed, D. et al.** 2020. *FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) User Guide and Condensed Food Composition Table*. Roma, FAO. [food codes: 01_032; 01_017; 01_039; 01_040; 01_041; 01_050].
- 10. Longvah, T., Ananthan, R., Bhaskarachary, K. y Venkaiah, K.** 2017. *Indian Food Composition Tables 2017*. Hyderabad, India, Instituto Nacional

de Nutrición, Departamento de Investigación Sanitaria, Ministerio de Salud y Bienestar Familiar, Gobierno de India. [food code: A003; A005; A010; A016; A017].

11. **FAO/Gobierno de Kenia.** 2018. *Kenya Food Composition Tables*. Nairobi, FAO. 254 pp. <http://fao.org/3/i8897en/I8897EN.pdf>. [food codes: 01037; 01039; 01025].
12. **FSANZ (Normas alimentarias de Australia y Nueva Zelanda).** 2019. *The Australian Food Composition Database, release 1*. Canberra, FSANZ. [Citado el 30 noviembre de 2022]. <http://www.foodstandards.gov.au/>. [food code: F008474].
13. Fuente utilizada sólo para datos sobre minerales: **Liu, X., Rong, Y.Z., Zhang, X., Mao, D.Z., Yang, Y.J. y Wang, Z.W.** 2015. Rapid determination of total dietary fibre and minerals in *Coix* seed by near-infrared spectroscopy technology based on variable selection methods. *Food Analytical Methods*, 8: 1607–1617. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-0037-y>

DESCARGOS DE RESPONSABILIDAD Y CUESTIONES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA AL INTERPRETAR LOS RESULTADOS:

- ~ Los valores nutricionales se refieren a 100 g de peso en fresco de una porción comestible de granos crudos sin cocinar.
- ~ El contenido de nutrientes puede variar en función de factores como, entre otros, el suelo, el clima, la genética de los alimentos, los sistemas de producción agrícola, el almacenamiento, las técnicas de elaboración de los alimentos o la preparación de estos.
- ~ Se siguieron las mejores prácticas y normas internacionales para recopilar los perfiles nutricionales, pero puede que las ambigüedades en la identificación de los alimentos (es decir, granos enteros frente a procesados) influyan en los niveles de nutrientes, especialmente en el porcentaje de fibra.
- ~ Se armonizaron los datos en relación con la mayoría de los componentes, pero la información que faltaba en las fuentes de datos obligó a precisar que algunos valores no pueden compararse directamente con otros.

LOS VALORES SE CALCULARON CONFORME A LAS SIGUIENTES ECUACIONES:

- ~ La energía (kcal/100 g) se calculó mediante factores de conversión de la energía de la FAO: carbohidratos, 4 kcal/g; proteína, 4 kcal/g; grasa, 9 kcal/g; fibra dietética, 2 kcal/g.
- ~ Los carbohidratos disponibles (g/100 g) se calcularon por la siguiente diferencia: 100 – (agua + cenizas + grasa + proteína + fibra).
- ~ La proteína se calculó a partir del nitrógeno total utilizando un factor de conversión de nitrógeno en proteína de 5,83 para todas las especies (excepto para el sorgo, al que se aplicó un factor de 6,25) conforme a las Directrices FAO/ INFOODS.



Año Internacional del Mijo 2023
www.fao.org/millets-2023/es

**Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura**
Roma, Italia

ISBN 978-92-5-138443-5



9 789251 384435

CC7484ES/1/12.23