



LOS MAÍCES NATIVOS EN MÉXICO

ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE VALOR Y DESARROLLO
DE OPORTUNIDADES EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO



JOSÉ LUIS AYALA ESPINOSA
ERICK QUIRÓS QUIRÓS
PABLO LUIS SARAVIA TASAYCO

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2019



Los maíces nativos en México: alternativas para la generación de valor y desarrollo de oportunidades en el sector agroalimentario por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Silvia López Nova

Corrección de estilo: Pablo Luis Saravia Tasayco

Diagramación: Pablo Luis Saravia

Diseño de portada: Oscar R. Pacheco

Impresión: Editorial Alyeri

Ayala Espinosa, José Luis
Quirós Quirós, Erick
Saravia Tasayco Pablo Luis

Los maíces nativos en México: alternativas para la generación de valor y desarrollo de oportunidades en el sector agroalimentario / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura;. – México : IICA, 2019.
21.59 cm x 27.94 cm

ISBN: 978-92-9248-844-4

1. Maíz 2. Variedades indígenas 3. Cultivos autóctonos 4. Cultura folclórica 5. Innovación 6. Desarrollo de un producto 7. Certificación 8. Valor agregado del producto 9. Sector agroindustrial 10. México I. Quirós Quirós, Erick II. Saravia Tasayco, Pablo Luis III. IICA IV. Título

Ciudad de México

2018

Contenido

Índices de tablas.....	5
Índices de gráficos	6
Índices de imágenes	7
Siglas.....	8
Agradecimientos	10
Presentación	11
Introducción	12
CAPITULO I. EL MAÍZ, UN GRANO GLOBAL	16
I.1. La importancia del maíz y su entorno “glocal”	17
I.2. Dinámica de la producción de maíz en México	28
CAPÍTULO II: EL MAÍZ NATIVO O CRIOLLO DE MÉXICO	41
II.1. Importancia y oportunidades del maíz criollo	42
II.2. Inventario de maíces nativos en México.	48
II.3. Riqueza genética de las razas de maíces nativos.....	51
III.4. Regiones productoras de maíces nativos: impacto económico.....	54
CAPITULO III. FOMENTO DEL CULTIVO DE MAÍCES NATIVOS.....	60
III.1. Consideraciones para el fomento de los maíces criollos.....	60
III.2. Programa para el fomento de maíces nativos: un primer acercamiento.....	64
CAPITULO IV. HACIA LA COMPETITIVIDAD DE LOS MAICES NATIVOS. DESAFÍOS Y RETOS QUE CONSIDERAR.....	67
IV.1. El desafío de la productividad y la rentabilidad	67
IV.2. El gran reto: producción, comercialización y mercado	73
IV.3. Generación de valor agregado en base a variedades nativas	75
IV.4. El proceso de nixtamalización y generación de valor en el maíz.....	82
IV.5. Producción mecanizada y artesanal de las tortillas.	89
IV.5.1. Producción mecanizada de tortillas.....	89
IV.5.2. Producción artesanal de tortillas.....	95
IV.5.3. El proceso de producción artesanal de tortillas.....	99
IV.5.4. Procesamiento de harinas de maíz.....	106
IV.6. Casos de innovación en la nixtamalización y producción de tortillas	109
IV.7. Sistemas de empaque para conservación de masa y otros productos.....	116
V.1. Maíces nativos y los canales <i>gourmet</i> , tiendas <i>delicatessen</i> o <i>speciality food</i>	119

V.2. Alternativas para la producción de tortillas artesanales	124
V.3. La semilla como factor competitivo.....	128
V.3. Promoción y fomento del consumo de tortillas <i>gourmet</i> artesanales	129
CAPÍTULO VI. LA CADENA PRODUCTIVA Y DE VALOR DEL MAÍZ NATIVO EN MÉXICO..	133
5.1. Aspectos conceptuales de cadena productiva y de valor.....	133
5.2. La cadena productiva del maíz nativo o criollo	136
5.3. La cadena del maíz nativo o criollo: generación de valor e inclusividad.....	141
CAPITULO VII: INSTITUCIONALIDAD, NORMAS Y CERTIFICACIONES: ELEMENTOS	
IMPORTANTES PARA COMPETIR.....	146
VII.1. Instituciones involucradas en la competitividad de los maíces nativos.	146
VI.2. Actores relevantes en la competitividad de la tortilla y productos gourmet.....	152
VI.3. Normas oficiales y certificaciones: elementos básicos para competir	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	160
Referencias	167
Anexo 1. Enfoque sistémico de la cadena productiva	172
Anexo 2. Galería fotográfica de maíces nativos mexicanos. Colección del CIMMYT	175

Índices de tablas

TABLA 1. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MAÍZ: RENDIMIENTO.....	21
TABLA 2. MÉXICO: PRODUCCIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES DE MAÍZ, 2017.....	29
TABLA 3. ESTIMACIONES DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE MAÍZ BLANCO Y AMARILLO	31
TABLA 4. PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE MAÍZ GRANO, 2017	33
TABLA 5. OFERTA Y DEMANDA DE MAÍZ BLANCO.....	34
TABLA 6. OFERTA Y DEMANDA DE MAÍZ AMARILLO	34
TABLA 7. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTORES DE MAÍZ EN MÉXICO, 2015	38
TABLA 8. MÉXICO: PRINCIPALES INDICADORES DEL CULTIVO DE MAÍZ AZUL.....	43
TABLA 9. MÉXICO: PRINCIPALES INDICADORES DEL CULTIVO DE MAÍZ DE COLORES, 2017	43
TABLA 10. INDICADORES DEL CULTIVO DEL MAÍZ BLANCO, AMARILLO Y NATIVO O DE COLOR EN MÉXICO	45
TABLA 11. RENDIMIENTOS PROMEDIO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN MÉXICO, 2016	48
TABLA 12. RAZAS DE MAÍZ EN MÉXICO	52
TABLA 13. UBICACIÓN REGIONAL DE RAZAS DE MAÍZ.....	55
TABLA 14. IMPORTANCIA DEL AUTOCONSUMO ENTRE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ.....	60
TABLA 15. FACTORES DE RENDIMIENTO, PRODUCTIVIDAD Y PRECIO EN LA CADENA DE MAIZ- TORTILLA	68
TABLA 16. ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS BRUTOS DE MAÍCES NATIVOS VENDIDOS EN NICHOS DE MERCADO DE ALTO PRECIO Y SU DIFERENCIAL CON EL INGRESO DEL MAÍZ HÍBRIDO DE ALTO RENDIMIENTO.....	69
TABLA 17. DIFERENCIAL DE INGRESO ENTRE DIVERSOS TIPOS DE MAÍCES NATIVOS Y EL MAÍZ HÍBRIDO DE ALTO RENDIMIENTO	70
TABLA 18. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ NATIVO BAJO UN SISTEMA AGROECOLÓGICO Y CON UN SISTEMA CONVENCIONAL QUE UTILIZA INSUMOS QUÍMICOS.....	71
TABLA 19. ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS NETOS DE MAÍCES NATIVOS AGROECOLÓGICOS, VENDIDOS EN NICHOS DE MERCADO DE ALTO PRECIO.	73
TABLA 20. TIPO DE GRANO Y RAZAS NATIVAS CON POSIBILIDADES DE GENERAR VALOR AGREGADO.....	76
TABLA 21. ESTRATEGIAS DE LA CNPAMM PARA APOYAR A PRODUCTORES DE MAICES NATIVOS.....	78
TABLA 22. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS DIVERSAS RAZAS DE MAÍZ EN MÉXICO	80
TABLA 23. COMPARATIVO DEL COSTO VARIABLE EN LA PRODUCCIÓN DE TORTILLAS POR KILOGRAMO.....	93
TABLA 24. ESTIMACIÓN DEL COSTO VARIABLE DE PRODUCCIÓN DE TORTILLAS CON MAIZ HIBRIDO Y NATIVO SISTEMA ALITECH.....	93
TABLA 25. ESTIMACIÓN DE UTILIDADES MENSUALES DE UN NEGOCIO DE TORTILLERÍA MÁS MOLINO	94
TABLA 26. EQUIPOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE TORTILLAS.....	95
TABLA 27. COSTO DE PRODUCCIÓN DE TORTILLERÍAS ABDON	112
TABLA 28. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE MAÍZ MARCA ABDON	113
TABLA 29. COMPARACIÓN Y BENEFICIOS ENTRE EL SISTEMA DE NIXTAMALIZACIÓN TRADICIONAL DEL MAÍZ Y EL USO LA TECNOLOGÍA ALITECH	115
TABLA 30. MODELOS DE REACTORES: AHORRO POR CARGA	115
TABLA 31. PRINCIPALES ACCIONES REALIZADAS POR PROMAC	151
TABLA 32. NORMAS OFICIALES RELACIONADAS CON EL SECTOR MAÍZ	155

Índices de gráficos

GRÁFICO 1. PARTICIPACIÓN DEL MAÍZ EN LA PRODUCCIÓN DE CEREALES A NIVEL MUNDIAL ..18	18
GRÁFICO 2. PRODUCCIÓN DE MAÍZ A NIVEL MUNDIAL, 1980-2018P	19
GRÁFICO 3. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MAÍZ: CICLO 1989/90.....	20
GRÁFICO 4. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MAÍZ: CICLO 2018/19P	21
GRÁFICO 5. PARTICIPACIÓN DE LA EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL	22
GRÁFICO 6. PARTICIPACIÓN DE LAS EXPORTACIONES EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DE MAÍZ	23
GRÁFICO 7. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE MAÍZ	24
GRÁFICO 8. PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE MAÍZ	24
GRÁFICO 9. USO DEL MAÍZ COMO ALIMENTO PER CÁPITA.....	25
GRÁFICO 10. PRECIO DEL MAÍZ N° 2 AMARILLO (ENTREGADO EN EL GOLFO DE ESTADOS UNIDOS).....	26
GRÁFICO 11. PRECIO FUTURO DEL MAÍZ N° 2 AMARILLO EN EL MERCADO DE CHICAGO.....	27
GRÁFICO 12. MÉXICO. SUPERFICIE SEMBRADA DE MAÍZ.....	29
GRÁFICO 13. MÉXICO. PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE MAÍZ GRANO BLANCO	30
GRÁFICO 14. MÉXICO: SUPERFICIE SEMBRADA DE MAÍZ GRANO 2017	32
GRÁFICO 15. MÉXICO: PRODUCCIÓN DE MAÍZ GRANO, 2017	33
GRÁFICO 16. MÉXICO: IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO	35
GRÁFICO 17. MÉXICO: PRECIO DE MAÍZ BLANCO PROMEDIO RURAL Y PROMEDIO EN LA CENTRAL DE ABASTO.....	36
GRÁFICO 18. MÉXICO: MARGEN DE GANANCIA DE LOS INTERMEDIARIOS EN EL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN DE MAÍZ BLANCO	37
GRÁFICO 19. MÉXICO: PRECIOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE MAÍCES	44
GRÁFICO 20. MÉXICO: PRECIO DE LAS TORTILLAS POR ESTADOS, 28 DE SEPTIEMBRE DE 2018	92

Índices de imágenes

IMAGEN 1. PRINCIPALES USOS DEL MAÍZ	16
IMAGEN 2. EL MAÍZ COMO INSUMO EN LA CADENA AGROALIMENTARIA EN MÉXICO	40
IMAGEN 3. LAS 59 RAZAS NATIVAS DE MÉXICO.....	49
IMAGEN 4. INFORMACIÓN SOBRE LA TORTILLA	88
IMAGEN 5. VISIÓN ESTÁTICA DE LA CADENA PRODUCTIVA	133
IMAGEN 6. VISIÓN DINÁMICA DE LA CADENA PRODUCTIVA	134
IMAGEN 7. CADENA DE VALOR EN FUNCIÓN DEL MERCADO.....	136
IMAGEN 8. CADENA PRODUCTIVA DEL MAÍZ EN MÉXICO	137
IMAGEN 9. CADENA PRODUCTIVA DEL MAÍZ NATIVO O CRIOLLO.....	138
IMAGEN 10. GENERACIÓN DE VALOR EN CADENA DE MAÍZ NATIVO O CRIOLLO.....	143
IMAGEN 11. ENFOQUE SISTÉMICO DE LA CADENA PRODUCTIVA	172

Siglas

ASERCA	Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios
BNGMM	Banco Nacional de Germoplasma de Maíces Mexicanos
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CADERS	Centros de Apoyo para el Desarrollo Rural
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo
CNPAMM	Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz de México
ColPos	Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
CONASUPO	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
ENHRUM	Encuesta Nacional de Hogares Rurales Mexicanos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
NOM	Norma Oficial Mexicana
OGM	Organismo Genéticamente Modificado
OMS	Organización Mundial para la Salud
PMMM	Programa Maestro de Maíces Mexicanos
PROCER	Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo
PROEMAR	Proyecto Especial de Maíz de Alto Rendimiento
PROMAC	Programa de Conservación de Maíz Criollo
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SERMANAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIAVI	Sistema de Información Comercial Vía Internet
SINAREFI	Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos en México para la Agricultura y la Alimentación
SMP	Sistema Producto Maíz
SNIIM	Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Agradecimientos

Para la realización de este trabajo se contó con la invaluable colaboración de las siguientes personas:

Empresarios y productores:

- José Represas. Empresario y desarrollador de subproductos del maíz y bioinsumos. APROA. SA de CV. Ciudad de México.
- Pedro Álvarez. Productor de maíz. Líder de una organización de productores de maíz y empresario de nixtamal y tortillas artesanales en Toluca. Estado de México.
- Cornelio Hernández. Antropólogo y productor de maíces criollos de Ixtenco. Tlaxcala.
- Eloit Ortiz. Empresario del maíz y la tortilla. Empresa corporativa SAKXIM. Ecatepec. Estado de México.
- Rogelio Ortiz. Empresario de masa nixtamalizada y de tortillas. Empresa corporativa SAKXIM. Ecatepec. Estado. México.
- Abel Abdón Fernández. Empresario de harina de maíz. de masa nixtamalizada y de tortillas. empresa HARIGRO. presidente de la Unión Regional de Industriales de la masa y la tortilla. Chilpancingo. Guerrero.
- Beatriz Almaraz. Jefa de la Tortillería de la Universidad Autónoma de Chapingo
- Manuel Rodríguez. Empresa certificadora AGRICERT. Uruapan. Michoacán.
- Arturo González. Gerente de certificación. Certificadora México Calidad Suprema. Ciudad de México.
- José Luis Atriano. Certificadora México Calidad Suprema. Ciudad de México.
- Naivi Donjuán. Directora de Aseguramiento de la Calidad. Certificadora México Calidad Suprema. Ciudad de México.
- Jesús Loyola. Jefe Unidades Generadoras de Recursos. Universidad Autónoma de Chapingo.

Investigadores:

- Benjamín Zamudio. Investigador INIFAP. Sitio Experimental Valle de Toluca. Estado de México.
- Martha Wilcox. Coordinadora de maíces nativos del Programa Global de Maíz del CIMMYT.
- Leovigildo Córdova Téllez. Investigador especialista en maíz del Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS).
- Ofelia Buendía. Profesora e investigadora de agroindustria de cereales. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ofelia Sandoval. Profesora e investigadora del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Cesar Ramírez. Profesor e investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Abraham Villegas. Profesor e investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Armando Santos. Investigador y Profesor del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Caroline Burgeff. Experta en riesgo y bioseguridad. CONABIO.
- Elleli Huerta. Coordinadora de recursos biológicos y genéticos. CONABIO.

Presentación

Hablar de maíz es hablar del sustento de la vida desde las culturas prehispánicas de América, con un entorno lleno de mitologías, leyendas y creencias; era y continúa siendo la base de la alimentación diaria, la causa de sus grandes avances astronómicos y el motivo de su religiosidad y arquitectura, el material con el que los dioses formaron sus huesos y sus músculos. La religión de éstas culturas fue concebida alrededor del cultivo del maíz, los dioses de la lluvia, los dioses del viento, los dioses del sol, y el dios del maíz, guardianes ancestrales que impulsaron el respeto por la madre natura, sustento de la vida, ya que los ancestros eran básicamente agricultores, dependían principalmente de la agricultura del maíz para su subsistencia.

El maíz es el alimento más cosechado en América y uno de los tres cultivos más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Debido a su versatilidad y propiedades alimenticias, esta planta es una de las mejores aportaciones de América para el mundo. En torno al maíz se pueden elaborar gran cantidad de productos derivados que van desde alimentos, insumos farmacéuticos, textiles, artesanías, etc.

México es centro de origen del maíz por lo que tiene una amplia biodiversidad de variedades, que se reflejan en su diversidad de colores, tamaños, formas, usos y preparaciones; todavía tienen un enorme potencial productivo por aprovechar, ya que la mayoría de estos maíces se encuentran en manos de pequeños productores dispersos en zonas marginadas, con carencias socioeconómicas, tecnológicas y organizativas. Por otra parte, la tortilla, producto elaborado con maíz y base de la alimentación del mexicano, tiene gran potencial para ciertos segmentos de mercado gastronómico que aprecia los platillos ancestrales, consumidores exigentes que están dispuestos a pagar por un producto de calidad, cuyas propiedades en sabor, olor, textura son resaltadas a través de métodos prehispánicos para su preparación.

En éste sentido para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), realizar el estudio "Fomento del cultivo de maíces nativos en México para la elaboración de tortillas artesanales y otros alimentos, mediante métodos ancestrales" representa una oportunidad para contribuir al fortalecimiento de la agrocadena del maíz; ya que identifica oportunidades tanto para pequeños productores poseedores de esa riqueza de material genético de maíces coloridos con potencial productivo, como para la industria gastronómica para rescatar métodos de procesamiento ancestrales y platillos tradicionales como las tortillas, producto ancestral fundamental para la alimentación del pueblo mexicano.

Gloria Abraham Peralta

Representante de IICA en México

Introducción

El maíz es el cultivo de mayor presencia e importancia en el agro mexicano. Constituye la base de la alimentación de la población, es el principal insumo en la producción pecuaria, porcícola y avícola, principalmente, como forraje apoya la nutrición del ganado y es materia prima para la elaboración de alimento balanceado en la agroindustria. Está relacionado directa e indirectamente con muchos sectores productivos, de allí su importancia en la agroalimentación y en la industria mexicana.

México es centro de origen del maíz y tiene gran cantidad de las variedades nativas, las cuales en su mayoría están en manos de pequeños y muy pequeños productores dispersos a lo largo y ancho del país; históricamente, estos materiales, por sus condiciones de poca demanda, baja productividad y escasa rentabilidad, no se han desarrollado a nivel industrial o comercial y se utiliza básicamente para el autoconsumo.

El investigador Timothy A. Wise¹, considera que las diversas variedades nativas, criollas o locales de maíz, han perdurado a lo largo del tiempo por la siguiente razón: “si el conocimiento tradicional no se pasa de generación a generación y los campesinos dejan de producir los diversos tipos de maíces nativos o criollos, entonces esos materiales gradualmente desaparecerán por razones económicas”.

El consumo de los maíces nativos se realiza a través de múltiples platillos y preparaciones, dentro de las que destaca la tortilla de maíz, que es el alimento más popular de México. Sin embargo, desde hace tres décadas su demanda ha disminuido por los cambios en los hábitos alimenticios de la población, la aparición de productos sustitutos, como la tortilla de trigo, su asociación con el sector de menor poder adquisitivo y por aspectos de pérdida de calidad. Actualmente la mayoría de las empresas e industrias productoras de tortillas de maíz han ido sustituyendo el uso de la masa nixtamalizada, por la mezcla o el uso total de harina industrial de maíz, ante la necesidad de simplificar los procesos de producción, como de bajar los costos de producción, lo cual modifica negativamente las características de calidad del producto final.

De acuerdo con los hallazgos en el trabajo de campo de la investigación, se pudo saber que, ante los altos costos y el difícil acceso a los maíces nativos de colores, algunos productores de tortillas usan colorantes para teñir la masa y darle una apariencia similar a la que se obtiene al

¹ Experto en políticas rurales del Instituto Ambiental y de Desarrollo Global de Universidad Tufts, Massachusetts, Estados Unidos.

usar los granos nativos. Esta práctica si bien simplifica los procesos y reduce los costos, puede llegar a afectar la inocuidad, la calidad nutricional y el consumo del producto final.

Es importante considerar que existen diversos segmentos de consumidores que demandan productos de calidad superior, producidos con métodos artesanales o bajo técnicas ancestrales y, por lo general, tienen un mayor poder adquisitivo a nivel nacional e internacional.

Para algunos empresarios consultados, producir tortillas de alta calidad es más un tema del procesamiento artesanal del maíz y de la masa nixtamalizada y no necesariamente del grano que se utilice como materia prima para la nixtamalización² el tipo de maíz define principalmente el tiempo de cocción.

En la industria alimentaria se han desarrollado diversos equipos manuales, semiautomáticos e industriales para el procesamiento del maíz y su nixtamalización; así como molinos de piedra, máquinas tortilladoras con rodillos de piedra o de acero inoxidable grado alimenticio y distintos tipos de sistemas de cocción de tortillas; además se dispone de aditivos alimentarios como antiadherentes, blanqueadores y suavizantes, que pueden contribuir favorablemente con los aspectos de calidad, preservación y con el concepto de un producto artesanal³.

Existen diversos nichos de mercado que demandan productos de alta calidad, productos artesanales, alimentos diferenciados, entre otros, a nivel de supermercados o empresas que brindan oportunidades para la vinculación y el encadenamiento de la producción de maíces nativos y de colores, algunos de estos establecimientos tienen interés en el desarrollo o venta de productos gourmet y artesanales, como puede ser el caso de los maíces nativos en grano, la masa nixtamalizada, las tortillas de diversos colores y otras delicatessen gastronómicas.

Es importante recuperar la producción de tortillas tradicionales de alta calidad y otros productos a base de maíz que se han ido perdiendo con el tiempo, Sin embargo, para mantener los aspectos de calidad en el caso de las tortillas, no deben dejarse de lado los procesos artesanales de nixtamalización y molienda en piedra, ambos requisitos importantes para asegurar la calidad del producto final, que pueden denominarse como “tortillas de maíz de granos ancestrales”, como lo señala el empresario José Represas.

Durante los últimos años, la política pública del sector maíz se ha concentrado en el fomento y tecnificación de los híbridos de maíz blanco de alto rendimiento para consumo humano y maíz

² José Represas, empresario y desarrollador de subproductos del maíz y bioinsumos. Ciudad de México.

³ Olga Reyes. Gerente de la empresa Torreytex, fabricantes de equipos para la industria del nixtamal y de la tortilla. Ciudad de México, México.

amarillo para alimentación animal. Sin embargo, existe un vacío de política pública, programas y de acciones orientados al fortalecimiento de la cadena del maíz nativo en México, que fomente en primera instancia el rescate de las variedades criollas y genere procesos de innovación en todos los eslabones de la cadena.

Si se estimula la demanda para diversos tipos de maíces nativos y principalmente los de colores, en un primer momento, el productor primario podrá vender su producción a un precio más competitivo, con esquemas de agricultura por contrato, promoviendo así la incorporación de tecnologías que incrementen la productividad del cultivo y la preservación de los materiales nativos y, en segunda instancia, brindar al consumidor la opción de adquirir una amplia diversidad de productos de excelente calidad, con un valor agregado diferenciado y a un precio competitivo.

La investigación tiene como propósito identificar oportunidades para desarrollar la cadena de los maíces nativos en México, mediante la generación de valor agregado del grano, para la producción artesanal de productos de interés gastronómico. Se trata de conocer la situación de los maíces nativos, la producción artesanal de tortillas, explorar las opciones de valor agregado y la integración de la cadena.

Asimismo, el estudio puede ser utilizado para el diseño de un programa a nivel federal o estatal que busque el fomento de la agrocadena del maíz nativo, orientado a la producción de masa de nixtamal, de tortillas de alta calidad y de alimentos gourmet, contribuyendo con ello al desarrollo de planes de innovación y el fortalecimiento de capacidades en todos los eslabones de la cadena de valor.

El documento consta de siete capítulos, el primero describe y proporciona datos y estadísticas sobre la situación del maíz como un cereal con características globales, de gran importancia en el contexto mundial a nivel de producción y comercio; también hace referencia a la dinámica y relevancia de la producción de maíz en México.

El segundo capítulo trata sobre aspectos importantes del maíz nativo y de colores en México, las oportunidades de este tipo de materiales, el inventario y la riqueza genética de las razas de maíces nativos, así como las regiones productoras.

El tercer capítulo describe algunas consideraciones para establecer un programa que permita el fomento de los maíces criollos y en el cuarto se plantean algunos tópicos que describen los principales desafíos y retos que deben considerarse para fortalecer la competitividad de estos maíces, dentro de los que se plantean los temas de productividad, rentabilidad, producción,

comercialización y mercado. El valor agregado es un factor relevante del capítulo especialmente en lo referente al proceso de nixtamalización, de los diversos sistemas de producción de tortillas y de los sistemas de empaque para conservación de masa y otros productos.

El quinto apartado describe estrategias para impulsar la competitividad de los maíces nativos mediante los mercados especializados, las alternativas para la producción de tortillas artesanales, la semilla como factor competitivo; así como la promoción y el fomento del consumo de tortillas *gourmet* artesanales.

En el sexto capítulo se analizan aspectos importantes sobre la cadena productiva y de valor del maíz nativo en México, finalizando el séptimo capítulo con el tema de institucionalidad, de los actores relevantes en la competitividad de la tortilla; así como las normas y certificaciones como elementos importantes para competir en el mercado y que serán de gran utilidad en el esfuerzo de generar valor y desarrollar oportunidades en el sector agroalimentario mexicano.

Este trabajo busca identificar las oportunidades para desarrollar la cadena de los maíces nativos en México, mediante la generación de valor agregado del grano, para la producción artesanal de productos de interés gastronómico, para lo cual fue necesario investigar sobre la situación de los maíces nativos, el procesamiento artesanal del grano mediante la nixtamalización y la producción artesanal o industrial de tortillas, con lo cual se analizan las opciones de valor agregado y la integración de la cadena, identificando oportunidades para el diseño de un programa integral de fomento de la agrocadena del maíz nativo a nivel federal o estatal para la producción de tortillas y alimentos *gourmet*, que permita el desarrollo de planes de innovación y el fortalecimiento de capacidades en todos los eslabones.

El fortalecimiento organizacional para la innovación en la cadena de maíces nativos, la identificación de los requerimientos de investigación y transferencia tecnológica, a nivel agronómico para el mejoramiento de los rendimientos y la productividad; los métodos de manejo post-cosecha, los sistemas de procesamiento para la producción de masa nixtamalizada, la conservación de la vida útil de la masa; la elaboración de tortillas de alta calidad y otros alimentos *gourmet*, así como de las estrategias de capacitación y fortalecimiento de capacidades en la cadena, en temas de inocuidad, innovación, comercialización y fortalecimiento organizacional son parte de los objetivos que se han incluido en la investigación.

CAPITULO I. EL MAÍZ, UN GRANO GLOBAL

El maíz junto con el arroz y el trigo son los tres cereales que más se cultivan en el mundo y de mayor consumo humano. Se cosechan en los cinco continentes y están considerados como los cereales que alimentan al mundo. Todas las grandes culturas pioneras y civilizaciones humanas basaron su alimentación en los cereales: las asiáticas, en el arroz; las africanas, en el sorgo y mijo; las europeas, en el trigo, la cebada y el centeno, y las americanas, en el maíz (Flores et al., 2007).

Por su contenido de almidón, de vitaminas, fibra dietética y azúcares de descomposición lenta, así como a su importante aportación de proteínas, carbohidratos y minerales, los cereales son la fuente más importante de nutrientes y se han constituido en un elemento fundamental para la alimentación de la humanidad (Ramos, 2013).

Imagen 1. Principales usos del maíz

El maíz es un cereal con muchos usos (imagen 1), entre los que se pueden señalar los siguientes:

1. Como alimento para los seres humanos, de forma directa como mazorca o grano, como masa nixtamalizada para diversos alimentos o tortillas, como harina, como palomitas, como hojuelas de cereal, como snacks, como aceite vegetal, entre muchos otros usos alimenticios.
2. En la alimentación de los animales como grano, como insumo de alimentos balanceados o utilizado como forraje.
3. Utilizado en el procesamiento industrial de productos derivados como los biocombustibles (etanol), producción de jarabe



Fuente: <http://delmaiz.info/usos>

de maíz rico en fructuosa con amplios usos en la industria alimentaria, fabricación de artesanías, uso medicinal y extractos naturales para productos farmacéuticos y cosméticos; así como en la industria química, textil y del plástico.

I.1. La importancia del maíz y su entorno “glocal”⁴

En 2017, según datos de la FAO⁵, cerca de 170 países cultivaron maíz, lo cual confirma que es el grano que más se produce a nivel global, es el más influyentes en los mercados internacionales, tiene una alta importancia económica y social, genera gran cantidad de empleo y tiene múltiples usos agroalimentarios e industriales. Está presente en la elaboración de más de cuatro mil productos (almidón, fructuosa, aceites, cartón, chocolates, bebidas, biocombustibles, alimento animal y en la dieta humana), a nivel mundial (ASERCA, 2012).

La presencia del maíz es muy importante a nivel global⁶. En términos generales, representa cerca del 50.0% de la cosecha mundial de cereal⁷ (ver gráfico 1). De allí que se considere como el cultivo más importante dentro de este rubro, con una participación cada vez creciente. En el agrícola⁸ 1980/81 alcanzó una participación de 30.6% y se pronostica que en el periodo 2018/19 llegue a 43.2%, con una clara tendencia creciente en el largo plazo.

⁴ Se puede entender como la forma en la que interactúan lo global y lo local. La "glocalidad" es aquella mezcla que se produce entre cuestiones universales con particulares. Es decir, es la combinación que se da entre los elementos locales con los globales. La "glocalización" es un concepto que empezó a perfilarse en la década de 1980. Algunos señalan a Ulrich Beck, como el creador del término y su difusor. Pero el primer autor que saca a la luz explícitamente esta idea es Roland Robertson. Ver <https://cuadrivio.net/donde-esta-lo-glocal/>

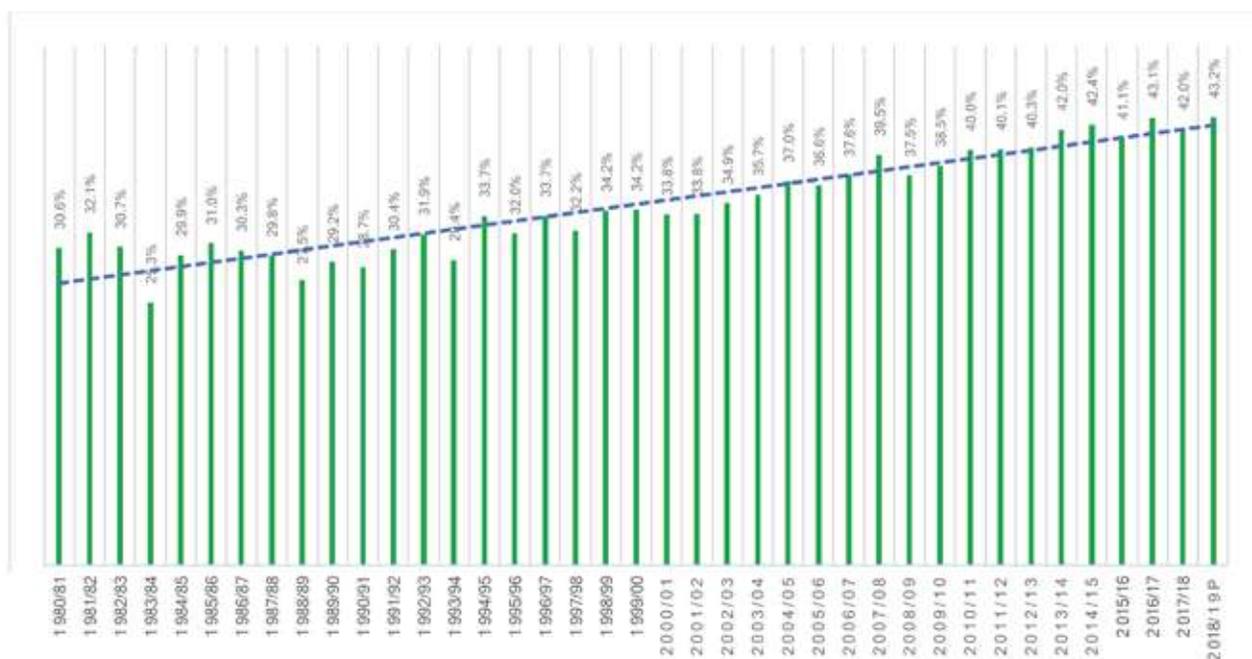
⁵ Food and Agriculture Organization of the United, por su sigla en inglés.

⁶ Es importante aclarar que en el mundo lo que más se produce es maíz amarillo y en menor proporción el maíz blanco que generalmente se cultiva en los países en desarrollo, principalmente, en los que se ubican en América Latina y el Caribe, África y Asia.

⁷ El grupo de cereal lo conforman, a parte del maíz, cebada, trigo, avena, arroz y centeno.

⁸ En el caso de Estados Unidos un ciclo agrícola comprende septiembre de un año a agosto del siguiente.

Gráfico 1. Participación del maíz en la producción de cereales a nivel mundial



Fuente: Elaborado con información del FAO-AMIS.

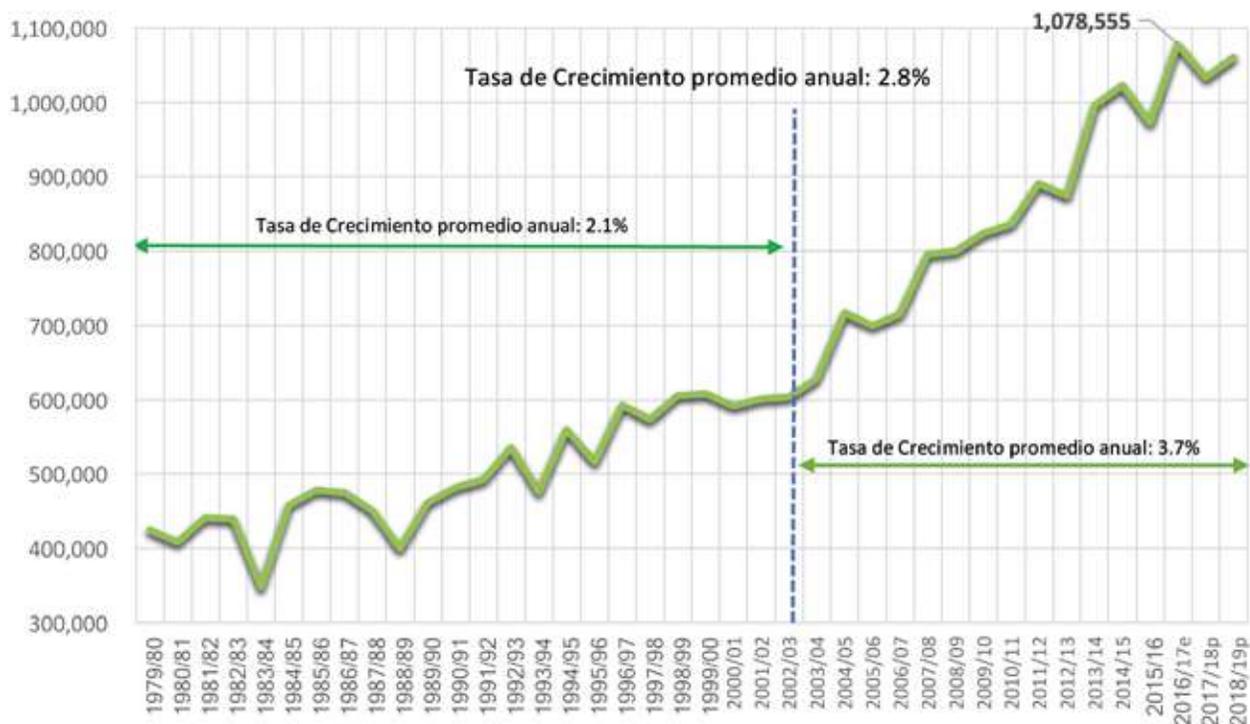
La producción mundial de maíz mantiene una tendencia creciente en el largo plazo (gráfico 2). En cerca de 40 años, creció a una tasa promedio anual de 2.8%; sin embargo, en el crecimiento se observa claramente dos etapas bien definidas: una que va del ciclo 1979/80 a 2002/03, donde se registra un crecimiento promedio de 2.1%, con disminuciones significativas de -20.8% (1983/84), -11.2% (1988/89) y -11.2% (1993/94), que explica la baja tasa de incremento; y otra fase de 2003/04 a 2018/19, con un aumento promedio anual de 3.4% y con caídas relativamente bajas de -2.3% en 2005/06, -1.9% en 2012/13, y de mayor profundidad en los ciclos 2015/16 (-4.8%) y 2017/18 (-4.2%), respectivamente.

Después del declive en el periodo 2012/13, la producción mundial de maíz comenzó a repuntar, logrando aumentos muy significativos de 13.9% en 2013/14 y 10.8% en 2016/17, ciclo en que se alcanzó el máximo histórico de producción de maíz a nivel mundial llegando a 1,078.6 millones de toneladas métricas; para 2018/19, la WASDE⁹ pronostica una recuperación de 2.7% en relación del año anterior, tasa de crecimiento que no permite sobrepasar el máximo nivel alcanzado (gráfico 2).

⁹ World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE), United States Department of Agriculture (USDA).

Según el reporte de la WASDE del 10 de agosto de 2018, la producción mundial de maíz en el ciclo 2018/19 repunta por el aumento de los cultivos en los Estados Unidos, Serbia, Ucrania y Zimbabue, que compensa con creces las reducciones de Brasil y la Unión Europea. Se pronostica una mayor producción de Ucrania, por las precipitaciones oportunas y la moderación del calor durante la reproducción, lo cual favorece la perspectiva de un mayor rendimiento del grano. La mayor parte del incremento de la producción de maíz provendrá de mejoras en la productividad y no en el área del cultivo, aun cuando se espera que el maíz participe más y más en rotaciones intensivas de otros cultivos.

Gráfico 2. Producción de maíz a nivel mundial, 1980-2018p
(miles de toneladas métricas)



e = estimado

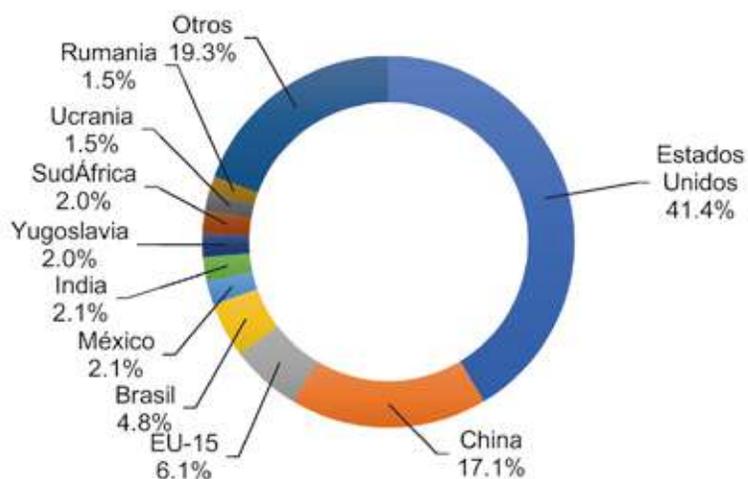
p = proyección

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA).

Lo anterior es producto de una gran cantidad de investigaciones e innovaciones a nivel público y privado que han enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de tecnología de producción bajo condiciones especiales, lo cual ha generado una constante producción de híbridos, variedades mejoradas y materiales modificados genéticamente, que contribuyen significativamente al aumento de la productividad y alto rendimiento.

En el largo plazo, se observa un cambio estructural entre los principales países productores de maíz (gráfico 3). En el ciclo 1989/90, Estados Unidos producía cerca de mitad del maíz a nivel mundial (41.4%), seguido muy lejos por China que aportaba el 17.1%. México, ocupaba en ese entonces la quinta posición (2.1%), después de Brasil (4.8%).

Gráfico 3. Principales países productores de maíz: ciclo 1989/90

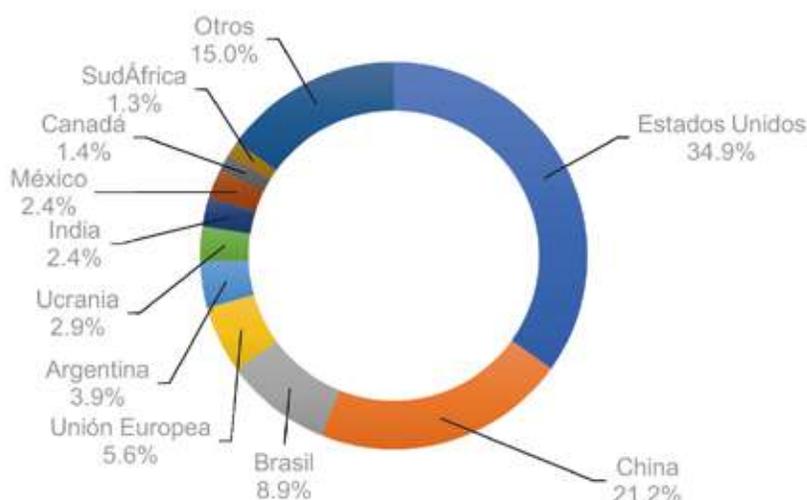


Fuente: United States Department of Agriculture (USDA).

Cerca de tres décadas después, el escenario productivo mundial de maíz se ha modificado y surgen nuevos actores (gráfico 4). Estados Unidos su participación ahora, es un poco más de la tercera parte (34.9%), China, su participación ha aumentado y representa la quinta parte (21.2%), Brasil supera a la Unión Europea y significa el 8.9% de la producción, mientras Argentina aparece como un productor importante (3.9%) y llama poderosamente la atención Ucrania (2.9%), que ha desplazado a productores tradicionales como la India (2.4%) y al mismo México (2.4%), que ahora se encuentra relegada a una octava posición.

La reestructuración entre los países productores de maíz se debe en gran medida a los niveles de rendimientos que obtienen en sus respectivos ciclos productivos (tabla 1). En términos generales, Estados Unidos es el país que lidera el rendimiento en la cosecha de maíz, casi duplicando la media mundial. En tanto, la Unión Europea muestra un decline en el rendimiento al pasar de 9.1 toneladas por hectárea en el ciclo 2000/01 a 7.5 toneladas por hectárea en el periodo 2018/19. En el caso de China mantiene un nivel ascendente y en las mismas etapas pasa de 4.6 a 6.1 toneladas por hectárea. México, de un rendimiento de 2.5 a comienzo del nuevo siglo, actualmente, es de 3.6 toneladas por hectárea.

Gráfico 4. Principales países productores de maíz: ciclo 2018/19p



p=proyección

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA).

Sorprende Ucrania, con rendimientos mayores a países como Brasil, Argentina, México y la India. El país del este de Europa de ser el noveno productor a principio de la década de los noventa actualmente ocupa la sexta posición y, todo indica, de seguir incrementando su productividad, en los próximos años, estaría desplazando a Argentina del quinto lugar de la producción mundial de maíz.

Tabla 1. Principales países productores de maíz: rendimiento
Toneladas por hectáreas

Países/Ciclos	2000/2001	2004/2005	2009/2010	2014/2015	2018/2019
Estados Unidos	8.6	10.1	10.3	10.7	10.9
Unión Europea	9.1	8.4	6.9	8.0	7.5
China	4.6	5.1	5.3	5.8	6.1
Ucrania	3.0	5.3	4.8	6.2	5.7
Mundo	4.3	5.0	5.1	5.7	5.7
Brasil	2.8	3.4	3.7	5.2	5.1
Argentina	5.4	6.4	5.6	5.4	4.7
México	2.5	2.8	3.2	3.3	3.6
India	1.8	1.9	2.0	2.6	2.8

p=proyección

Fuente: FAO-AMIS

De acuerdo con los datos de la FAO-AMIS, el intercambio comercial del maíz se ha incrementado de manera importante en los últimos años. Las ventas como las compras del grano en los mercados internacionales casi se han duplicado entre los ciclos de 2000/01 y 2018/19. Tal como se observa en el gráfico 5, en promedio, las exportaciones e importaciones representan el 12.4%,

respectivamente, de la producción mundial. Se estima que en los próximos años se incremente la demanda de maíz en el mercado global.

Gráfico 5. Participación de la exportación e importación en la producción mundial



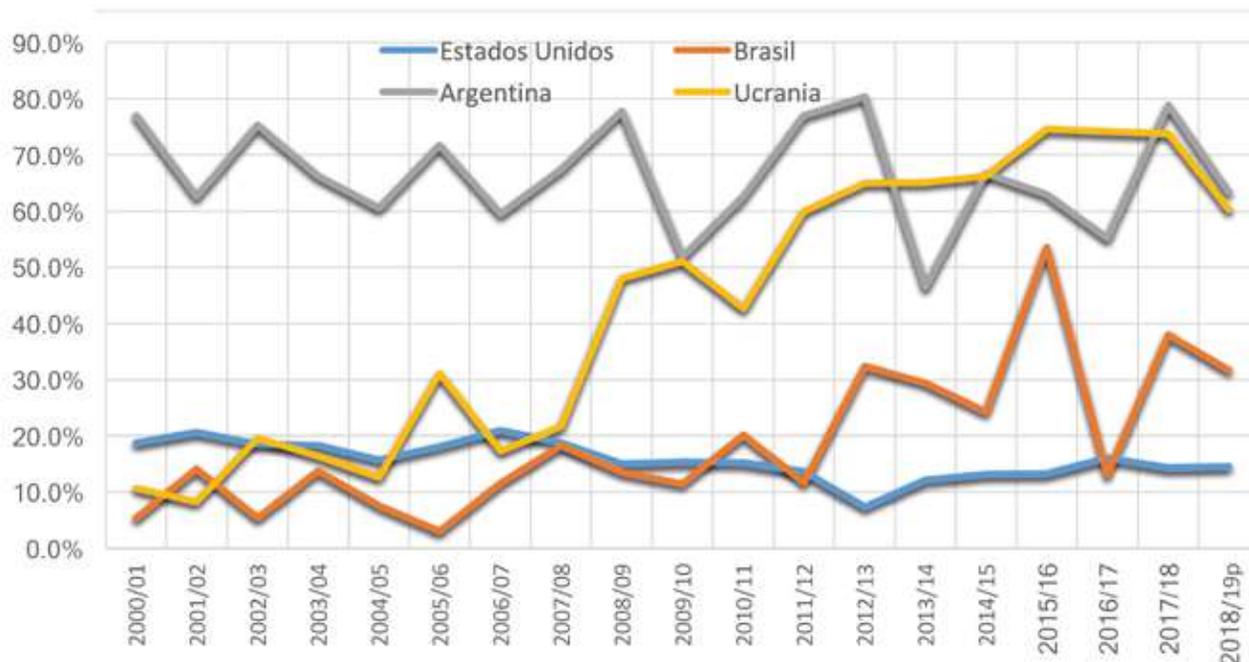
p=proyección
Fuente: FAO-AMIS

Estados Unidos, es uno de los pocos países que destina gran parte de su producción de maíz al consumo interno, actualmente cerca del 15.0% de su producción lo exporta, en cambio, Argentina y Ucrania colocan alrededor del 60.0% de su cosecha en los mercados internacionales, Brasil solamente orienta una tercera parte de su producción (gráfico 6).

Es importante destacar la participación de Ucrania que, a inicio del siglo, apenas exportaba el 10.0% de sus granos, actualmente, sus ventas externas se han multiplicado por seis, ello se debe a la expansión de la superficie cultivada y a su mayor presencia en mercados cercanos como la Unión Europea, África del Norte y Medio Oriente. Sin embargo, una plaza clave para el maíz ucraniano es China. En 2012/13, exportó solo 83 toneladas, para 2014/15, las exportaciones a China superaron los 4 millones de toneladas, y en 2017/18, las ventas al país asiático superaban la cantidad total enviada en el ciclo anterior. Actualmente, Ucrania es el principal proveedor a

China por cuarto año consecutivo, desplazando a los Estados Unidos. Para 2018/19, todo indica que continuará su crecimiento como exportador de maíz.

Gráfico 6. Participación de las exportaciones en la producción total de maíz

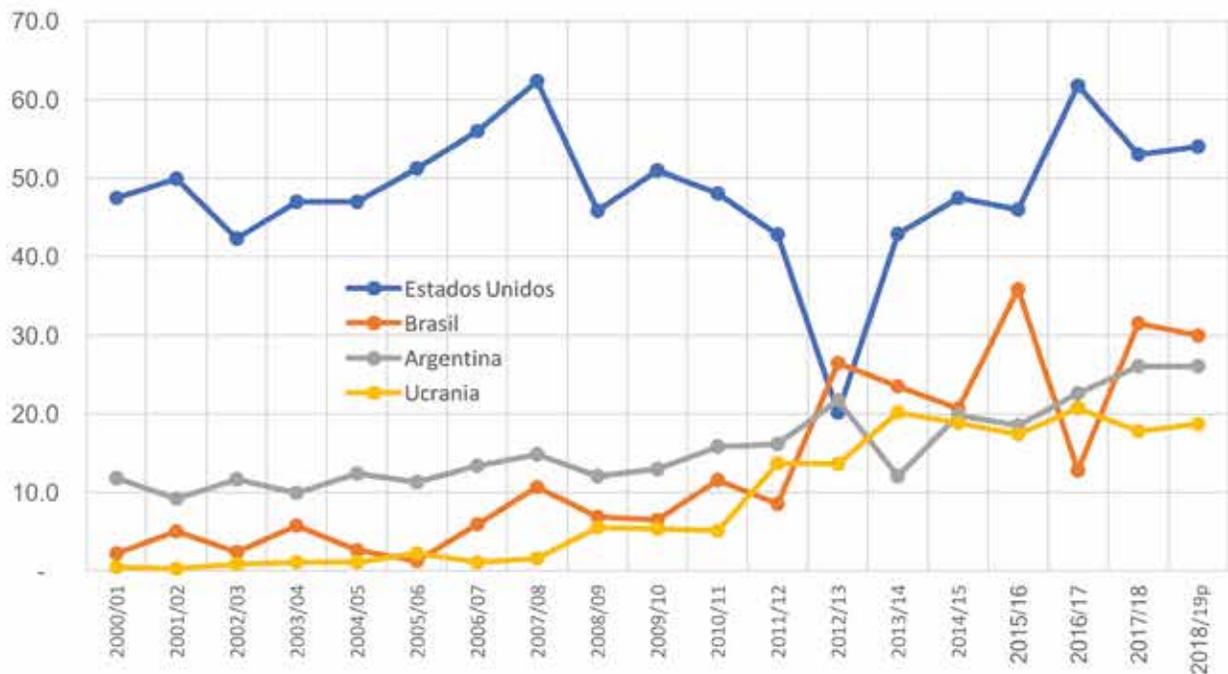


p=proyección
Fuente: FAO-AMIS

El mercado global del maíz está muy concentrado (gráfico 7), cuatro países manejan el 86.5 % de la venta del grano que se estima en 148.7 millones de toneladas para 2018/19. Estados Unidos es el líder con una cuota de 36.3 %, lo sigue Brasil con el 20.2%, luego Argentina con el 17.5% y Ucrania con el 12.6%, por arriba de Rusia, la Unión Europea, Sudáfrica y Canadá. Como cuarto exportador mundial, Ucrania, amenaza con superar a Brasil y Argentina en los próximos años, su frontera agrícola maicera viene creciendo de manera importante.

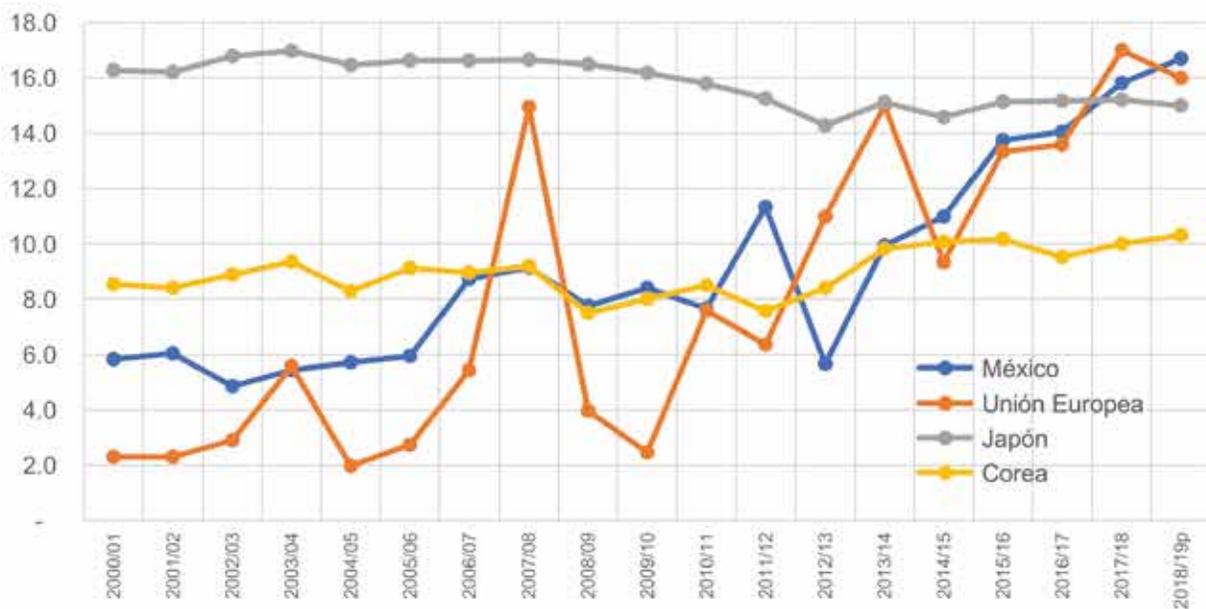
En el caso de las importaciones (grafico 8), hacia 2018/19, México estaría ocupando el primer lugar en el consumo del grano con una compra por 16.7 millones de toneladas, habiendo superado en un primer momento a Corea, luego a Japón, que fue el principal comprador durante muchos años, y a la Unión Europea, respectivamente.

Gráfico 7. Principales países exportadores de maíz
Millones de toneladas



p=proyección
Fuente: FAO-AMIS

Gráfico 8. Principales países importadores de maíz
Millones de toneladas



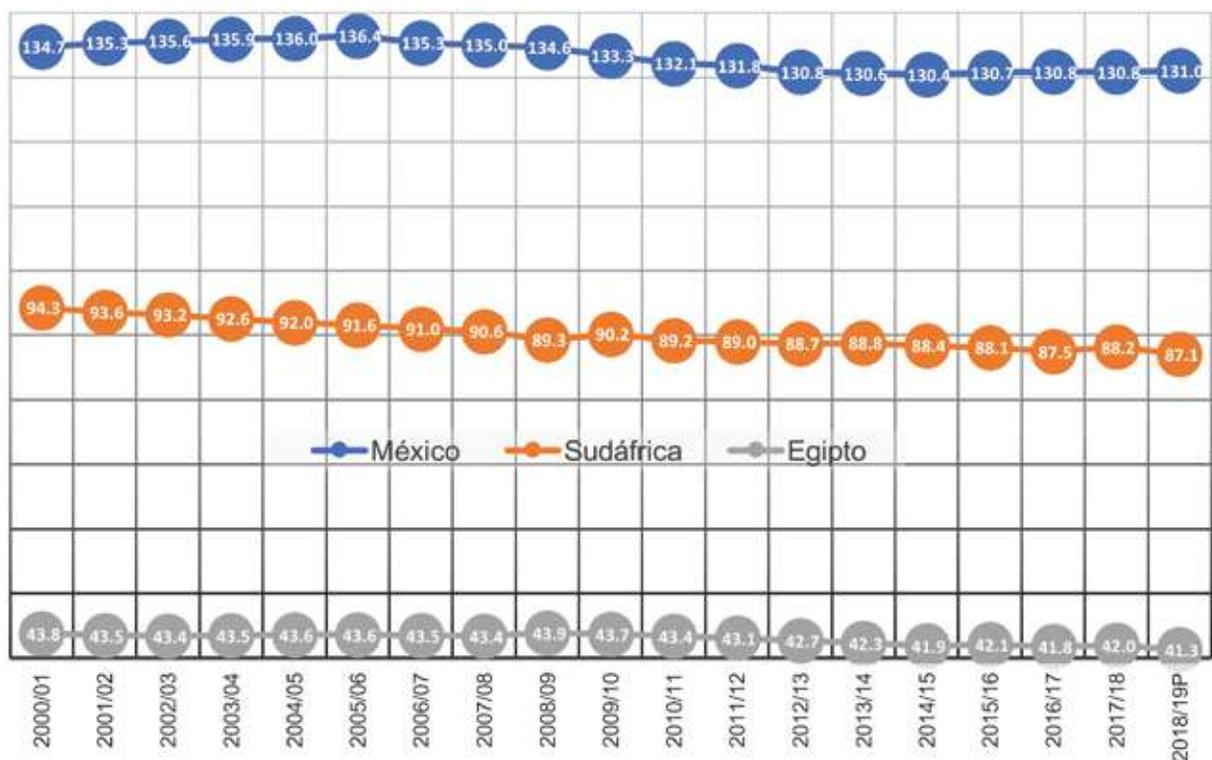
p=proyección
Fuente: FAO-AMIS

El crecimiento vertiginoso de las importaciones mexicanas comienza en el ciclo 2012/13, cuando demanda 5.7 millones de toneladas, actualmente, compra cerca de tres veces más (16.7 millones de toneladas). Es decir, se pasó de una participación en el mercado de 5.6% a 11.2%, exactamente, el doble.

Si bien se reconoce que el maíz es uno de los principales alimentos que se consume a nivel mundial, en lo que va del presente siglo, su uso como alimento per cápita ha crecido a una tasa promedio anual de 0.9%, por debajo del crecimiento de la población que en 2018 se estima en 1.2%. En el ciclo 2000/01, el consumo per cápita de maíz era de 14.8 kilogramo por persona, se proyecta que 2018/19 alcance los 17.5 kilogramo por habitante. El consumo per cápita ha crecido, pero de manera muy lenta.

Se confirma que, a nivel global, México lidera el consumo de maíz per cápita (gráfico 9), seguido lejos por Sudáfrica y Egipto. Sin embargo, lo preocupante es la leve tendencia decreciente que se observa en el largo plazo en los tres países.

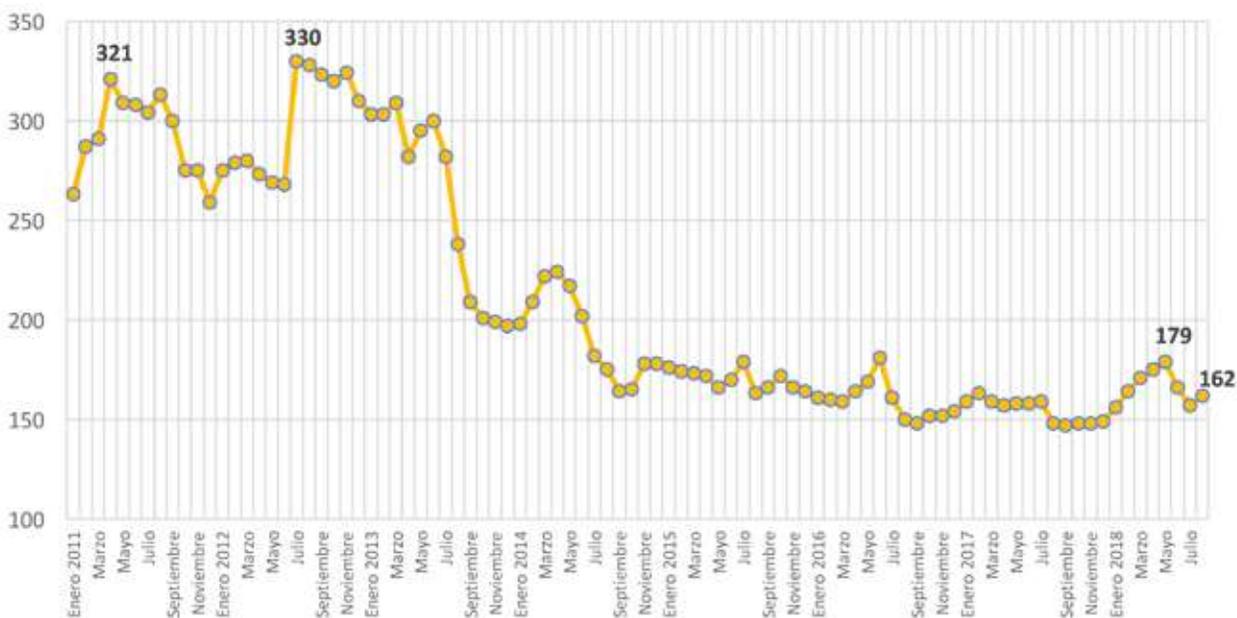
Gráfico 9. Uso del maíz como alimento per cápita
Kilogramos al año



p=proyección
Fuente: FAO-AMIS

Tal como se observa en el gráfico 10, el precio del maíz a agosto de 2018 se ubica a casi la mitad de julio de 2012. En los últimos seis años, el costo de la tonelada de maíz no se ha recuperado y hacia el mediano plazo tampoco se espera un alza importante.

Gráfico 10. Precio del maíz N° 2 amarillo (entregado en el Golfo de Estados Unidos)
Dólares por tonelada



Fuente: Consejo Internacional de Cereales (CIC) y USDA

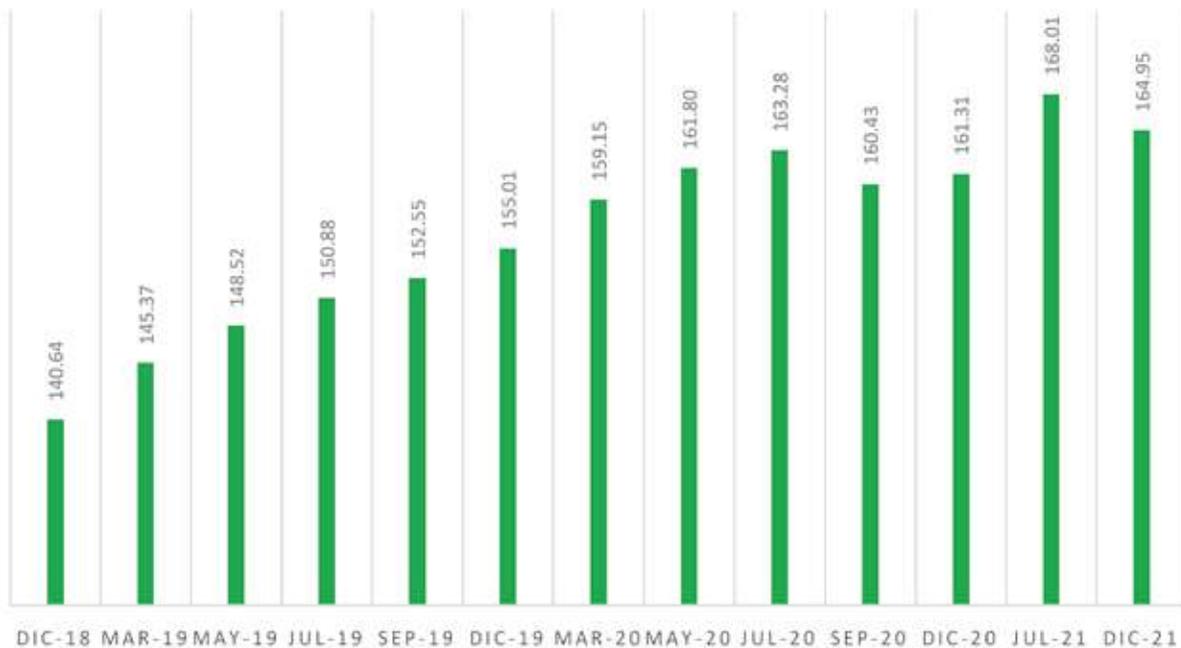
En la bolsa de Chicago los precios del maíz se han mostrado muy volátiles en los últimos años. Han pasado de un rango entre 230 y 300 dólares la tonelada a uno muy inferior entre 150 y 200 dólares. Por ejemplo, en 2014, año de producciones récord en Estados Unidos, con una relación stock/consumo que se incrementó de un 18% hasta 21%, los precios del grano se desplomaron por debajo de los 150 dólares la tonelada, llegando a los mínimos a rozar los 120 dólares.

Las tres cosechas consecutivas de los ciclos 2014/15, 2015/16 y 2016/17, la relación stock/consumo estuvo por encima del 20%, con lo que los precios agotaron los niveles mínimos económicamente aceptables. La campaña 2017/18, proyecta una disminución en la producción de Estados Unidos, China y Brasil y un aumento del consumo global, con lo que la relación stock/consumo se estima que disminuya dos puntos porcentuales y se ubique en 19%. La baja en este indicador, sumado a la inviabilidad de precios inferiores a 140 dólares la tonelada, genera una recuperación de precios que viene a paso lento pero continuo.

Se espera que el mercado entre en un camino alcista en el mediano plazo, siempre y cuando se observe un recorte productivo y/o aumento del consumo por arriba de 20 millones de toneladas y esto se tradujera en una relación stock/consumo de alrededor del 17%.

Sin embargo, hay malas noticias en este rubro. De acuerdo con lo negociado en el mercado de Chicago (gráfico 11), el precio futuro del maíz seguirá manteniéndose bajo y lejos del costo alcanzado a mediados de 2012, fecha en que llegó a cotizarse a 330 dólares la tonelada. Actualmente, se vende a 168.01 dólares para julio de 2021 y 164.95 dólares para diciembre del mismo año.

Gráfico 11. Precio futuro del maíz N° 2 amarillo en el mercado de Chicago
Precios al cierre, dólares por toneladas



Fuente: Thomson Reuters y CMA.

Según los datos de la FAO, los precios internacionales del maíz cayeron fuertemente en junio del 2018. El precio del maíz de referencia de EEUU (N° 2, amarillo, FOB) disminuyó en más del 7% respecto a mayo y se situó en una media de 166 dólares por tonelada, sufriendo el primer declive mensual desde enero de 2018. Además, unas mejores condiciones de las cosechas y los precios más bajos en la mayoría de los mercados de productos básicos, -todo ello unido a las

crecientes disputas comerciales-, contribuyeron a un descenso de los precios del maíz estadounidense. Los precios también cayeron marcadamente en Argentina y Brasil, debido principalmente a la presión de la cosecha, mientras que los precios de exportación más bajos en Ucrania fueron reflejo sobre todo de una menor actividad comercial.

El informe trimestral “perspectivas de cosechas y situación alimentaria” de la FAO, correspondiente a septiembre de 2018, señala que la producción mundial de maíz actualmente se ha reducido ligeramente, a 1,046 millones de toneladas, con destacadas revisiones a la baja en China (continental) -reflejando contracciones en el área cultivada a medida que los agricultores se cambian a cultivos más rentables-, y en Brasil, donde se prevé continúe el clima seco y disminuyan las plantaciones y rendimientos de la cosecha de la segunda temporada.

El reciente repunte de las perspectivas de producción desde julio refleja principalmente mejores perspectivas para el maíz en China (continental), Ucrania y los Estados Unidos de América, donde la mejora del clima ha levantado las previsiones de rendimiento. Los aumentos previstos del producto en estos países compensan con creces las reducciones en las previsiones para la Unión Europea y la Federación de Rusia, donde los déficits de humedad han frenado las expectativas de rendimiento, afirma el informe de la FAO.

I.2. Dinámica de la producción de maíz en México

El maíz, en el caso de México, es un grano muy noble y se adapta a diferentes suelos, altitudes, temperaturas y disponibilidad de agua. En la sierra existen variedades de maíz que crecen en las zonas altas y también existen variedades para suelos pantanosos o zonas semidesérticas; si bien algunas de éstas variedades no son muy productivas, han permitido la sobrevivencia de la población local.

Actualmente, la superficie sembrada de maíz en sus distintas variedades es de 8.1 millones de hectáreas; el 85.3% corresponde a grano blanco, 7.3% a forrajero y 7.0% a grano amarillo (tabla 2). También, pero a menor escala, se siembran maíces de color (0.3%), azul (0.1%), pozolero (0.1%) y palomero que, de mantener su tendencia, dicho cultivo desaparecería dentro de pocos años.

La producción total de maíz asciende a 44.4 millones de toneladas, de las cuales el 55.2% corresponde a grano blanco, el 37.5% a forrajero y 7.0% a grano amarillo. Es poca significativa la producción de maíces de color, pozolero, azul y palomero.

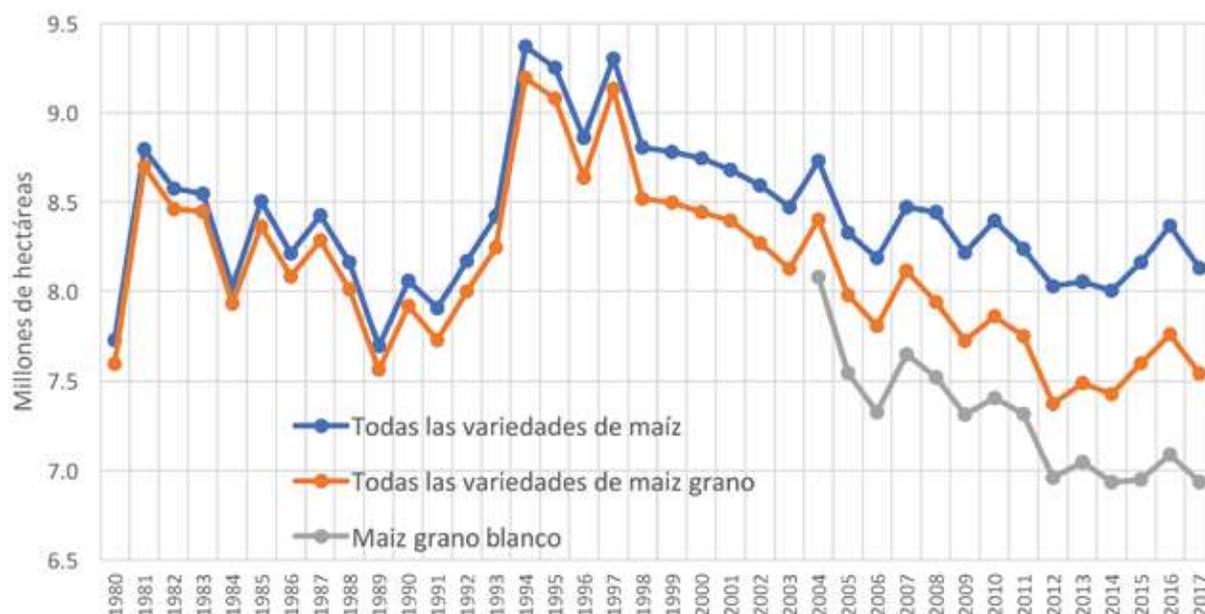
Tabla 2. México: producción de diferentes variedades de maíz, 2017

Maíz	Superficie Sembrada (Ha)	Participación	Superficie Cosechada (Ha)	Participación	Producción (Ton)	Participación	Rendimiento Obtenido (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)
Forrajero	590,780.7	7.3%	588,471.0	7.4%	16,669,014.1	37.5%	28.3	575.7
Grano amarillo	565,204.0	7.0%	560,649.5	7.1%	3,111,339.3	7.0%	5.6	3,417.4
Grano azul	7,192.3	0.1%	7,192.3	0.1%	10,774.4	0.0%	1.5	4,153.9
Grano blanco	6,935,640.8	85.3%	6,727,134.6	85.0%	24,547,635.2	55.2%	3.7	3,632.5
Grano de color	24,790.3	0.3%	24,410.3	0.3%	60,901.3	0.1%	2.5	3,741.9
Grano pozolero	8,114.8	0.1%	8,114.8	0.1%	31,830.7	0.1%	3.9	4,148.6
Palomero	177.5	0.0%	177.5	0.0%	722.4	0.0%	4.1	6,500.0
Total	8,131,900.3	100.0%	7,916,149.9	100.0%	44,432,217.4	100.0%		

Fuente: SIACON-SIAP.

Pero lo preocupante en el cultivo del maíz en México, es que la frontera agrícola, representada por la superficie sembrada, en lugar de incrementarse como es lo deseado, desde mediados de los noventa (gráfico 12), ha comenzado a disminuir de manera preocupante.

Gráfico 12. México. Superficie sembrada de maíz



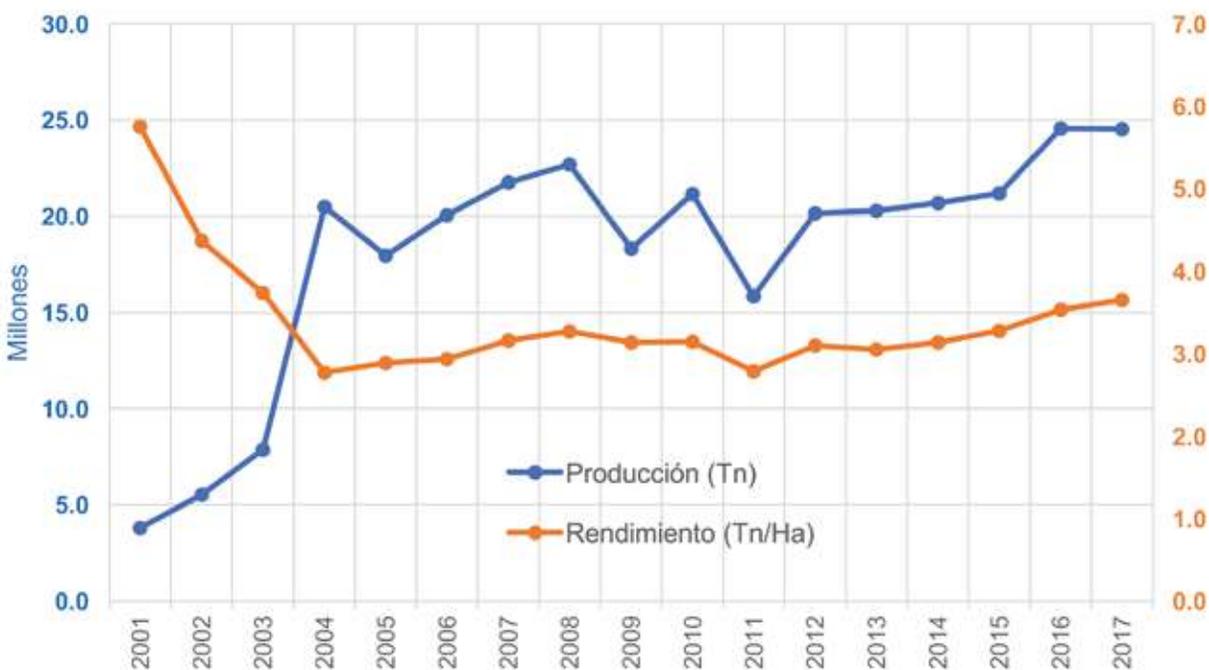
Fuente: SIACON-SIAP

La superficie sembrada hoy de todas las variedades de maíz representa el 86.8% de lo cultivado en 1994, cuando se registró el máximo histórico (9.3 millones de hectáreas); en el caso de todas

las variedades de maíz grano sembrado es el 82.0% del nivel récord de 1994 (9.2 millones de hectárea). Actualmente, los sembradíos de maíz grano blanco es el 85.8% en relación del 2004 cuando registro un cultivo de 8.1 millones de hectáreas.

Como consecuencia de una cada vez menor sembradío de maíz, la producción mantiene un lento crecimiento, impulsado por un leve incremento en el rendimiento. Un claro ejemplo de esta situación es lo que ocurre en el maíz grano blanco (gráfico 13). De acuerdo con información del SIACON, a comienzo del presente siglo se tuvo rendimiento promedio de casi 6 toneladas por hectárea, actualmente, es de 3.6 toneladas. La producción, en los últimos años, se ha mantenido en un rango de entre 20 y 25 millones de toneladas. Urge fomentar una mayor producción de maíz.

Gráfico 13. México. Producción y rendimiento de maíz grano blanco



Fuente: SIACON-SIAP

Los estudios de prospectiva también indican una situación complicada en la producción y consumo del maíz. La SAGARPA ha estimado el comportamiento de la producción y el consumo, tanto del maíz grano blanco y amarillo hacia el 2030. Según este ejercicio (tabla 3), el crecimiento acumulado de la producción potencial, la deseable y el consumo nacional del grano blanco entre 2003-2016, llega a tasas de tres dígitos; de igual forma, en el mismo periodo, lo hace la producción y el consumo nacional de grano amarillo (SAGARPA, 2017).

Sin embargo, hacia 2030, el comportamiento es totalmente distinto. La producción potencial de maíz blanco se proyecta un crecimiento acumulado de 74.3%, en cambio, la producción deseable disminuye en -6.9% y el consumo nacional cae en -3.4%. Se estima un crecimiento promedio anual negativo y menor al 1%.

En el caso del maíz amarillo, los pronósticos son más favorables. Hacia 2030, se espera un crecimiento acumulado de la producción de 38.4% y del consumo de 56.9%, lo cual nos indica que la oferta no alcanzará a la demanda y se seguirá comprando en el exterior. Quizás la brecha tenderá a ser menor.

Tabla 3. Estimaciones de producción y consumo de maíz blanco y amarillo

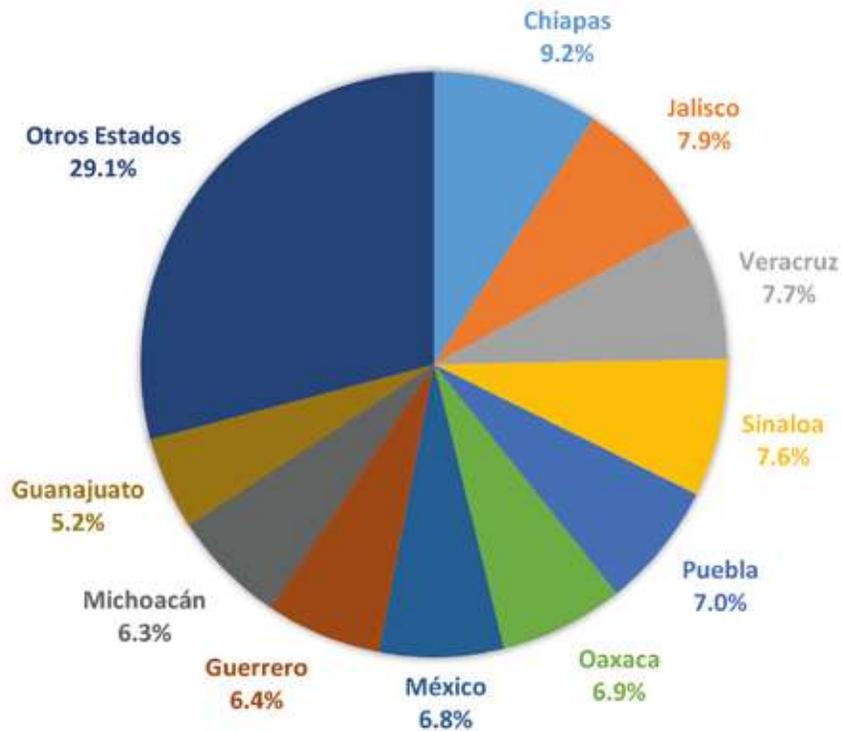
Conceptos/Periodo	Estimaciones (millones de toneladas)				Crecimiento Acumulado				Crecimiento Promedio Anual	
	2016	2018	2024	2030	2003-2016	2016-2018	2016-2024	2016-2030	2003-2016	2016-2030
Maíz blanco										
Producción potencial	24.56	27.17	34.99	42.82	211.5%	10.6%	28.8%	74.3%	9.1%	4.1%
Producción deseable	24.54	24.31	23.58	22.86	211.5%	-1.0%	-3.0%	-6.9%	9.1%	-0.5%
Consumo nacional	23.68	23.53	23.11	22.86	189.4%	-0.6%	-1.7%	-3.4%	8.5%	-0.3%
Maíz amarillo										
Producción	3.56	3.75	4.34	4.92	462.9%	5.5%	15.6%	38.4%	14.2%	2.4%
Consumo nacional	14.84	15.83	19.19	23.24	146.0%	6.6%	21.3%	56.9%	7.2%	3.3%

Fuente: Planeación agrícola nacional 2017-2030. SAGARPA.

Geográficamente el maíz se siembra en los 32 Estados de la república mexicana y se cultiva en 2,342 municipios de los 2,458 que existen en el país. Es decir, en el 95.3% del territorio municipal se produce maíz.

En el 2017, se sembraron 7.5 millones de hectáreas de maíz grano (gráfico 15), de los cuales el 94.3% es maíz blanco (en su mayoría híbridos mejorados), el 4.9% maíz amarillo y el 0.8% son de maíces de otros colores. El 70.9% de la siembra se concentra en diez Estados, destacando Chiapas con el 9.2%, Jalisco con el 7.9%, Veracruz con el 7.7%, Sinaloa con el 7.6% y Puebla con el 7.0%.

Gráfico 14. México: superficie sembrada de maíz grano 2017

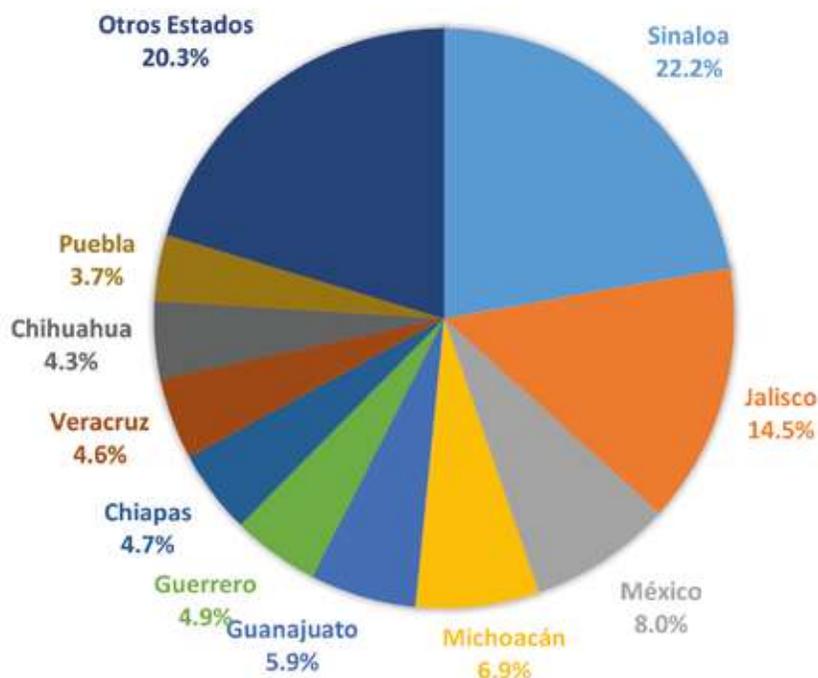


Fuente: SIACON, SIAP.

En tanto la producción de maíz grano en 2017, alcanzó las 27.8 millones de toneladas. Diez Estados concentran el 79.7%, destacando Sinaloa como el principal productor con una participación de 22.2%, seguido de Jalisco con 14.5%, en tercera posición el Estado de México con el 8.0% y en cuarto lugar Michoacán con 6.9% (gráfico 16). Estos cuatros Estados producen conjuntamente, más de la mitad de la producción (51.6%).

A nivel municipal, tenemos que los diez principales productores de maíz grano acaparan el 23.6% de la producción nacional (tabla 4), destacando los municipios norteños de Guasave, Culiacán, Ahome, Navolato, Angostura y Sinaloa como los de mayor producción, pues concentran cerca de la quinta parte de lo que se produce en el país (19.2%). Es importante destacar que, en estos municipios, el rendimiento por hectárea alcanza entre 10 y 12 toneladas, cerca de 4 veces el promedio nacional. En el caso de la siembra de maíz grano, también destacan los municipios sinaloenses de Guasave, Culiacán, Ahome y Navolato donde se cultiva el 5.0% del total nacional.

Gráfico 15. México: Producción de maíz grano, 2017



Fuente: SIACON, SIAP.

Tabla 4. Principales Municipios productores de maíz grano, 2017

N°	Estados	Municipio	Superficie Sembrada (hectáreas)	Participación	Estados	Municipios	Producción (Toneladas)	Participación
1	Sinaloa	Guasave	123,736.6	1.6%	Sinaloa	Guasave	1,401,172.8	5.0%
2	Sinaloa	Culliacán	101,338.7	1.3%	Sinaloa	Culliacán	1,080,056.1	3.9%
3	Sinaloa	Ahome	80,698.3	1.1%	Sinaloa	Ahome	946,375.2	3.4%
4	Sinaloa	Navolato	76,914.5	1.0%	Sinaloa	Navolato	841,165.1	3.0%
5	Campeche	Hopelchén	55,870.0	0.7%	Sinaloa	Angostura	599,743.4	2.2%
6	Sinaloa	Angostura	53,099.9	0.7%	Sinaloa	Sinaloa	475,608.3	1.7%
7	Sinaloa	Sinaloa	47,203.1	0.6%	Chihuahua	Cuahtémoc	400,159.0	1.4%
8	Chiapas	Ocosingo	44,525.0	0.6%	Chihuahua	Namiquipa	276,148.8	1.0%
9	Chihuahua	Cuahtémoc	44,350.0	0.6%	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	272,999.0	1.0%
10	Chiapas	Palenque	41,659.0	0.6%	Jalisco	La Barca	270,459.0	1.0%
		Otros Municipios	6,871,547.0	91.2%		Otros Municipios	21,469,053.3	76.4%
		Total	7,540,942.1	100.0%		Total	27,762,480.9	100.0%

Fuente: SIACON, SIAP.

En los últimos años agrícolas la oferta de maíz grano ha superado el consumo, lo cual provocó la acumulación de inventarios habiendo fluctuado, en los últimos cuatro años, entre los 2.9 y los

5.8 millones de toneladas, de los cuales, en promedio, el 44.4% correspondió a maíz blanco y el 55.6% a amarillo.

Tal como se observa en la tabla 5, y de acuerdo con lo estimado a agosto de 2018, en el caso del maíz blanco, se ha importado cerca de un millón de toneladas y la producción nacional representa el 88.8% de la oferta del grano; por el lado de la demanda, tenemos que el 51.6% se destina al consumo humano, principalmente para la elaboración de tortillas, el 20.7% al autoconsumo y el 19.2% al consumo pecuario.

Tabla 5. Oferta y demanda de maíz blanco
Miles de toneladas

Periodo	Oferta				Demanda							Inventario final
	Total	Inventario inicial	Producción	Importaciones	Total	Exportaciones	Consumo humano	Auto-consumo	Consumo pecuario	Semilla para siembra	Mermas	
Oct14/Sep15	24,782	1,647	22,255	880	22,939	747	12,096	4,858	4,156	184	898	1,843
Oct15/Sep16	25,207	1,843	22,335	1028	23,678	1499	12,399	4,266	4,440	170	904	1,528
Oct16/Sep17	26,979	1,528	24,468	983	24,873	1,486	12,659	5,002	4,542	161	1,023	2,106
Agosto 2018 e/	27,453	2,106	24,384	963	25,074	950	12,937	5,186	4,815	167	1,019	2,379
Oct18/Sep19 p/	28,033	2,379	24,691	963	25,611	1,000	13,196	5,252	4,959	172	1,032	2,423

e/ estimado

p/ proyección

Fuente: SAGARPA/SIAP/ASERCA, SE y SHCP/SAT/AGA.

En lo que corresponde al maíz amarillo (tabla 6), en agosto de 2018, se estimaba una compra del exterior (Estados Unidos), de cerca de 15 millones de toneladas (70.5%) mientras que la producción nacional era de 3.2 millones (15.0%). El 77.6% del grano tuvo como destino el consumo pecuario, principalmente, para el sector porcícola y avícola, y el 15.9% a la industria almidonera (féculas). Los datos de la SAGARPA también nos dicen que la demanda del grano amarillo viene aumentando año a año.

Tabla 6. Oferta y demanda de maíz amarillo
Miles de toneladas

Periodo	Oferta				Demanda							Inventario final	
	Total	Inventario inicial	Producción	Importaciones	Total	Exportaciones	Consumo humano	Auto-consumo	Consumo pecuario	Industria almidonera	Semilla para siembra		Mermas
Oct14/Sep15	14,597	1,425	3,051	10,121	13,511	8	339	270	10,169	2,496	11	218	1,086
Oct15/Sep16	17,514	1,086	3,545	12,883	14,843	35	348	324	11,206	2,650	12	268	2,670
Oct16/Sep17	19,442	2,670	3,135	13,637	16,360	6	352	324	12,655	2,743	13	266	3,082
Agosto 2018 e/	21,256	3,082	3,186	14,988	17,795	5	378	478	13,807	2,831	14	282	3,461
Oct18/Sep19 p/	22,015	3,461	3,416	15,138	18,595	6	386	512	14,497	2,887	14	293	3,420

e/ estimado

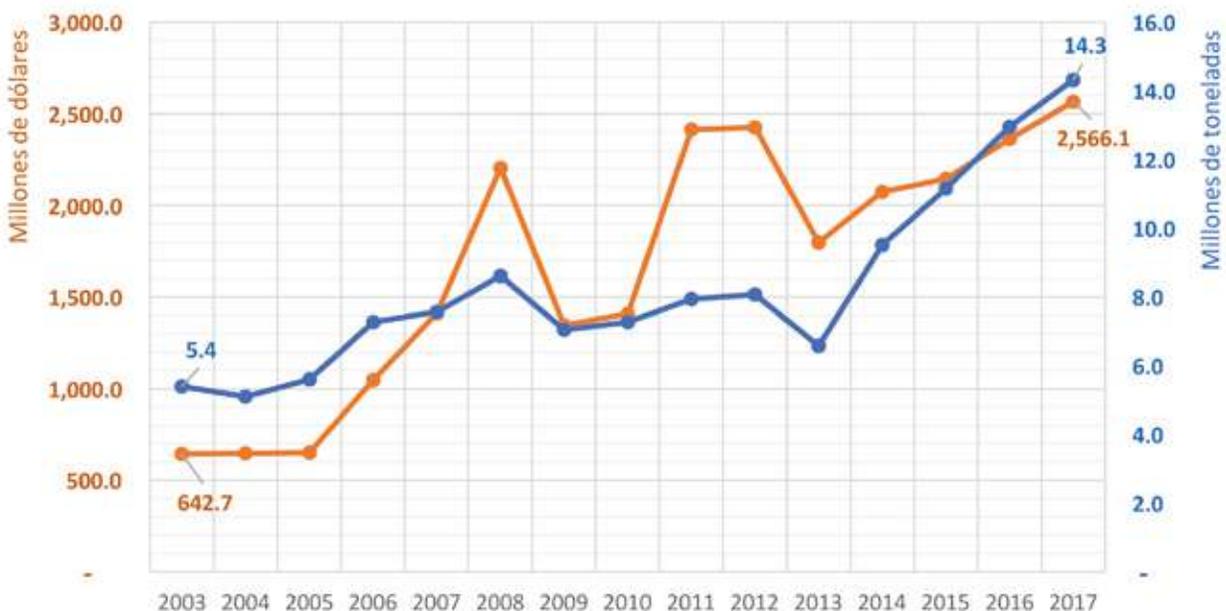
p/ proyección

Fuente: SAGARPA/SIAP/ASERCA, SE y SHCP/SAT/AGA.

México, es el principal país importador de maíz de color Amarillo en el mundo. Según el SIAVI (Sistema de Información Arancelaria Vía Internet) de la Secretaría de Economía, en el 2017, se compró 14.3 millones de toneladas (Gráfico 16), y la FAO estima que en el ciclo de 2018/19 se llegue a demandar del exterior 16.7 millones ocupando el primer lugar a nivel mundial, superando a la Unión Europea y Japón.

La compra de maíz Amarillo muestra una clara tendencia creciente en el largo plazo. En 2003 se adquiría 5.4 millones de toneladas, actualmente es tres veces más. El principal proveedor es Estados Unidos.

Gráfico 16. México: importaciones de maíz amarillo



Fuente: SIAVI

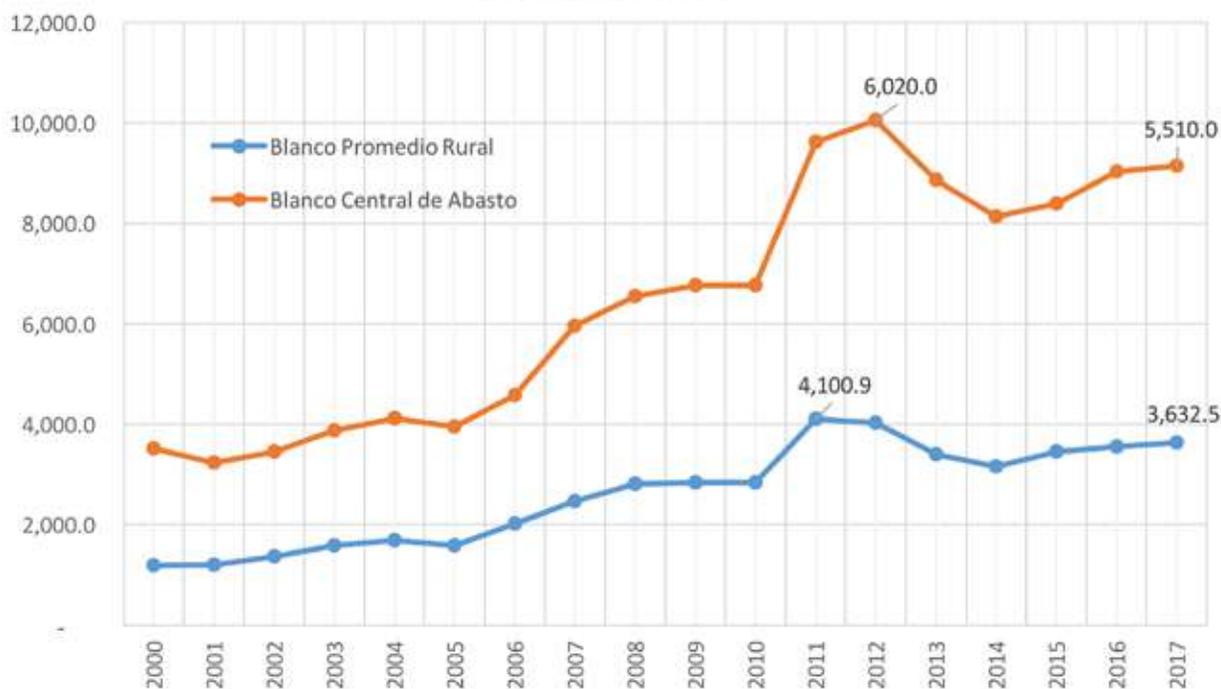
En términos de divisas, para la economía mexicana, significó una salida de 2,566 millones de dólares en 2017 (gráfico 16), cantidad cuatro veces más de lo que se pagaba en 2003. Este significativo incremento se debe al incremento y la volatilidad en los precios en los mercados internacionales.

En el caso de México, el precio es influenciado por la oferta, la demanda y las perspectivas de los precios internacionales. El precio pagado al productor de maíz grano se incrementó considerablemente a partir de 2010 y hasta mediados de 2012 (gráfico 17), cuando la disponibilidad del grano en el mercado nacional disminuyó ante la sequía que hubo en

prácticamente todo el país. A partir del segundo semestre de 2012, se observa una tendencia a la baja en el precio ante la recuperación de la producción y la disponibilidad del grano en el mercado nacional e internacional. Esta tendencia comenzó a revertirse lentamente desde 2014 y al cierre de 2017 se encuentra todavía muy por debajo de los 4,100.9 pesos por toneladas que se pagaba hace tres años.

El gráfico 17, también nos indica el diferencial que existe entre el precio que se paga al productor a pie de milpa y el precio al mayoreo del maíz blanco en las principales centrales abastos del país. El diferencial, es el margen de ganancia que obtienen los intermediarios en el proceso de comercialización que en algunos momentos llegó a ser casi el 50.0% y en los últimos años ronda el 35.0% (gráfico 18). Aunque existen estimaciones que del precio al consumidor, el productor recibe en promedio un 40.0% y el 60.0% se queda en manos de los comerciantes.

Gráfico 17. México: Precio de maíz blanco promedio rural y promedio en la Central de Abasto¹⁰
Pesos por toneladas



Fuente: Elaborado en base a información del SIACON-SIAP y SNIIM-SE.

El diferencial entre el precio promedio rural a pie de milpa y la media al mayoreo que pagan los comerciantes de las principales centrales de abastos del país, nos da una idea, un aproximado,

¹⁰ El Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), registra los precios de las centrales de abastos en pesos por kilogramos, para efecto de comparación se tuvo que convertir el precio en toneladas.

de quien se queda con la mayor parte de la utilidad en la producción de maíz. Si bien se observa en el gráfico 18, que el margen se ha reducido, muchos expertos lo consideran muy elevado y en detrimento del productor.

Gráfico 18. México: margen de ganancia de los intermediarios en el proceso de comercialización de maíz blanco



Fuente: Elaborado en base a información del SIACON-SIAP y SNIIM-SE.

A los productores de maíz, se le puede clasificar en tres tipos (tabla 7), los pequeños, en gran parte sus terrenos son ejidales, con áreas muy pequeñas de cultivo, lo que no permite mecanizar las milpas y es una de las razones de rendimientos muy bajos. Siembran maíz, principalmente, para el autoconsumo.

En el caso de los medianos, estos tienen extensiones más grandes para cultivar el maíz, utilizan paquetes tecnológicos, su producción tiene como destino los mercados locales y, en cambio, los grandes, mecanizan y modernizan el cultivo, representan cerca de la mitad de la producción de maíz, tienen rendimientos muy superiores a la media nacional y, gran parte, de producción van a los mercados regionales y nacional.

Tabla 7. Principales características de los productores de maíz en México, 2015

Productores	Características
Pequeños	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son en su mayoría ejidales. ▪ Se estima en 2.2 millones de agricultores que representa el 69.8% del total de productores de maíz. ▪ El área promedio de siembra es de 0.7 hectáreas por agricultor. ▪ La cosecha asciende a 1.7 millones de hectárea y representa el 23.0% del total. ▪ El 52.0% de la producción se destina al autoconsumo.
Medianos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se calcula en 800 mil productores los que se dedican a cultivar el grano, que representa el 25.4% del total de productores. ▪ El área promedio de cultivo asciende a 3.2 hectáreas por agricultor. ▪ Generan el 35.0% de la cosecha que equivale a 2.5 millones de hectáreas. ▪ El 13.6% de su producción se destina al autoconsumo.
Grandes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son unos 150 mil productores, representa el 4.8% del total de agricultores involucrados en la siembra del grano. ▪ En promedio, cultivan de 20.4 hectáreas por productor. ▪ Poseen el 42.0% del área cosechada, que significa una extensión de 3.1 millones de hectáreas.

Fuente: Elaborado con información de SAGARPA.

La producción de maíz se da en prácticamente todos los meses del año, pero presenta una marcada estacionalidad; el 62.5% de la producción se obtiene en los periodos de noviembre-enero, mientras que un 17.3% entre mayo y junio; y el 20.2% en los siete meses restantes.

Al igual que la producción nacional, el consumo doméstico de maíz en grano presenta una tendencia creciente durante los últimos tres años comerciales. De acuerdo con los datos oficiales, durante 2014, el consumo de maíz grano creció en 18.7% alcanzando los 33.6 millones de toneladas; en 2015, lo hizo en 5.8% y ascendió a 35.6 millones de toneladas. Según las proyecciones de la SAGARPA espera que el consumo de maíz crezca en 21.3% entre 2016 y 2024 y en 56.9% entre 2016 y 2030.

La generación de empleo en la industria alimentaria de México asociada al maíz representa el 31.0% del total de las personas que se vinculan a la producción de alimentos industrializados, generando cerca de 200,000 empleos directos en los diversos subsectores, como la producción de harina de maíz; la elaboración de fécula, almidones y derivados; la fabricación de cereales para desayuno; la elaboración de tortillas y molienda de nixtamal; así como la producción de botanas.

En México se siembra maíz durante todos los meses del año; la forma de siembra y la cantidad de semilla utilizada por hectárea, es el resultante de una conjugación de la variedad, el período

de crecimiento, la humedad disponible y la fertilidad del suelo. Se estiman poblaciones desde 25 mil a 80 mil plantas por hectárea.

En los pequeños productores la autoproducción de semilla es normal, así como la práctica de sembrar en una misma área diversas variedades de maíz y de diferentes colores, para proteger la plantación de posibles siniestros climáticos o sanitarios; además combinan técnicas de producción prehispánicas, coloniales y modernas, aplicando algunos bioinsumos (fertilizantes orgánicos) e insumos convencionales como fertilizantes y agroquímicos.

La producción de maíz para subsistencia está relativamente aislada de las variaciones de los precios de mercado, lo cual le otorga gran resiliencia al sector y es la razón principal por la que estos productores no han tenido mayores efectos ante la apertura comercial. Si la apertura no representó una amenaza, el comportamiento de los precios seguramente tampoco tiene un efecto importante.

El maíz se puede utilizar o consumir en diferentes formas, sólo en México se han identificado al menos 600 formas de preparar el maíz en la alimentación partiendo de las mazorcas tiernas (elote) o del grano maduro, además de la elaboración de artesanías, el uso de la hoja para la producción de tamales.

Dentro de los principales usos alimenticios se encuentran los siguientes:

- El maíz en grano se puede transformar en harina o en maíz nixtamalizado (grano cocido con cal).
- El maíz nixtamalizado se puede transformar en masa para la elaboración de tortillas, tacos, tamales, panuchos, molotes, quesadillas, sopes, chalupas, tostadas, tlacoyos, huaraches, memelas, peneques, picadas, enchiladas, chilaquiles, salbutes, tecocos, tecoyotes, bolitas de masa y mole amarillo.
- El grano entero se usa en sopas como el pozole, para la industria de palomitas, para la producción de harinas y en la elaboración de alimentos balanceados para animales (maíz amarillo)
- La harina de maíz se usa a nivel industrial y doméstico para producir: tortillas, bebidas como el pozol, tejate, taxcalate, pinole y una gran variedad de atoles.
- El maíz fermentado se usa en bebidas como el tegüino, chicha y tepache.

CAPÍTULO II: EL MAÍZ NATIVO O CRIOLLO DE MÉXICO

México, es centro de origen, domesticación y diversificación del maíz y cuenta con una cultura milenaria asociada al cultivo de este grano el cual es muy bondadoso y constituye la base del desarrollo de su civilización. Se siembra bajo una diversidad de factores durante todos los meses del año; se encuentra en un amplio rango de altitudes y variaciones climáticas. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3,400 metros de altura; en zonas con escasa precipitación y humedad disponible; en regiones templadas; en las faldas de las altas montañas; en ambientes muy cálidos y húmedos; en zonas con escasa profundidad del suelo; en laderas pronunciadas; en suelos de baja fertilidad o en amplios valles fértiles; en diferentes épocas del año; con diversas densidades de plantas por hectárea; con distintos tipos de riego y bajo múltiples sistemas de manejo y paquete tecnológico. Todo lo anterior gracias a la gran diversidad de razas que han sido seleccionadas por diversos grupos indígenas y pueblos mestizos por alrededor de 10,000 años.

Se ha adaptado a una gran diversidad de climas, así como a plagas y enfermedades; con ciclos de cultivo que van de 3 a 13 meses; se tienen variedades enanas de 0.70 metros hasta de 5 metros de altura; existen con mazorcas minúsculas como los palomeros o el arrocillo amarillo, hasta variedades gigantes de 50 a 70 centímetros, como el criollo de Jala, Estado de Nayarit; se tiene también de mazorcas desde 8 hileras de granos hasta de 20 (Flores et. al., 2007).

Asimismo, según Flores et. al (2007), se cultivan granos blancos, amarillos, azules, rojos, morados, negros, pintos, etc., variedades cuateras y triateras (2 o 3 mazorcas por planta), gemelas (2 o 3 mazorcas con el mismo raquis o punto de unión a la planta). También hay plantas ahijadoras, con dos o más tallos secundarios que en ocasiones producen mazorcas. Se cuenta con variedades de granos de maíz grandes y otros pequeños y van desde harinosos hasta cristalinos.

El maíz es parte de la historia de México desde hace diez mil años, cuando los grupos que habitaban lo que hoy es Mesoamérica empezaron a domesticar y diversificar plantas dentro de un modelo productivo conocido como “milpa”, que dieron lugar al maíz, y junto con éste a la triada que complementan el frijol y la calabaza.

De ese tiempo a la fecha, los mexicanos han producido más de 100 razas diferentes de maíz, así como un sistema agrícola que lo mismo funciona en las llanuras costeras, que en la península de Yucatán y en la Meseta Central, a nivel del mar o en el semi-desierto queretano.

La milpa es una antigua técnica de cultivo empleada por los indígenas en Mesoamérica y que aún siguen realizando muchos campesinos, especialmente en algunas regiones de México. El principal beneficio de la milpa es la obtención de una diversidad de alimentos vegetales que permiten satisfacer las necesidades básicas alimenticias de manera balanceada.

La milpa es una técnica de cultivo que no agota o fatiga a los suelos, ya que, tanto el maíz, como los frijoles y las calabazas complementan los nutrientes necesarios para mantener en buen estado la tierra. Esto hace que la milpa sea muy productiva e, incluso, ecológica porque no necesita de productos químicos ni de grandes maquinarias durante la actividad agrícola, aunque se hayan modificado algunas de sus técnicas ancestrales. Por ello, en la milpa se pueden cosechar diversos vegetales, más allá del maíz, los frijoles y la calabaza, por lo que también se pueden sumar el tomate, el quelite y el chile, entre otros.

Asimismo, la milpa también se caracteriza por formar un rico y diverso ecosistema desarrollado en una pequeña porción de tierra, en el cual crecen plantas y se cosechan vegetales que se sustentan los nutrientes del suelo y que intercambian entre las plantas y donde interactúan un gran número de insectos que actúan en la polinización y controlan las plagas. Por ende, desde la antigüedad prehispánica, la milpa es una técnica de cultivo ecológico que posibilita el equilibrio de la vida natural y la producción de alimentos.

No existe un solo tipo de milpa, depende de las características de suelo, clima, de las especies disponibles, de las tradiciones y saberes locales, así como de los gustos y necesidades tanto culinarias como alimenticias del campesino. De acuerdo con estas características, cada milpa tiene particularidades propias, por lo que no hay una milpa sino muchas.

II.1. Importancia y oportunidades del maíz criollo

De acuerdo con las estadísticas oficiales, en México, se tiene el registro de dos Estados donde se cultiva maíz azul: Chihuahua y Puebla. Destaca tanto por la superficie sembrada como por el

volumen de producción el norteño Estado fronterizo de Chihuahua, en tanto Puebla sobresale por los niveles de rendimiento (tabla 8).

Cerca del 99.0% de la superficie sembrada se realiza en Chihuahua, mientras que, en 2017, Puebla comenzó a incrementar su cultivo llegando a significar un 4.7%, lo cual se tradujo en significar el 13.0% de la producción de maíz azul. En términos de rendimiento, en Puebla esta entre 4 y 5 toneladas por hectárea, en tanto, Chihuahua no alcanza las dos toneladas.

Cabe aclarar, que existen otras entidades federativas en México donde también se produce de manera importante el maíz azul que no se ve reflejada en las estadísticas oficiales, es el caso del Estado de México, Tlaxcala, entre otros.

Tabla 8. México: principales indicadores del cultivo de maíz azul

Estados	Años	Superficie Sembrada (Ha)	Producción (Tn)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Promedio Rural (Pesos por Ton.)
Chihuahua	2015	7,350.0	12,419.0	1.7	3,800.0
	2016	9,284.0	13,779.9	1.5	3,415.2
	2017	6,855.0	9,377.5	1.4	4,068.3
Puebla	2015	109.3	497.1	4.6	4,487.7
	2016	129.8	612.3	4.7	4,053.4
	2017	337.3	1,396.9	4.1	4,728.1

Fuente: SIACON-SIAP

En el maíz de colores, las cifras oficiales nos indican que se cultiva en seis Estado (tabla 9). Destacan por la superficie sembrada y los niveles de producción el Estado de México y Chiapas, quienes siembran conjuntamente el 77.0% del total y producen 70.9% de la producción de maíz de colores (tabla 9). En términos de rendimiento, destaca Michoacán (4.1 toneladas por hectáreas), seguido del Estado de México (3.5) y Guerrero (3.4).

Evidentemente, también se sabe que existen otras entidades en donde se sabe y es público que se siembran y cosechan maíz de colores, pero oficialmente, el SIAP no lo registra en dentro de su base estadística. Es el caso de Tlaxcala, por ejemplo.

Tabla 9. México: Principales indicadores del cultivo de maíz de colores, 2017

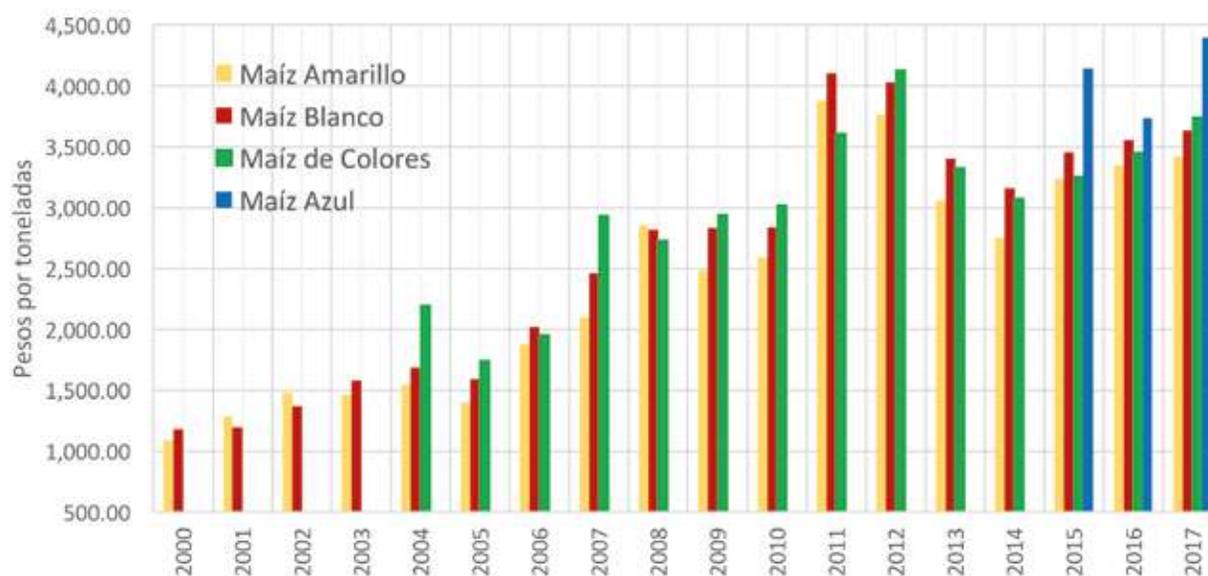
Estados	Superficie Sembrada (Ha)	Estados	Producción (Ton)	Estados	Rendimiento (Ton/Ha)	Estados	Precio Promedio Rural (Pesos/Ton)
México	11,086.3	México	37,265.2	Michoacán	4.1	Guerrero	4,118.5
Chiapas	8,019.0	Chiapas	11,989.5	México	3.5	México	3,868.0
Jalisco	2,020.0	Michoacán	4,087.2	Guerrero	3.4	Jalisco	3,550.0
Puebla	1,597.5	Guerrero	3,651.5	Puebla	1.7	Chiapas	3,456.1

Guerrero	1,075.5	Puebla	2,695.8	Chiapas	1.5	Michoacán	3,387.8
Michoacán	992.0	Jalisco	1,212.0	Jalisco	0.6	Puebla	3,384.1
Total	24,790.3	Total	60,901.3	Promedio	2.5	Promedio	3,627.4

Fuente: SIACON-SIAP

Por el lado de los precios, en términos generales y de acuerdo con las cifras oficiales, se cotizan mejor los maíces de colores y los azules (gráfico 19). En el 2017, El precio a pie de milpa de los maíces azules y de colores estuvieron por encima del maíz amarillo y blanco. El grano azul se vendía 21.1% más que el maíz blanco y 28.7% por encima que el maíz amarillo.

Gráfico 19. México: precios de las principales variedades de maíces



Fuente: SIACON-SIAP

En maíz nativo en México, según estadísticas de la SAGARPA (tabla 10), representa el 0.8% del total de hectárea sembrada de maíz en el país; es decir, unas 60 mil hectáreas. En términos de volumen de producción significa el 0.5%, unas 110 mil toneladas métricas. De los 35.6 millones de toneladas de maíz grano que se consume en el país, el maíz nativo solo alcanza el 0.3% y la mayor cantidad se destina al autoconsumo vía la elaboración de tortillas, aunque también se utiliza en múltiples platillos tradicionales, principalmente, en las zonas rurales del país.

Del consumo total, según la SAGARPA, el 63.7% corresponde a maíz blanco, el 36.0% a maíz amarillo y cerca del 0.3% a maíz de colores. El consumo per-cápita del maíz en grano de los últimos 10 años oscila entre 140 y 150 kilogramos por personas.

Tabla 10. Indicadores del cultivo del maíz blanco, amarillo y nativo o de color en México

Indicador	Descripción
Área de siembra en el 2015	7.4 millones de hectáreas. <ul style="list-style-type: none"> • 94.3% de maíz blanco (en su mayoría híbridos mejorados). • 4.9% de maíz amarillo. • 0.8% de maíces de otros colores (60 mil hectáreas).
Número de productores.	3.2 millones de agricultores. Es el cultivo con el mayor número de productores.
Superficie bajo riego.	17.5% de la superficie cosechada de maíz.
Estacionalidad de la producción.	Producción en todo el año, pero con una marcada estacionalidad: <ul style="list-style-type: none"> • 62.5% entre noviembre y enero. • 17.3% entre mayo y junio. • 20.2% en los siete meses restantes.
Volumen de producción para el año agrícola 2015.	25.0 millones de toneladas: <ul style="list-style-type: none"> • 89.0% de maíz blanco. • 10.6% de maíz amarillo. • 0.5% de maíz de colores (110 mil toneladas métricas).
Consumo de maíz grano en el 2015.	35.6 millones de toneladas: <ul style="list-style-type: none"> • 63.7% de maíz blanco. • 36.0% de maíz amarillo. • 0.3% de otros colores.
Consumo per cápita de los últimos 10 años.	<ul style="list-style-type: none"> • Maíz en grano: 140 a 150 kg/persona/año. • Tortillas: 75 a 80 kg/persona/año.
Principal uso del maíz blanco.	Producción de tortillas, el cual representa el 53.1% del consumo total de maíz blanco, seguido por el autoconsumo y, finalmente, el consumo pecuario.
Principal uso del maíz amarillo	Consumo pecuario (porcícola y avícola), representa el 74.0%, seguido de la industria almidonera para la producción de fécula con el 19.5%.
Principal uso del maíz criollo.	Autoconsumo y para la elaboración de tortillas y múltiples platillos tradicionales especialmente en zonas rurales.

Fuente: Elaborado con datos de SAGARPA.

En el país se pueden identificar dos sistemas de producción del maíz (ASERCA, 2012):

1. Sistema comercial: se caracteriza por la producción orientada al mercado, su competitividad se basa en la producción de maíz a bajos costos, por lo que su eficiencia se fundamenta en el uso intensivo de capital para lograr altos rendimientos. Los Estados donde predominan este sistema son: Sinaloa. Sonora. Jalisco. Tamaulipas y la región del Bajío.
2. Producción de autoconsumo: se relaciona con el minifundio y se basa en el uso intensivo de la mano de obra familiar; las entidades donde se practica este sistema son: Chiapas. Guerrero. Hidalgo. México. Morelos. Puebla. Oaxaca. Veracruz. Tlaxcala y Yucatán.

Los pequeños productores que cultivan maíces nativos han tenido pocas alternativas de comercialización por falta de mercado en las zonas urbanas. Sin embargo, recientemente se ha mostrado un interés de diversas instituciones y empresas en los maíces criollos, para su vinculación con algunos nichos específicos tanto en el mercado local como para la exportación.

En este sentido, los expertos señalan que dos eslabones de la cadena del maíz nativo tienen necesidades importantes que resolver:

El eslabón producción: los productores de maíces nativos requieren tener acceso tanto a tecnologías y buenas prácticas agronómicas, como a mercados y precios competitivos para su producción, así como recibir asistencia técnica de calidad y desarrollar una agenda de investigación en función de sus necesidades.

El eslabón consumo: donde se encuentran diversos nichos de mercado, que demandan productos alimenticios de alta calidad y diferenciación, producidos mediante métodos artesanales, con inocuidad, de bajo impacto ambiental y con aportes a los temas de salud y una dieta sana.

Así tenemos, por ejemplo, las tortillas artesanales gourmet¹¹ producidas en base de masa y harinas de maíz nixtamalizada de maíces de colores que aportan antioxidantes y se encuentran libres de gluten para personas con problemas de salud, así como maíz de color en grano para la elaboración de platillos en restaurantes exclusivos o como materia prima de otros alimentos como cereales y granolas.

Existe una importante brecha entre la producción comercial de maíz híbrido y los maíces de variedades nativas o criollas; esto se debe en parte a que, en las zonas urbanas de México, el consumidor demanda alimentos típicos mexicanos derivados del maíz blanco (tortillas, totopos, memelas, huaraches, sopes, tlacoyos, tostadas, etc.), producidos con materiales híbridos y en cantidades mínimas algunos productos de maíz criollo color azul, principalmente. Caso contrario sucede en las zonas rurales, donde los consumidores prefieren el uso de materiales criollos

¹¹ Es un vocablo francés traducido por la Real Academia Española (RAE) como gastrónomo, una persona entendida en gastronomía o aficionada a las comidas exquisitas. Los alimentos gourmet son aquellas preparaciones que han sido elaborados con ingredientes exquisitamente seleccionados, con exhaustivos cuidados de higiene y de las propiedades organolépticas; además han sido elaborados por personas que, después de muchos años de experiencia y una clara pasión por la alta cocina, están preparados para ofrecer un producto que pueda ser consumido por alguien que realmente aprecie su calidad y delicadeza. La mayoría de los productos artesanales también pertenecen a esta clasificación, ya que han sido elaborados cuidadosamente por personas que aman su trabajo y desean ofrecer un producto de calidad; aún aquellos que poseen aditivos para su conservación (siempre y cuando éstos no influyan en la calidad organoléptica) pueden ser productos gourmet. <https://definicion.de/gourmet/>

locales, pero por lo general se produce para autoconsumo o venta local a pequeña escala en circuitos cortos¹².

Las diversas variedades nativas o criollas de maíz representan un rico acervo genético y cultural, que permite a los agricultores seleccionar el grano que mejor se adapte a las necesidades de clima y producción. Asimismo, la calidad de la tortilla es otro factor que toma en cuenta el agricultor para decidir la variedad de semilla que va a sembrar, por encima de los criterios de productividad y rentabilidad, lo que ha propiciado que algunas variedades criollas no puedan ser desplazadas por otras variedades comerciales.

En atención a lo anterior, se visualiza una importante oportunidad para diseñar un proyecto a nivel Federal o un plan piloto en algunos Estados que incremente la competitividad de la cadena de valor de los maíces criollos y promuevan la adopción de innovaciones tecnológicas de los diversos actores de la cadena (productores, industria artesanal de nixtamalización, producción y abastecimiento de masa, producción artesanal de tortillas, restaurantes gourmet y ciertos tipos de supermercados), con el fin contribuir a la sostenibilidad ambiental, económica y social de las poblaciones rurales donde el maíz criollo y, especialmente, los de colores son relevantes.

De igual forma concentrar el esfuerzo de análisis y el desarrollo del proyecto piloto en una o dos regiones específicas dentro de un Estado, las cuales estén cercanas a importantes centros de consumo, como un esquema de desarrollo que pueda ser escalable y replicable en otros territorios.

De acuerdo con la tabla 11, el rendimiento promedio del maíz en México es de 3.4 toneladas por hectárea, niveles muy bajo si se compara con los principales países líderes y la media mundial (5.7 toneladas por hectárea). En el caso de la producción de maíz de colores, el rendimiento llega a 2.6 toneladas por hectárea. Sin embargo, se estima que el rendimiento sea menor, pues la información disponible de la SAGARPA señala que los pequeños productores tienen

¹² No existe un consenso sobre la definición, sin embargo, la Cepal (2014) señala que los circuitos de proximidad o circuitos cortos son una forma de comercio basada en la venta directa de productos frescos o de temporada sin intermediario —o reduciendo al mínimo la intermediación— entre productores y consumidores. Los circuitos de proximidad acercan a los agricultores al consumidor, fomentan el trato humano, y sus productos, al no ser transportados a largas distancias ni envasados, generan un impacto medioambiental más bajo. Sus principales características son: i) baja o nula intermediación; ii) cercanía geográfica; iii) confianza y fortalecimiento de capital social.

rendimientos que van de 0.5 a 1.8 toneladas por hectárea y es este segmento de agricultores quienes siembran la mayor cantidad de maíces nativos.

Tabla 11. Rendimientos promedio del cultivo de maíz en México, 2016

Rendimientos	Toneladas métricas por hectárea
Rendimiento nacional	3.4
• Maíz amarillo	3.9
• Maíz blanco	3.4
• Maíz de colores	2.6
Pequeños productores	0.5 – 1.8
Medianos productores	1.8 - 3.2
Grandes productores	8.0 – 11.3
Cultivo bajo la modalidad de temporal	2.3 promedio Rango: 1.0 - 6.0
Cultivo bajo el sistema de riego	8.0 promedio Rango: 1.0 - 11.3

Fuente: Elaborado con datos de SAGARPA.

La siembra de maíces de colores o nativos es de aproximadamente de 60 mil hectáreas y en su mayoría está en manos de muy pequeños productores dispersos a lo largo y ancho del país, que lo cultivan, principalmente, para el autoconsumo y en condiciones de suelos, fertilidad y climas adversos, lo cual explica en parte los bajos rendimientos que en algunos casos son de 0.5 toneladas por hectárea, pero en otros Estados como Tlaxcala se han logrado rendimientos de hasta 4.0 toneladas, con maíces de color negro, muy superior a la media nacional. El rendimiento alcanzado contradice el supuesto de baja productividad de los maíces nativos.

II.2. Inventario de maíces nativos en México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)¹³, se ha encargado de dar seguimiento e inventariar los maíces nativos en México, una tarea nada fácil. Ha involucrado tanto a universidades como a investigadores relacionado con el tema. Los hallazgos son muy interesantes y permiten conocer la importancia real los granos criollos. Algunos datos importantes que destacar del trabajo de CONABIO son:

- De un inventario de 220 razas¹⁴ de maíz en América Latina, 59 se pueden considerar nativas de México (imagen 3), las cuales varían de color, forma y tamaño; tienen un gran

¹³ Para profundizar sobre los maíces nativos pueden visitar los siguientes enlaces:

<https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html> y

<http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/razas2012.html>

¹⁴ El término raza se utiliza para agrupar individuos o poblaciones que comparten características en común, de orden morfológico, ecológico, genético y de historia de cultivo, que permiten diferenciarlas como grupo. Las razas se agrupan a su vez en grupos o complejos raciales, los cuales se asocian a una distribución geográfica y climática más o menos definida y a una historia evolutiva común. Cada raza puede abarcar numerosas variantes diferenciadas en forma de mazorca, color y textura de grano, adaptaciones y diversidad genética.

rango de adaptabilidad, algunas con gran resistencia a sequía, altas temperatura, altitud o fuerte viento. Ningún otro país es tan grande la variedad de maíces¹⁵ como en México.

- En México se reporta 7,009 registros de *Zea mays* ssp. en los bancos de germoplasma, siendo Oaxaca el Estado que cuenta con mayor número de accesiones (2,191), seguido por Puebla (627), México (439) y Jalisco (422). Las entidades que tienen una mayor cantidad de razas son: Oaxaca (35), Chihuahua (22), Jalisco (20), Durango (20), Veracruz (19), Morelos (19), Michoacán (19) y Guerrero (18).
- La diversidad de alturas, temperaturas, tipos de suelo, manejos y condiciones de humedad, así como la coexistencia del maíz con el teocintle¹⁶; han generado la adaptación a los diversos nichos ecológicos y una alta variabilidad.
- La agrupación por raza es de gran utilidad como referencia para comprender la variación de maíz. Sin embargo, cada raza puede comprender numerosas variantes a nivel de color, el tamaño y la textura de grano, el tamaño de la planta, la dimensión y la forma de la mazorca, la precocidad, la dureza del grano y otras adaptaciones provenientes de la diversidad genética.

Imagen 3. Las 59 razas nativas de México



¹⁵ La variedad de maíz aumenta cada día, por la polinización natural y porque los agricultores año a año mantienen, intercambian y experimentan con semilla propia o de otros campesinos ya sea de la misma zona o regiones lejanas.

¹⁶ El maíz (*Zea mays* ssp. *mays*) es un pasto de la familia botánica poaceae o gramineae. Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los "teocintles", gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural, principalmente, en México y en parte de Centroamérica.

Según CONABIO, las razas se nombran a partir de distintas características fenotípicas:

- Cónico: por la forma de la mazorca.
- Tipo de grano: reventador, por la capacidad del grano para explotar y producir palomitas.
- Por el lugar o región donde inicialmente fueron colectadas o son relevantes: Tuxpeño de Tuxpan, Veracruz; Chalqueño, típico del Valle de Chalco, zona centro del país.
- Por el nombre con que son conocidas por los grupos indígenas o mestizos que las cultivan: Zapalote Chico en el Istmo de Oaxaca o Apachito en la Sierra Tarahumara.

En la actualidad, en cualquier mes del año se siembra maíz en algunas partes del país; más del 70 % de las siembras se hacen con semilla del mismo agricultor y el resto con semilla de variedades mejoradas por diferentes procesos genéticos. La forma de siembra y la cantidad de semilla utilizada por hectárea, es resultado de una conjugación de la variedad, el período de crecimiento, la humedad disponible y la fertilidad del suelo. Se siembran poblaciones desde 25,000 a 80,000 plantas por hectárea.

En los pequeños productores la autoproducción de semilla es normal, así como la práctica de sembrar en una misma área semillas de varios tipos de maíz y de diferente color, para proteger la plantación o milpa de posibles siniestros climáticos o sanitarios; además combinan técnicas de producción prehispánicas, coloniales y modernas, como por ejemplo el cultivo de la milpa donde el maíz se asocia con otros cultivos como el frijol, la calabaza, los chiles picantes; y donde se utiliza algunos bioinsumos (fertilizantes orgánicos) e insumos convencionales como fertilizantes y agroquímicos.

Es importante señalar que existen programas de mejoramiento participativo para 31 razas criollas en los Estados de México, Oaxaca, Puebla, Yucatán, Chiapas y Coahuila. Estos programas han apoyado la creación de bancos comunitarios para 5 razas en 7 comunidades de Oaxaca y Yucatán. En Tlaxcala existen iniciativas de conservación de razas criollas, así como trabajos de mejoramiento y selección de diversas variedades de maíces de colores con parcelas experimentales con cerca de 20 tipos de maíz.

La apertura comercial y liberalización del mercado, generó una pérdida del valor del maíz (disminución de los precios en función a los precios internacionales y del precio de los países socios), con lo cual el cultivo perdió importancia en la generación de ingresos rurales, pese a

esto, la superficie cultivada se mantuvo en niveles elevados, gracias a la actividad de los productores de autoconsumo que valoran el maíz más allá del precio de mercado.

En consecuencia, un plan o proyecto que fomente el cultivo de maíces nativos para la elaboración de productos artesanales de alta calidad debería enfocarse en incrementar el valor del maíz en grano para aquellos productores que ven en el cultivo del maíz un valor más alto que el costo de oportunidad y evitar que abandone la producción del cultivo. Esto requiere de un análisis profundo de los eslabones de la cadena conociendo actores y actividades claves de los diversos tipos de maíces nativos.

La producción de maíz para la subsistencia está relativamente aislada de las variaciones de los precios de mercado, lo cual le otorga gran resiliencia al sector y es la razón principal por la que estos productores no han tenido mayores efectos ante la apertura comercial. Si la apertura no representó una amenaza, el comportamiento de los precios seguramente tampoco tiene un impacto importante, salvo que los mismos permitan un incremento significativo en los ingresos de los productores y sus familias.

II.3. Riqueza genética de las razas de maíces nativos

La liberación de maíz genéticamente modificado dio origen al proyecto global: “recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”, con el propósito de actualizar la información de maíces y sus parientes silvestres para la determinación de centros de diversidad genética del maíz. El proyecto fue liderado por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y coordinado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). Los resultados obtenidos de este proyecto permiten tener una perspectiva más clara de la situación de las razas de maíces nativos en México.

El proyecto se planteó y puso en marcha con base en el mandato de la Ley de Bioseguridad de Organismo Genéticamente Modificados (LBOGM) en sus artículos 86, 87 y 88 relativos a la determinación de centro de origen y diversidad genética de especies cuyo centro de origen es México.

En el 2005, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), creó el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos en México para la Agricultura y la Alimentación (SINAREFI), cuya función es coordinar acciones de diversidad genética con el objetivo de lograr una distribución equitativa de la riqueza genética como patrimonio del país. Dentro del sistema, existe la “Red Maíz” que tiene programas de conservación donde intervienen aspectos técnicos, como la colecta, la planificación y el mejoramiento genético y aspectos jurídicos como el registro de las variedades criollas.

Las 59 razas de maíz de México se han agrupado en siete grupos o complejos raciales (tabla 12), con base en caracteres morfológicos, de adaptación y genéticos (isoenzimas).

Tabla 12. Razas de maíz en México

Complejo racial	Características	Razas
Grupo cónico o razas de las partes altas del centro de México.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma cónica o piramidal de sus mazorcas. ▪ Alta importancia económica del grano. ▪ Sus razas son la base de la producción en zonas agrícola del centro del país. ▪ Se destinan a diferentes usos alimenticios, como producción de tortilla, tamales, antojitos, pozoles, palomitas, entre otros. ▪ Aprovechamiento de subproductos de la planta como la hoja para tamal y la planta entera para forraje. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrocillo. ▪ Cacahuacintle. ▪ Cónico. ▪ Cónico norteño. ▪ Chalqueño. ▪ Dulce. ▪ Elotes cónicos. ▪ Mixteco. ▪ Mushito. ▪ Mushito de Michoacán. ▪ Negrito. ▪ Palomero de Jalisco. ▪ Palomero toluqueño ▪ Palomero uruapeño.
Grupo sierra de Chihuahua o razas de las partes altas del norte de México	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La textura del grano es muy dura en Apachito y Cristalino de Chihuahua; y harinosa en Gordo y Azul. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cristalino de Chihuahua. ▪ Gordo. ▪ Azul. ▪ Apachito ▪ Complejo serrano de Jalisco.
Grupos de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los elotes Occidentales, Jala, Bofo, Bolita, Ancho, Blando, Harinoso de Ocho, se cultivan especialmente para consumo como elotes y para varios usos especiales (tlayudas, téjate, galletas, pozole, huachales, tejuino, huajatoles, usos rituales, etc.) ▪ Jala, Onaveño, Tabloncillo y Zamorano Amarillo son rendidoras y apreciadas para forraje. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blando de Sonora y onaveño. ▪ Harinoso de ocho. ▪ Tabloncillo. ▪ Tabloncillo perla. ▪ Bofo. ▪ Elotes occidentales. ▪ Tablilla de ocho. ▪ Jala. ▪ Zamorano amarillo ▪ Razas ancho y bolita
Grupo Chapalote	<p>Además de los usos comunes, resaltan por sus usos especiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chapalote para palomitas, pinole y ponteduro. ▪ Reventador para palomitas. ▪ Elotero de Sinaloa como su nombre lo indica, por su tipo de grano azul, semiharinoso y dulce, para elotes. ▪ Dulcillo del Noroeste para pinole, elotes y esquites. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chapalote. ▪ Reventador. ▪ Dulcillo del noroeste. ▪ Elotero de Sinaloa

Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nal-Tel es apreciado para preparar atole nuevo y tener elote a buen tiempo. ▪ Zapalote Chico, además se utiliza para preparar los típicos "totopos" del istmo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nal-Tel. ▪ Zapalote chico. ▪ Conejo y ratón
Grupo de maíces dentados tropicales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Este complejo racial es el uno de los de mayor distribución en México 	<p>Razas agrónomicamente muy importantes del sur de México:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tuxpeño. ▪ Vandeño. ▪ Tuxpeño norteño. ▪ Tepecintle. ▪ Zapalote grande ▪ Celaya. <p>Las razas pepitilla y nal-tel de altura se asocian también con este grupo</p>
Grupo de maíces de maduración tardía		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Olotillo. ▪ Dzit-Bacal. ▪ Comiteco. ▪ Motozinteco. ▪ Tehua. ▪ Olotón ▪ Coscomatepec.

Fuente: Elaborado con información de CONABIO

El programa se desarrolló del 2006 al 2010, periodo en el que se llevaron a cabo 12 proyectos específicos que actualizaron el conocimiento de la diversidad de los maíces nativos. Este proyecto reunió a 235 personas y 70 instituciones¹⁷; algunas de las conclusiones más importantes fueron:

- a) Un gran número de variedades de maíz aún están siendo cultivadas ampliamente en México.
- b) La diversidad en las variedades criollas de maíz es superior a lo que se creía que existía antes del inicio del estudio (en particular de los estados del norte del país).
- c) Las nuevas variedades criollas de maíz han sido identificadas y la diversidad de las razas es mayor de lo que antes se pensaba.
- d) Nuevas poblaciones de teocintle han sido identificadas.

En el 2009, el SINAREFI inició un programa para promover la conservación de los recursos fitogenéticos de México, entre ellos el maíz.

Los maíces criollos se cultivan en sistemas tradicionales donde su producción se combina con otros productos como frijol y calabazas; por ello, su conservación debe enmarcarse en el

¹⁷ El gobierno mexicano invirtió 15 millones de pesos en la ejecución del Proyecto Global de Maíces Nativos.

mantenimiento de las prácticas agrícolas, en la alimentación a nivel familiar, local y regional; en el desarrollo de especies y el mejoramiento de la biotecnología.

Existen programas de mejoramiento participativo para 31 razas criollas en los estados de México, Oaxaca, Puebla, Yucatán, Chiapas y Coahuila. Asimismo, estos programas han apoyado la creación de bancos comunitarios para 5 razas en 7 comunidades de Oaxaca y Yucatán. Dentro de la red maíz se ha realizado también el rescate de variedades en peligro de extinción como el maíz jala.

Actualmente, no se cuenta con estadísticas oficiales acerca de la producción nacional y mundial de los maíces de color; solamente a nivel estatal existen datos reportados por los Estados de Chiapas, México, Sinaloa y Tlaxcala.

III.4. Regiones productoras de maíces nativos: impacto económico

Gracias a diversos trabajos de investigación del CIMMYT en Oaxaca, se ha logrado demostrar el valor que tiene la alta variabilidad y potencial de los maíces criollos, para enfrentar las condiciones adversas que genera el cambio climático; estos materiales son una fuente genética que permite incrementar la resistencia a problemas sanitarios como la mancha de asfalto, o desarrollar materiales tolerantes a suelos de baja fertilidad.

Los materiales híbridos y los Organismos Genéticamente Modificado (OGM)¹⁸ tienen alta productividad en condiciones óptimas de fertilidad de suelo, clima, topografía, riego e insumos. Se han realizado pruebas de productividad en condiciones extremas de pendiente, altitud y baja fertilidad del suelo donde las semillas de Monsanto alcanzaron productividades de 300 kg/ha; los híbridos del CIMMYT 800 kg/ha, mientras que materiales criollos alcanzaron productividades entre 4,000 y 5,000 kg/ha.¹⁹

CONABIO ha realizado una clasificación de las razas de maíz de acuerdo con la región donde se ubican (tabla 13). Esta tipología es muy necesaria e importante, porque nos permite conocer

¹⁸ Son organismos vivos cuyas características han sido cambiadas, usando técnicas modernas en laboratorios especializados, para introducir genes que proceden de otras especies. Estas técnicas permiten separar, modificar y transferir partes del ADN de un ser vivo (bacteria, virus, vegetal, animal o humano) para introducirlo en el de otro. Con el desarrollo de la ingeniería genética, se puede lograr que diversos organismos tengan nuevas características o propiedades que no tenían.

¹⁹ Martha Wilcox. Investigadora y especialista del CIMMYT

donde se encuentran los materiales y poderla explotar en beneficio de los productores de esa región.

Tabla 13. Ubicación regional de razas de maíz

Raza de maíz	Región donde se ubican
Grupo cónico o razas de las partes altas del centro de México	Predominan en las regiones con elevaciones de más de 2,000 metros y en su mayoría son endémicas a los valles altos y sierras del centro del país.
Grupo sierra de Chihuahua o razas de las partes altas del norte de México	Tierras altas del Estado de Chihuahua, en pequeños valles a altitudes de 2,000 a 2,600 metros y se extienden hacia el norte de Durango, este de Sonora y norte de Sinaloa.
Grupos de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México	Zonas con elevaciones bajas e intermedias, desde los valles centrales de Oaxaca, centro, se concentran en el occidente y se extienden hacia las planicies y cañadas del noroeste de México.
Grupo chapalote	Predominan en elevaciones de 100 a 500 metros en la planicie costera del Pacífico de Nayarit a Sonora y en el piedemonte y escarpa de la Sierra Madre Occidental, donde se han obtenido muestras hasta cerca de los 2,000 metros de altitud.
Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana	<p>Terrenos del trópico seco y regiones semiáridas del país, generalmente en zonas bajas e intermedias (100 a 1,300 metros), adaptadas a limitados regímenes de lluvia lo que les ha conferido un ciclo de maduración corta o temprana con gran adaptabilidad y baja sensibilidad al fotoperiodo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nal-Tel: se cultiva en las tierras del trópico seco de la península de Yucatán. ▪ Zapalote chico: es la raza típica de la zona baja del istmo de Tehuantepec con vertiente al Pacífico. ▪ Conejo: se extiende en la franja costera y laderas en el trópico seco de los Estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán. ▪ Ratón: región semiárida de la altiplanicie mexicana hasta los Estados de Nuevo León y Tamaulipas.
Grupo de maíces dentados tropicales	<p>Razas agrónomicamente muy importantes del sur de México, distribuidas principalmente en regiones intermedias y de baja altitud.</p> <p>Las mazorcas son medianas a largas y probablemente las más usadas en los programas de mejoramiento genético públicos y privados en el ámbito mundial.</p> <p>Es uno de los grupos de mayor distribución en México.</p> <p>Las razas que incluye se cultivan principalmente en zonas bajas e intermedias de trópico húmedo y seco.</p>
Grupo de maíces de maduración tardía	<p>Se cultivan en un amplio rango de altitud.</p> <p>La raza Dzit Bacal se distribuye en las tierras bajas de la península de Yucatán y el resto en zonas de ladera y cañadas en los sistemas montañosos de la Sierra Madre de Chiapas, incluyendo la Depresión Central, la Sierra Madre del Sur y la porción sur de la Sierra Madre Oriental.</p> <p>Son muy sensibles al fotoperiodo y la temperatura.</p>

	<p>El rango amplio de adaptación de este grupo ha facilitado que se cultiven, algunas de ellas, desde el nivel del mar en la península de Yucatán y otras hasta las tierras altas de ladera y condición húmeda y nubosa de las sierras del sureste y centro-oriental del país.</p> <p>En esta última condición ambiental algunas razas de este grupo han desarrollado características especiales como raíces adventicias extensas que facilitan su anclaje; y en muestras de olotón de la Sierra Norte de Oaxaca, se han identificado bacterias fijadoras de nitrógeno y generadoras de hormonas del crecimiento, en el mucilago de las raíces.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO. www.biodiversidad.gob.mx

Respecto a la oferta de maíces nativos es importante considerar que, en los valles altos de la región de Toluca, en el Estado de México, existen organizaciones de pequeños productores de diversos tipos de maíz, que se han sido apoyadas por el INIFAP, SAGARPA y Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México (SEDRAGO), en los procesos de producción primaria y organizativa, lo cual les ha permitido acopiar la producción de maíz blanco y de colores para comercializarlo a través de diversas empresas locales de masa nixtamalizada y tortillas artesanales.

La asociación civil de productores en Toluca agremia a 5,000 agricultores de maíz de cuatro municipios que representan en total un área de siembra de cerca de 20,000 hectáreas, cuyo presidente el Sr. Pedro Álvarez, además de ser un pequeño productor de maíz, es propietario de una empresa artesanal de tortillas de alta calidad, produce además de la tortilla tradicional, tortillas moradas y tortillas especiales con la adición de trigo integral, avena integral, cacahuates y otros productos. Estas innovaciones no están registradas, ni sistematizadas, ni estandarizadas, no tienen estudios de costos, ni nutricionales, pero pueden representar alternativas para ampliar la gama de especialidades dentro del alimento más tradicional en la dieta mexicana.

Existe a su vez una asociación civil en Toluca de productores nixtamalizadores y productores de tortillas artesanales o semi-mecanizados, que compran y procesan el grano y lo transforman en masa nixtamalizada y tortillas artesanales, que venden en la misma localidad, compitiendo fuertemente entre ellas, pero sin extender sus operaciones a otras vecindades.

En el caso particular de Toluca es importante considerar los siguientes factores:

- La cercanía a diversas zonas productoras de maíces nativos.
- Ubicación estratégica con grandes centros de consumo dentro del mismo Estado como de la Ciudad de México.
- La existencia del sitio experimental Valle de Toluca del INIFAP.
- Diversas instituciones de educación superior públicas y privadas.

- Activas organizaciones de pequeños productores de maíz de razas nativas.
- Asociación de productores de masa nixtamalizada y tortillas artesanales.

Estos factores indican que Toluca es un territorio con potencial para el desarrollo de un plan piloto para el fomento del cultivo de maíces nativos para la elaboración de tortillas y productos gourmet.

Otra región con alto potencial para el desarrollo de un plan piloto es la zona de Ixtenco en el Estado de Tlaxcala. El Gobierno Municipal ha fomentado una feria de maíces de colores, denominada “Fiesta del Maíz”, la cual se realiza todos los años desde el 2010; en esta feria los productores tienen la oportunidad de exponer la riqueza de sus maíces, venden artesanías a base de los granos, múltiples platillos tradicionales, mazorcas, semillas y granos empacados; concentrándose en una sola actividad el mayor número de maíces de colores. Esta actividad ha permitido la reapropiación y revalorización de los maíces criollos y de colores.

Ixtenco es un municipio referente de los 60 municipios que conforman Tlaxcala en cuanto a la conservación de la lengua indígena, la conservación de los maíces criollos y costumbres alimenticias, así como el rescate de los valores, tradiciones y fiestas; el 76.0% de su población es indígena (Otomí).

Existe un grupo organizado no formal que se encarga de la planificación y realización de la “Fiesta del Maíz”, el cual está conformado por cerca de 40 productores unidos todos por el maíz.

En Michoacán existen experiencias de producción de maíces criollos producidos por pequeños productores, con certificación orgánica, que son exportados a Canadá y a Estados Unidos para la producción de granola. Se sabe que, en 2016, se certificaron cerca de 300 hectáreas de maíces rojos, azules, blancos y amarillos, los cuales se exportan en costales sin preservantes.

En el Estado de Oaxaca existen 35 razas de maíz y predominan por su superficie sembrada los siguientes materiales: zapalote chico, bolita, tepecintle, tuxpeño, chalqueño, mushito, comiteco, olotillo, cónico y olotón.

En esta región se han realizado trabajos con los productores que incluyen demostraciones en campo para dar a conocer la diversidad genética de la comunidad y del Estado, elección de los

materiales sobresalientes mediante votación e intercambio de experiencias sobre el manejo de la diversidad.

En Guanajuato existen de 12 a 15 razas de maíz criollo identificadas, de las cuales el tipo “Celaya” y “cónico nocturno” son las que tienen mayor demanda en el mercado al mantenerse arriba del 60.0% de producción.

En la región centro-sur se cultivan las razas tablilla, tabloncillo, ratón y elotes occidentales y dentro de la región norte, sólo se encontraron muestras que representan a las razas cónico norteño, ratón y elotes cónicos.

La mayor abundancia de las razas en la región sureste es Celaya, cónico norteño, elotes cónicos con muchas variantes (negro, rojo, amarillo y pinto), mushito, pepitilla, versión 1,000 granos, amarillo dulce en tonalidades amarillo, rojizo y amielado, tablilla de ocho, ancho, bolita, Tuxtepec y tabloncillo perla.

Además, se promueve la realización de ferias para el intercambio de semillas criollas y de experiencias entre los productores. Asimismo, se fomenta el reconocimiento a la diversidad y la conservación y la distribución de semillas criollas mejoradas. Se tiene bancos de semillas comunitarios donde se conserva la diversidad local, se promueve la permuta de semillas, la capacitación de los productores y se realiza mejoramiento participativo de los materiales sobresalientes de maíz.

El diseño de una propuesta para trabajar con razas de maíz nativos, especialmente, con materiales de diversos colores, debe considerar los siguientes pasos:

- Definir las comunidades donde se fomentará el cultivo de los diversos tipos de maíces nativos.
- Determinar los productores por comunidad y el área total.
- Otorgar apoyos iniciales para la siembra, producción y conservación de los materiales nativos para conservar la pureza varietal, mantener una semilla de resguardo después de cada ciclo (100 kilogramos) y promover el intercambio con vecinos.
- Impulsar acciones para la producción de maíces nativos a través de la capacitación campesina, la organización para la producción y la transferencia de tecnología.

- Apoyar el financiamiento (microcréditos), el acceso a los mercados, el acopio, la comercialización y la innovación (investigación – transferencia – extensión).

Hay pocas experiencias comerciales en la generación de valor agregado de los maíces nativos, ya que estos materiales por lo general tienen diversa dureza en su grano y deben realizarse los estudios y pruebas de cocción.

El cultivo de los maíces nativos puede contribuir a elevar el nivel nutricional y en la generación de ingresos de los campesinos siempre y cuando su producción esté acompañada de los siguientes elementos:

- Un mejoramiento de las prácticas agronómicas que incrementen la productividad.
- El mejoramiento de la calidad (biofortificación, incorporación de genes de calidad).
- Mayor valor agregado (transformación en productos demandantes por el mercado).
- Diseño de acciones para que los productores de autoconsumo logren la autosuficiencia familiar de maíz durante todo el año.

Cuando se usan prácticas agronómicas adecuadas (fertilización, densidad, arreglo topológico, riego), la producción de criollos sobresalientes se incrementa hasta en un 30% por hectárea.

CAPITULO III. FOMENTO DEL CULTIVO DE MAÍCES NATIVOS.

Actualmente, no se cuenta con estadísticas oficiales acerca de la producción nacional y mundial de los maíces de color; solamente a nivel estatal existen datos reportados por el SIAP de los Estados de Chiapas, México, Sinaloa y Tlaxcala.

Dentro de los métodos de siembra y cultivo ancestrales está el de la milpa²⁰ que es un sistema agrícola utilizado desde la época prehispánica y no requiere del uso de fertilizantes ni pesticidas, lo que aumenta las ventajas nutricionales del grano.

Este método de cultivo es complejo desde el punto de vista ecológico y de seguridad alimentaria; por un lado, integra el crecimiento de hierbas como quelites o incluso de hongos; por otro, hace un uso racional y ahorrativo de agua, luz y suelo, lo que favorece el control de insectos de manera ecológica e impulsa una dieta integral y equilibrada.

III.1. Consideraciones para el fomento de los maíces criollos

Se considera que México tiene un rezago en el cultivo de maíz, por el rendimiento bajo que tiene comparado con los países líderes en la producción del grano, aunque una de las ventajas que presentan muchas de las razas de maíz criollo y cultivos asociados al método de la “milpa” son los grandes beneficios alimenticios, ecológicos y ambientales, ya que diversas razas se concentran en un mismo lugar.

En México existen alrededor de dos millones de familias campesinas que cultivan en total 59 razas nativas de maíz en más de 6 millones de hectáreas, estas familias tienen niveles de autoconsumo que están por el orden del 40.0 al 50.0% (tabla 14), el cual disminuye al incrementar su producción (CIMMYT, 2017).

Tabla 14. Importancia del autoconsumo entre los pequeños productores de maíz²¹

Producción de maíz	% de autoconsumo promedio
Entre 500 y 1,000 kilogramos anuales	50% de la producción
Entre 1,000 y 1,500 kilogramos anuales	40% de la producción
Entre 3 y 5 toneladas anuales	25% de la producción

Fuente: CIMMYT

²⁰ Del náhuatl “milli” que significa “parcela sembrada” y de pan que significa “encima”.

²¹ Estudio realizado en el Estado de Oaxaca con 192 productores de maíz.

En general, los pequeños productores cuentan con parcelas de entre 0.5 y 5.0 hectáreas de temporal; mientras que los medianos cultivan entre 10 y 20 hectáreas combinando entre riego y temporal; y los grandes productores maiceros llegan a sembrar hasta 800 y 900 hectáreas, principalmente, en riego.

Esta heterogeneidad productiva nos refleja tecnologías, necesidades, formas de organización, e intereses comerciales distintos, mientras que los pequeños y medianos productores cultivan entre 1 y 4 poblaciones de maíces locales y los rendimientos oscilan entre los 500 y 2,000 kilogramos por hectárea; los grandes productores cultivan entre 1 y 2 variedades híbridas y los rendimientos alcanzan las 12 y 14 toneladas por hectárea.

Los agricultores cuentan con variedades adaptadas a diversas alturas sobre el nivel del mar, con diversos tipos de clima, suelo, agua, entre otros, lo cual garantiza que una parte importante de la población pueda contar con maíz para su alimentación, en diversas regiones del país y en diferentes temporadas.

En la actualidad en México existen distintos factores que afectan de forma negativa la conservación de variedades criollas de maíz, entre los que destacan:

- Factores sociales: la edad del productor, la migración y la asociación del maíz criollo con la pobreza.
- Factores fitosanitarios: las plantas como micoplasmosis, pudriciones en el tallo y mazorca, la detección de nuevas plagas.
- Factores económicos: baja rentabilidad y productividad por área cosechada.
- Factores agronómicos: ausencia de innovaciones (investigación, transferencia y extensión) sobre un adecuado paquete tecnológico por tipo de variedad y región.
- Factores climáticos: extremos como las sequías, los ciclones y las heladas.
- Factores del mercado: escasa demanda de los maíces de colores, la falta de interés de las empresas en estas variedades y preferencia por los híbridos blancos, los procesos de industrialización en la preparación de tortillas que exigen cada vez más un producto uniforme.
- Falta de información y promoción de los diversos tipos de maíces criollos, que permita el desarrollo de la demanda y detección de nuevos nichos de mercado.

A partir de la Encuesta Nacional de Hogares Rurales Mexicanos (ENHRUM), sobre las características socioeconómicas de los productores de maíz, se encontró que el 43.0% hablaba una lengua indígena.

En promedio, la superficie cosechada es de 2.8 hectáreas y el 55.0% de ellos tenía prácticas de monocultivo.

El precio del maíz influye de forma negativa en el autoconsumo, si éste se incrementa los productores reducen su autoconsumo con el fin de destinar un mayor porcentaje del grano a su venta. Los agricultores deciden sembrar maíces criollos cuando tienen un período de siembra más corto y eligen maíces con características especiales posiblemente asociadas al consumo del hogar, a costumbres religiosas y a la elaboración de algún platillo tradicional, a pesar de tener un bajo rendimiento según la tipología de los maíces.

La agricultura intensiva en insumos agrícolas y fertilizantes encarece la producción del maíz criollo, pero también permite incrementos en la productividad; en este sentido falta investigación que identifique el conjunto de prácticas agronómicas acordes a cada tipo de maíz y maximice la rentabilidad por unidad de producción.

En diversas localidades y a través de varias organizaciones, se ha fomentado el desarrollo de ferias especializadas como por ejemplo la "Fiesta del maíz" que se realiza en Tlaxcala, este tipo de eventos han demostrado ser un buen mecanismo para aproximar a los productores y consumidores permitiendo el intercambio de maíces criollos, entre otro tipo de actividades.

Para entender los retos del fomento de maíces criollos, se deben considerar los principales problemas que enfrentan el 80.0% de los productores rurales que se encuentran en pobreza extrema, dependencia alimentaria, alta incidencia de enfermedades y bajo nivel educativo.

Por ello, pensar en un programa de maíces nativos para garantizar su conservación, debe ser considerado como un proyecto de desarrollo rural sostenible, con el propósito de impactar fundamentalmente en la seguridad alimentaria, en fortalecer la agricultura familiar y en mejorar la vida de los productores, con énfasis en aspectos de equidad de género y de juventud.

La mayor preocupación y reto de los productores de maíces nativos es la ausencia de un mercado en el cual se pueda vender la producción, esto provoca que el precio de algunos de los maíces nativos sea de cerca del 50.0% del precio del maíz híbrido e incluso en el caso de ciertos maíces de color en algunas ocasiones no se tiene un mercado donde venderlos; otros factores que deben tomarse en cuenta es que los maíces de color tienen por lo general rendimientos inferiores a las líneas de color blanco, pero también son más precoces, pueden ser más resistentes a plagas y tienen ciclos de producción más cortos.

Es importante diseñar nuevas iniciativas de fomento y rescate de los maíces nativos, pero bajo premisas de sostenibilidad social, ambiental y económica; así como combinar las políticas y los programas institucionales a nivel Estatal y Federal, con el fin de fomentar y fortalecer la demanda de los maíces nativos. Un incremento en la demanda incentiva la producción y el desarrollo de agendas de innovación sectorial en toda la cadena, facilitando la generación de valor agregado, mediante la verticalización de los eslabones de la cadena.

Un plan de fomento de la demanda de maíces nativos y de color, debe identificar los beneficios que estos productos tienen, como por ejemplo el consumo de los pigmentos para la salud y su condición de ser un producto agroecológico sustentable, con bajos o mínimos residuos de agroquímicos y un menor impacto ambiental.

Una importante debilidad de la cadena es la ausencia de servicios de extensión agrícola y de transferencia tecnológica en la mayoría de los Estados, que faciliten la adopción de mejoras tecnológicas orientadas a incrementar la productividad.

La demanda de tortillas a base de maíz 100.0% nixtamalizado y otros productos tradicionales a base de maíz han bajado, especialmente en la población urbana, no así en el caso de las zonas rurales donde el autoconsumo es un factor aún preponderante para las familias; existe evidencia de que el autoconsumo está vinculado a una mayor diversidad y que los sistemas comerciales con una menor diversidad.

El Programa Maestro de Maíces Mexicanos (PMMM), está enfocado a integrar acciones de protección y conservación de la diversidad genética de los maíces criollos, lo cual es compatible con la iniciativa de desarrollar un plan piloto que incida en la calidad de vida de los campesinos e indígenas, mediante la generación de valor agregado.

Algunas de las principales ventajas y retos para el desarrollo de un programa de fomento de maíces nativos, con énfasis en razas de colores son las siguientes:

Ventajas:

- Una misma raza de maíz puede tener distintos resultados en términos de productividad, manejo y resistencia.
- Es importante delimitar su ubicación, lo que puede facilitar el desarrollo de denominaciones de origen y de proyectos de trazabilidad.
- Permite recuperar la importancia los maíces criollos en las zonas rurales.
- Se revierte la importancia de estos productos en la alimentación y mejoramiento de las condiciones de vida en las zonas rurales.
- Mejora el autoconsumo y los ingresos para las familias productoras.
- Contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional.
- Permite el desarrollo de otras actividades no agrícolas que también generan ingresos como por ejemplo el ecoturismo.
- Se pueden determinar algunos puntos prioritarios de atención a este cultivo

Retos:

- Falta de información sobre el estado actual de los materiales nativos que contribuya a conocer su situación.
- Identificar las poblaciones de maíz con potencial y conocer su ubicación.
- Diversidad de los diferentes tipos de maíz y la variación entre cada población.
- Mejorar la productividad y calidad de cada tipo de maíz.
- Reconocer y aprovechar los atributos ventajosos de la producción (artesanal, orgánico, ancestral, comercio justo, valor nutricional, etc.).
- Fomentar los sistemas de cultivo en asociación y la formación de recursos humanos.
- Establecer sistemas estables de comercialización directa que incremente los beneficios económicos a los productores.
- Definir un esquema de precio que motive la producción y fomente el desarrollo de negocios

III.2. Programa para el fomento de maíces nativos: un primer acercamiento.

Es importante delimitar el alcance de un programa nacional de fortalecimiento de la cadena productiva del maíz con énfasis en las variedades nativas y en la producción de tortillas y alimentos artesanales de alta calidad.

El objetivo fundamental es el mejoramiento del nivel de vida de los productores, esto trae como consecuencia el aumento de los ingresos familiares, lo cual a su vez aumenta el costo de oportunidad de continuar con el sistema de producción tradicional (milpa) y el desafío de asegurar la conservación de las variedades nativas y la producción de maíz,

Se debe asegurar que las prácticas agrícolas y la comercialización de los maíces nativos en nichos especializados de mercado, mejoren la calidad de vida en el medio rural; esto implica trabajar en temas como el fortalecimiento organizacional de los pequeños productores, en temas de gestión empresarial, en el desarrollo de paquetes tecnológicos acordes a cada variedad y región; así como el desarrollo de estudios de mercado para los diversos tipos de maíz y de productos con valor agregado como las tortillas artesanales,

El Departamento de Agroindustria de Cereales de Chapingo considera que el desarrollo de empresas artesanales es una oportunidad de diferenciaron en el mercado de los maíces criollos, ya que es un fenómeno global; son muchos los ejemplos de productos que en la actualidad se desarrollan bajo ese concepto, pero en el caso del maíz criollo puede tener las siguientes ventajas:

- Se deben explotar los aspectos de funcionalidad como los pigmentos antioxidantes.
- Valorar la heterogeneidad y calidad de los materiales.
- Tienen mejores características de nutrición (más proteína, pigmentos benéficos, más fibra, mayor biodisponibilidad de nutrientes, etc.).
- Producto libre de gluten.
- Producido mediante métodos tradicionales por grupos étnicos.

Es importante conocer el tamaño y las características del mercado y el perfil del consumidor que demandará el producto, ya que de estos factores dependerá el precio, la estabilidad del mercado y el desarrollo de alianzas con compradores estratégicos que determinen los requisitos de calidad y la presentación, tanto de la tortilla artesanal, como de la materia prima,

El éxito del programa depende en parte de la habilidad para consolidar un encadenamiento hacia atrás y adelante, vertical y horizontal con empresas que les den una visión comercial a los maíces nativos, para desarrollar los mercados y las estrategias de comercialización a nivel local, regional,

nacional e internacional, particularmente, con el fortalecimiento de circuitos cortos de mercado y el uso de estrategias de fomento como las ferias locales.

El principal valor que actualmente se puede percibir en el mercado es la diferenciación de la oferta, mediante la cual las organizaciones puedan vender un maíz nativo de un tipo específico de grano y región, que sea producido por pequeños productores y certificado orgánico,

Es necesario tener una guía con los requisitos y pasos para la conformación de una organización de productores, así como para el fortalecimiento organizacional, lo cual es un vacío que actualmente se percibe en las regiones productoras de maíces nativos, las cuales no son atendidas por lo general por el Sistema Producto Maíz, ni por los técnicos de las Secretarías Agrícolas de los Estados productores.

Gracias a diversos trabajos de investigación del CIMMYT en Oaxaca, se ha logrado demostrar el valor que tiene la alta variabilidad y potencial de los maíces criollos, para enfrentar las condiciones adversas que genera el cambio climático; estos materiales son una fuente genética que permite incrementar la resistencia a problemas sanitarios como la mancha de asfalto, o desarrollar materiales tolerantes a suelos de baja fertilidad,

CAPITULO IV. HACIA LA COMPETITIVIDAD DE LOS MAICES NATIVOS. DESAFÍOS Y RETOS QUE CONSIDERAR.

Salvo en los casos de autoconsumo o por ciertas costumbres, la demanda y la rentabilidad son la clave para estimular la producción de un determinado producto agroalimentario y en el caso del maíz no es la excepción. El éxito de cualquier programa depende de la capacidad de incrementar la rentabilidad del productor, lo cual no siempre es sinónimo de elevar la productividad²².

En este sentido, un proyecto que fomente los maíces nativos para la producción de tortillas nixtamalizadas artesanales y otros productos de alta calidad requiere de la participación decidida de instituciones como SAGARPA, de la coordinación interinstitucional y la integración de todos los actores de la cadena; con el fin de fomentar la demanda mediante una campaña de información y diferenciación, facilitando así los encadenamientos productivos.

Un factor relevante que considerar es la habilidad de productor, algunos han logrado identificar las mejores poblaciones de maíz criollo, que tienen hasta un 15.0% de rentabilidad contra la media global, lo cual se debe al alto precio que pueden llegar a alcanzar estos tipos de maíz y que compensa los menores niveles de productividad.

Es importante identificar los tipos de maíz nativos con mayor potencial de industrialización, en función a la demanda y su regionalización (ver subcapítulo II.4), además de tener su ubicación geográfica georreferenciada, el perfil de los productores y sus necesidades de apoyo para la producción comercial de los mismos, haciendo énfasis en los maíces de colores.

IV.1. El desafío de la productividad y la rentabilidad

Según la información del INIFAP, Toluca, la cadena del maíz es de una alta complejidad. Por lo general los maíces nativos tienen baja productividad porque se cultivan en suelos con dificultades de fertilidad, muy bajos en materia orgánica, con problemas de erosión, altos niveles de acidez y en muchas regiones con limitantes de agua.

²² Comentario del Dr. Benjamín Zamudio, investigador del INIFAP, Toluca.

Existe una serie de indicadores y factores técnicos (tabla 15), que deben ser utilizados como referencia para tener una primera aproximación sobre los posibles escenarios de productividad y rentabilidad que puede tener un proyecto de fomento de maíces nativos para la elaboración de tortillas de alta calidad y otros productos gastronómicos.

Tabla 15. Factores de rendimiento, productividad y precio en la cadena de maíz-tortilla²³

Variable	Valor
Rendimiento de maíces nativos de pequeños productores	0.5 – 5 tm/ha
Rendimiento del maíz blanco comercial	3 - 4 tm/ha
Rendimiento de maíz híbrido blanco	10 - 12 tm/ha
Rendimiento maíz - masa – tortilla	1 kg maíz = 1.75 – 2.37 kg masa = 1.50 – 1.95kg tortilla.
Tiempo de cocción del maíz en la nixtamalización	De 40 minutos hasta 2 horas según el tipo de grano
Tiempo de remojo del nixtamal	14 – 16 horas
Rendimiento grano – masa	1 kg de maíz produce de 1.75 a 2.37 kg de masa nixtamalizada
Rendimiento masa nixtamalizada – tortilla	1 kg masa nixtamalizada produce 823 - 857 gr de tortilla
Rendimiento grano – tortilla	1 kg de maíz = 1.5 – 1.95 kg de tortilla
Número de tortillas por kg en fabricación mecánica	25 – 30 unidades tortilla normal 36 – 40 tortillas delgadas
Número de tortillas por Kg en fabricación manual	15 – 22 unidades según grosor
Precio normal de las tortillas (pesos)	13.0 – 19.0 / kg según región
Precio masa nixtamalizada (pesos)	12.0 – 14.0 / kg
Precio tortillas artesanales hechas a mano (pesos)	12.0 – 19.0 / kg según región
Precio tortillas azules hechas a mano (pesos)	15.0 – 20.0 / kg según región
Precio tortillas especiales con trigo y avena (pesos)	17.0 / kg
Precio tortillas con maíces de un solo origen en supermercados de alto valor (pesos)	8.0 / 10 unidades (12.0 – 18.0 / kilo)
Precio sopes (pesos)	17.0 / docena
Precio del maíz blanco al productor en finca (pesos)	3.5 - 4.7 / kg.
Precio del maíz de colores al productor en finca (pesos)	9.0 – 12.0 / kg.
Precio maíz blanco bolita (pesos)	10.0 / kg
Precio maíz rojizo de Oaxaca (pesos)	20.0 / kg
Precio maíz de colores de exportación para restaurantes gourmet (empacado al vacío) (pesos)	30.0 / kg
Precio de maíces orgánicos (pesos)	10.0 / kg
Precio del maíz blanco híbrido de empresas industriales (pesos)	4.9 / kg
Precio de semilla de maíces nativos (pesos)	15.0 – 16.0 / kg
Precio de las harinas de maíz en presentación industrial (pesos)	9.40 - 10.50 / kg
Margen estimado de utilidad para una empresa tortilladora	12 – 25%

Fuente: Elaboración propia.

²³ La información técnica se recopiló de un conjunto de entrevistas a productores, empresarios y profesionales, estas personas suministraron información sobre diversos factores relacionados con la productividad y rendimientos en la cadena maíz – tortilla. También es producto de las visitas al Sitio Experimental Valle de Toluca del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), trabajo de campo en Tlaxcala y reuniones en Centros de Investigación en Ciudad de México (Colegio de Postgraduados (COLPOS), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Departamento de Agroindustria de Cereales y la Tortillería de la Universidad Autónoma de Chapingo), realizadas durante los meses de marzo y julio del 2017.

Así podemos estimar los siguientes rangos de ingreso bruto para los diversos tipos de maíz por hectárea:

- Maíz nativo convencional de baja productividad debe generar un ingreso bruto entre los 1,500 y los 22,500 pesos
- Maíz blanco comercial (con aplicación de fertilizantes y otros insumos), puede generar un ingreso bruto entre 10,500 y 18,800 pesos.
- Maíces híbridos de alto rendimiento, aplicando un paquete tecnológico intensivo en insumos, con acceso a riego y mecanización, el ingreso bruto puede ir de los 35,000 hasta 56,400 pesos por hectárea.

Es necesario conocer la productividad de los diversos materiales, los métodos de producción primaria, por ejemplo, si es maíz orgánico; el precio que requiere el productor para compensar los diferenciales de productividad con las variedades mejoradas; las opciones para dar valor agregado a través de la nixtamalización y los lugares en los cuales se comercializará el grano o la masa para la elaboración artesanal de tortillas de colores para el consumidor final.

Los productores de maíces nativos pueden obtener importantes ingresos, incluso a niveles superiores a los que logran los productores tecnificados de maíces híbridos, si logran comercializar su producción en nichos de mercado diferenciados de alto valor.

Por ejemplo, la exportación de maíces nativos de colores para restaurantes gourmet, pueden generar ingresos brutos de hasta 120,000 pesos por hectárea. Si se considera un escenario de baja productividad (1.0 tm/ha), el ingreso bruto del productor de maíces nativos puede ir de los 10,000 hasta los 30,000 pesos/ha; mientras en un escenario de productividad medio alto (4.0 tm/ha) el ingreso puede ir de 40,000 hasta 120,000 pesos por hectárea, dependiendo del precio y mercado al cual se logre vender el producto (tabla 16).

Tabla 16. Estimación de los ingresos brutos de maíces nativos vendidos en nichos de mercado de alto precio y su diferencial con el ingreso del maíz híbrido de alto rendimiento.

Tipo de maíz	Ingreso bruto estimado al productor en finca (pesos por hectárea)			
	Escenario de productividad del maíz nativo			
	1 tm/ha	2 tm/ha	3 tm/ha	4 tm/ha
Maíz negro	12,000	24,000	36,000	48,000
Maíz blanco bolita	10,000	20,000	30,000	40,000
Maíz rojizo de Oaxaca	20,000	40,000	60,000	80,000
Maíz de colores de exportación para restaurantes gourmet (empacado al vacío)	30,000	60,000	90,000	120,000

Maíces orgánicos	10,000	20,000	30,000	40,000
------------------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

Según lo consultado con los expertos, es más relevante en una primera etapa, identificar opciones de comercialización en nichos de mercado de alto precio para el maíz nativo y una vez garantizado el mercado, realizar innovaciones que incrementen la productividad por unidad de área. Es decir, primero conocer la cadena productiva y una vez definido el mercado meta desarrollar la cadena de valor.

Sin embargo, los niveles de productividad de los maíces nativos pueden incrementarse aplicando algunos principios y recomendaciones agronómicas, reduciendo las distancias de siembra, mejorando la fertilidad del suelo, realizando prácticas de manejo integral de plagas y enfermedades, efectuando análisis de suelos para determinar deficiencias, realizando prácticas conservacionistas como mínima labranza, entre otras; sin llegar necesariamente a altos niveles de productividad. Es importante diseñar un paquete tecnológico *ad hoc*.

La competitividad del maíz nativo está en función del nivel de ingreso bruto del maíz híbrido de alto rendimiento. En otras palabras, si el maíz nativo genera ingresos similares al maíz híbrido, existirá interés en fomentar su cultivo, muchos productores se sentirían motivados a cultivar maíz criollo.

En la tabla 17, se observa el diferencial del ingreso bruto de diversos tipos de maíces nativos respecto al maíz híbrido de alto rendimiento. Los bajos niveles de productividad restan competitividad a la producción del maíz nativo respecto a los híbridos, así como el precio que algunos de estos productos tienen en el mercado; por ejemplo, el maíz orgánico y el blanco bolita tiene un precio en el mercado de 10.0 pesos por kilo, lo que representa un 185% superior al precio del maíz híbrido y pese al diferencial solo tiene rentabilidades ligeramente superiores en los escenarios considerados de alta productividad para los maíces nativos.

Tabla 17. Diferencial de ingreso entre diversos tipos de maíces nativos y el maíz híbrido de alto rendimiento

Tipo de maíz	Ingreso bruto del maíz nativo (Ingreso estimado del maíz híbrido 35,000 pesos por hectárea)			
	Escenario de productividad del maíz nativo			
	1 tm/ha	2 tm/ha	3 tm/ha	4 tm/ha
Maíz negro	-23,000	11,000	1,000	13,000

Maíz blanco bolita	-25,000	-15,000	-5,000	5,000
Maíz rojizo de Oaxaca	-15,000	5,000	25,000	45,000
Maíz de colores de exportación para restaurantes gourmet (empacado al vacío)	-5,000	25,000	55,000	85,000
Maíces orgánicos	-25,000	-15,000	-5,000	5,000

Fuente: Elaboración con información del SIAP.

Otra consideración para efectos de un posible proyecto piloto para la elaboración de tortillas de alta calidad, es que las mismas se pueden producir tanto a base de maíces nativos, como de maíz híbrido, por lo que la materia prima si puede tener un alto impacto en el precio final de las tortillas y afectar de forma negativa el desarrollo del proyecto, razón por la cual es importante identificar las opciones tecnológicas que permitan incrementar la productividad agrícola de los maíces nativos en el corto plazo, con el fin de tener precios competitivos que no afecten negativamente la cadena.

Existen diferencias en los costos de producción del maíz nativo según el tipo de producción, los sistemas agroecológicos²⁴ tienen costos superiores al tener una mayor cantidad de actividades agrícolas y demanda de mano de obra, mientras que el sistema convencional baja el costo por el uso de los fertilizantes químicos y de herbicidas para el control de malezas; tal y como se observa en la tabla 18, la técnica agroecológica es un 30% más costoso que el sistema convencional.

Tabla 18. Costos de producción del maíz nativo bajo un sistema agroecológico y con un sistema convencional que utiliza insumos químicos

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo sistema agroecológico (pesos)	Costo sistema convencional (pesos)
Limpieza	Jornales	2	300	300
Barbecho	Hectárea	1	1,200	1,200
Semilla	Kilogramos	22	400	400
Surcada y siembra	Hectárea	1	650	650
Herbicida	Litro	1	-	150
Aplicación de herbicida	Jornales	2	-	300
Escarda	Hectárea	1	550	550
Enderezar planta	Jornales	1	150	150
Fertilizante (abono orgánico sólido)	Tonelada	2	3,600	-
Fertilizante químico	Kilogramo	300	-	2,350
Aplicación de fertilizante orgánico	Jornales	4	600	-
Aplicación de fertilizante químico	Jornales	2	-	300
Flete (Centro de distribución-Ixtenco-parcela)	Viaje	1	600	-
Flete abono químico	Viaje	1	-	300
Labra	Hectárea	1	550	550

²⁴ La agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que, además, son culturalmente sensibles y socialmente y económicamente viables.

Enderezar milpa	Jornal	1	150	150
Aplicación de fertilizante foliar	Hectárea	1	500	-
Traslado agua para foliar	Viaje	1	200	-
Fertilizante (foliar)	Litros	2	400	-
Segunda	Hectárea		550	550
Enderezar milpa	Jornal	1	150	150
Desyerbe	Jornal	12	1,800	-
Herbicida	Litros	1	-	150
Aplicación de herbicida	Jornales	2	-	300
Traslado de agua para herbicida	Viaje	1	-	300
Aplicación de fertilizante foliar	Hectárea	1	500	-
Fertilizante (foliar)	Litros	2	400	-
Traslado agua para foliar	Viaje	1	200	-
Enderezar milpa	Jornal	1	150	-
Pixca	Jornal	13	1,950	1,950
Traslado de mazorca	Viajes	2	600	600
Desgranado y limpieza	Tonelada	1	400	400
Almacenamiento entre cosecha y desgranado y/o comercialización (*).	Bodega	1	1,250	1,250
Renta de tierra	Hectárea	1	2,000	2,000
Supervisión del cultivo (medio jornal) (*)	Visitas	10	750	750
TOTAL			20,550	15,750

(*) Valores estimados no proporcionados por la fuente.

Fuente: Elaborado en base a información proporcionada por el Sr. Cornelio Hernández, productor de maíz nativo. Ixtenco, Tlaxcala. julio 2017.

El rendimiento del maíz nativo depende de varios factores, como por ejemplo el tipo o variedad de maíz, la calidad de la semilla utilizada, la densidad de siembra, las condiciones del suelo (fertilidad, acidez, drenaje), el clima (luminosidad, velocidad del viento, precipitación y temperatura), del paquete tecnológico utilizado (nutrición, control de malezas, riego, manejo integrado de plagas y enfermedades), entre otros factores; sin embargo, en términos generales, el costo por tonelada métrica de maíz disminuye al incrementarse el rendimiento por unidad de área, en este sentido a mayor productividad o rendimiento, menor es el costo por tonelada.

Si se usa como parámetro el costo de producción más alto por hectárea: 20,550 pesos para maíz bajo el sistema agroecológico, y lo comparamos contra el ingreso bruto estimado de los diversos tipos de maíces nativos en función a la referencia del valor por kilogramo, se pueden estimar los ingresos netos por cada uno de los escenarios de productividad, en la tabla 19, se observa que a bajos niveles de productividad la mayor parte de los maíces nativos generan pérdidas.

Asimismo, se estima que un programa de fomento que logre vender los maíces nativos en los mercados de alto valor económico, una mejora en la productividad puede generar un alto incremento en los ingresos de los productores, incluso alcanzando ingresos superiores al de los productores de maíces híbridos de alto rendimiento y tecnificación.

Tabla 19. Estimación de los ingresos netos de maíces nativos agroecológicos, vendidos en nichos de mercado de alto precio.

Tipo de maíz	Ingreso neto estimado al productor en finca (pesos / ha)				
	Productividad				
	1 tm/ha	2 tm/ha	3 tm/ha	4 tm/ha	5 tm/ha
Maíz negro	-8,550	3,500	15,450	27,450	39,450
Maíz blanco bolita	-10,550	-550	9,450	19,450	29,450
Maíz rojizo de Oaxaca	-550	19,450	39,450	59,450	79,450
Maíz de colores de exportación para restaurantes gourmet (empacado al vacío)	9,450	39,450	69,450	99,450	129,450
Maíces orgánicos	-10,550	-550	9,450	19,450	29,450

Fuente: Elaboración propia

Se considera que el margen de intermediación de los comercializadores de maíz nativo puede oscilar entre los 8.0 y 10.0 pesos por kilogramo, el precio del grano nativo para las empresas nixtamalizadoras, las empresas productoras de harinas nixtamalizadas o para los restaurantes, estaría entre los 17.0 y los 40.0 pesos por kilogramo; contra un precio de venta de los maíces híbridos en grano por las industrias comercializadoras de maíz entre 4.9 y 5.5 pesos por kilogramo; lo cual representa un diferencial en el costo de la materia prima que puede ser de 3 a 7 veces superior.

IV.2. El gran reto: producción, comercialización y mercado

Los pequeños y medianos agricultores de maíz en general se enfrentan a graves problemas en la comercialización de su producto, provocado en parte por los bajos precios de compra de los intermediarios o de las industrias, por la falta de un mercado diferenciado para las poblaciones de maíces nativos, por la escasa organización de los productores para encontrar mercados y comercializar en bloque, con el fin de ofrecer un mayor volumen y un abastecimiento más regular a lo largo del año.

Otros problemas importantes de la producción primaria están asociados a los efectos negativos de la variabilidad climática, a la baja fertilidad de los suelos y su erosión; a la proliferación de malezas más agresivas y difíciles de combatir; a la presencia de plagas y enfermedades; así como la ausencia de estrategias de investigación aplicada y transferencia tecnológica; el resultado final es una baja rentabilidad del cultivo que incentiva la migración de las zonas rurales.

Algunas acciones que podrían contribuir a resolver algunos de estos problemas para los productores de maíces nativos son:

- Promoción del consumo del maíz criollo en mercados diferenciados de alto precio.
- Brindar apoyos financieros tanto para la producción como para la comercialización de maíces nativos en función al mercado.
- Fortalecer las redes urbano-rurales con énfasis en la valoración de maíces criollos.
- Fortalecer las redes comunitarias de comercialización y la infraestructura.
- Facilitar el intercambio de semillas y de granos de maíces nativos.
- Aumentar la rentabilidad y competitividad de los maíces criollos (mayor productividad por área sembrada).
- Identificar mercados diferenciados por tipo de maíz, certificarlo y asegurar su origen al consumidor mediante la trazabilidad y el etiquetado.
- Desarrollar o fortalecer organizaciones de productores y redes.
- Utilizar certificaciones como “comercio justo”, “producción orgánica”, etc.
- Vincular la producción primaria con los demás eslabones de la cadena.

Los maíces nativos pigmentados poseen propiedades nutracéuticas, por su alto contenido de antocianinas, las cuales poseen actividad biológica benéfica (antioxidante) derivada de sus metabolitos secundarios, Estos compuestos tienen una acción positiva en la salud al atacar radicales libres, los cuales se involucran en el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas.

El mercado de los alimentos nutracéuticos y alimentos funcionales se ha incrementado como resultado de la demanda de estos productos por parte de los consumidores. Los compuestos fenólicos (CF) se incluyen dentro de un grupo de moléculas bioactivas no nutritivas (fitoquímicos) contenidas en frutas, vegetales y granos; el maíz contiene mayor cantidad de fenoles y capacidad antioxidante que otros cereales como trigo, arroz y avena.

La nixtamalización tradicional es un proceso agresivo para las antocianinas contenidas en los granos pigmentados, ya que provoca pérdidas hasta de 100 % en los productos obtenidos por esta tecnología. No obstante, se puede retener una mayor cantidad de compuestos fenólicos, antocianinas y mayor capacidad antioxidante en productos obtenidos con nixtamalización por extrusión y nixtamalización fraccionada, los cuales son procesos alternativos eficientes a la nixtamalización tradicional. Sin embargo, son necesarias más investigaciones que permitan

disminuir la pérdida de estos compuestos naturales útiles para la obtención de nuevos productos nutraceuticos desarrollados con maíces pigmentados.

Buscar que la producción primaria de los maíces criollos sea rentable, es todo un desafío. Sin embargo, si se considerará algunas medidas, se podría alcanzar dicho propósito. Por ejemplo:

- La rentabilidad debe ser al menos similar a la del maíz híbrido blanco, con el fin de hacer atractivo la producción y conservación de los diversos tipos de maíces nativos, incluso los de colores.
- Debe existir un programa de mejoramiento de la productividad de las variedades nativas.
- Fomentar que los maíces nativos se destine una mayor proporción para el mercado, una vez que se haya satisfecho el autoconsumo.
- Planificar la estacionalidad de la producción para que no exista desabasto en el mercado. Se sabe que el 62.5% se produce entre los meses de noviembre y enero (68,750 toneladas métricas); el 17.3% se cosecha entre mayo y junio (19,030 toneladas métricas) y el 20.2% se recolecta en los siete meses restantes (22,220 toneladas métricas).
- Elevar el rendimiento promedio del cultivo de los maíces nativos de los pequeños productores. Actualmente, oscila entre 0.5 y 5.0 toneladas métricas por hectárea, en tanto, el promedio nacional es de 3.4 toneladas métricas por hectárea.
- Incrementar el volumen de producción de maíz de colores. A la fecha se estima en 110,000 toneladas métricas, con un promedio mensual de 9,167 toneladas métricas.
- Implementar de un programa que fomente la demanda de los maíces nativos.
- Desarrollar una plataforma virtual que permita visibilizar la oferta de maíces nativos y la demanda de estos granos.
- Vincular la producción de maíces nativos (especialmente de colores) con las cadenas de valor agregado como producción de harinas, nixtamalizadores, fabricantes de tortillas y otros derivados del maíz, restaurantes, etc. Es decir, crear sinergias con otras cadenas de valor identificando a los maíces nativos como un producto sustituto o como un bien complementario.
- Garantizar un adecuado manejo, calidad e inocuidad de la oferta de maíces nativos, mediante adecuados métodos de empaque y conservación.

IV.3. Generación de valor agregado en base a variedades nativas

De acuerdo con el trabajo de campo y de la revisión bibliográfica realizada, existe muchas variedades nativas de maíces de colores que pueden ser utilizadas para generar valor agregado,

tanto en la producción de masa nixtamalizada, como para la producción artesanal de tortillas y productos culinarios de alta calidad.

CONABIO, por ejemplo, ha integrado una lista de las posibles variedades nativas de maíces de colores (Tabla 20), que pueden ser utilizadas para los procesos de nixtamalización para la producción artesanal de tortillas:

Tabla 20. Tipo de grano y razas nativas con posibilidades de generar valor agregado

Tipo de color del grano	Razas nativas de maíces de colores	
Razas de color negro o morado	<ul style="list-style-type: none"> • Palomero de Jalisco • Elotes cónicos • Negrito • Dulce • Azul • Elotes occidentales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bofo • Elotero de Sinaloa • Olotillo • Olotón • Negro de Chimaltenango
Razas de color rojo	<ul style="list-style-type: none"> • Dulce • Apachito • Serrano de Jalisco • Tablilla de ocho 	<ul style="list-style-type: none"> • Chapalote • Motozinteco • Serrano.

Fuente: Elaborado con información de CONABIO.

Sin embargo, existen serias preocupaciones por la extinción de especies y variedades; para prevenir esta pérdida de diversidad biológica, es necesario identificar mercados que estén dispuestos a pagar por esa conservación, señalan los expertos consultados.

El valor de la biodiversidad puede ser muy diferente, dependiendo del enfoque que se utilice; en la valoración económica existen tres principios importantes:

- a. Los bienes se valoran económicamente en la medida que existe una escasez relativa en relación con su demanda, no en función de su utilidad. Cuanto más escaso resulte el bien para satisfacer su demanda, su valor económico se incrementa ya que la disposición a pagar por obtenerlo resulta mayor.
- b. Muchos bienes pueden ser considerados como únicos, pero ello no significa que todos los bienes tengan un gran valor.

- c. Los bienes más valiosos son aquellos que serán usados cuando otros no existan (y, por lo tanto, son marginales), y ello resulta diferente a pensar que los bienes con mayor valor son aquellos que parecen estar en uso.

Si bien existen antecedentes sobre programas de conservación y mejoramiento genético en diversos centros de investigación e instituciones de educación superior así como iniciativas federales y estatales, la innovación principal es considerar a los productores como protagonistas derivando en una estrategia de conservación y mejoramiento genético denominada “Maíz con rostro”, que considera una serie de elementos que conforman un sistema de rescate, identificación, mejoramiento y conservación de material genético, sustentado en el principio de que son los campesinos propietarios de este material quienes deben verse directamente beneficiados con el programa.

Se reconoce a los campesinos e indígenas como “custodios”²⁵ de la diversidad genética, transformándolos en actores protagónicos y conscientes del papel que han jugado en el mantenimiento y generación de germoplasma del maíz nativo de manera ancestral.

El proyecto ha implementado innovaciones en el sistema integrado de conservación y mejoramiento genético de razas de maíces criollos, que propicia su diversidad en beneficio de los productores y considerando el involucramiento de éstos en el sistema. Las principales innovaciones que se observan a la fecha son:

Innovación de organización:

- Formación de redes de custodios.
- Sistemas de información.
- Georreferenciación.

Innovación de proceso:

- Siembra: uso de semilla del mismo origen, pero seleccionada con base en criterios definidos por los productores.
- Desarrollo del cultivo: caracterización, evaluación y selección de la mazorca en planta.
- Cosecha: selectiva con base en plantas seleccionadas.

²⁵ Los “custodios” adquieren a través del PMMM una metodología, que sumada a sus conocimientos tradicionales les permiten caracterizar, evaluar y seleccionar el material genético con base en sus propios criterios de utilidad, siendo el valor de uso que los agricultores otorguen a ese maíz el eje rector del proceso de selección.

- Beneficiado: compuesto general, compuesto balanceado, tratamiento de la semilla, envasado y personalizado de la semilla.
- Conservación del material genético: conservación *in situ* y conservación *ex situ*, Banco Nacional de Germoplasma de Maíces Mexicanos (BNGMM).
- Estudios especializados complementarios: huella genética, análisis bromatológico, estudios de colorimetría.

Innovación de producto

- Agregación de valor a través de selección genética.
- Cambio en la percepción de producir granos a producir semilla.

Innovación de mercadotecnia

- Venta de semilla por la obtención de un producto mejorado con base en selección genética.

Por su parte, la Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz de México (CNPAMM) impulsa la adopción de prácticas empresariales en los productores y fomenta el orden en la oferta de maíz para los diferentes nichos de mercado en México. La confederación tiene diferentes estrategias (tabla 21), que se aplican a distintos tipos de productores y de maíz:

Tabla 21. estrategias de la CNPAMM para apoyar a productores de maíces nativos

Estrategia	Tipo de maíces	Tipología de productor	Alcance	Alianzas estratégicas
Modelo de Agronegocios Integral y Sustentable (Modelo MAIS)	Maíz Amarillo. Blanco. Azul. Especialidades	Campesinos en transición al mercado	Para campesinos en transición que producen maíz amarillo, blanco, azul y especialidades que generan economías de escala	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proveedores de tecnología ▪ Proveedores de insumos y maquinaria ▪ Sistema Producto Maíz ▪ Universidades ▪ Técnicos ▪ Gobierno Federal y Estatal
Agricultura por contrato (AxC)	Maíz Amarillo	Campesinos empresarios	Agricultura por contrato para campesinos empresarios que siembran maíz amarillo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IDAQUM ▪ Sector pecuario ▪ Sistema Producto Maíz
Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos (PMMM)	Razas nativas. Maíces criollos y de autoconsumo	Campesinos indígenas tradicionales y de autoconsumo	Para campesinos indígenas tradicionales con producción de autoconsumo que busca proteger la diversidad genética del maíz, razas nativas, maíces criollos y de autoconsumo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunidades de custodios ▪ Fondos de apoyo ▪ Técnicos ▪ Universidades ▪ Gobierno Estatal

PRO-100	Maíz Blanco y azul	Campesinos en transición empresarial incorporados al mercado	Desarrollo de proveedores en radios de 100 km de la zona de consumo para campesinos en transición empresarial incorporados al mercado. El objetivo es desarrollar campesinos productores de maíz blanco y azul como proveedores en las regiones con potencial productivo cercanos a las plantas de la industria harinera y nixtamalera.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CANAMI ▪ Masa y tortilla ▪ Transportistas ▪ Almacenes ▪ Sistema Producto Maíz
---------	--------------------	--	--	---

Fuente: CNPAMM.

En el caso de la biodiversidad del maíz existen varios problemas sobre su valoración, entre ellos destacan:

- El valor de los maíces colectados baja conforme se repite la misma propiedad o tipo varias veces.
- La colecta de maíces nativos y de colores, debe poner mayor énfasis en aquellos que son diferentes de los otros y que van a resultar más valiosos por su escasez relativa.
- Lo que se busca es identificar aquellos maíces nativos y de colores diferentes y no necesariamente valorar toda la diversidad.
- Se debe evitar la sobrevaloración de los maíces nativos, cuando el propósito de la conservación es proteger y mejorar las variedades cultivadas comercialmente.
- Existe competencia entre la producción y la conservación del acervo genético; si la agricultura menos productiva y una demanda es inelástica, el resultado es una menor disponibilidad de tierra para la conservación de la biodiversidad.

El Convenio de Diversidad Biológica y el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos²⁶ contemplan tres objetivos en cuanto a la biodiversidad y los recursos fitogenéticos:

- Su conservación
- El uso sostenible
- El reparto de beneficios derivado de su aprovechamiento.

²⁶ Los objetivos del Tratado Internacional sobre los recursos filogenéticos son la conservación y la utilización sostenible de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, para una agricultura sostenible y la seguridad alimentaria. Más información en <http://www.fao.org/plant-treaty/es/>

La mayor parte de los organismos nacionales e internacionales enfocan sus políticas y acciones en el primer aspecto, la conservación, descuidando los otros dos. Sin embargo, una iniciativa para el fomento del cultivo de maíces nativos para la elaboración de productos artesanales de alta calidad como tortillas y otros productos para un mercado de alto poder adquisitivo, permitiría avanzar en el uso sostenible y en el reparto de beneficios a los productores.

La erosión genética es la suma del reemplazo de un germoplasma antiguo o nativo por una variedad moderna de la misma especie, el desplazamiento por otra especie y la pérdida de genes en las poblaciones, esto es el origen del peligro en la conservación. En la tabla 22, se muestran los estados de conservación de diversas familias de maíz; llama la atención que existan razas que casi extinta, mientras que otras están en peligro de perderse, tienen distribución restringida o han sido desplazadas por maíces mejorados.

Tabla 22. Estado de conservación de las diversas razas de maíz en México

Razas	Estados de conservación de las razas de maíz en México
(1): Tehua	Casi extinta.
(6): Jala, Zamorano, Vandefío, Zapalote Grande, Pepitilla y Chapalote	En peligro de extinción.
(9): Palomero Toluqueño, Palomero de Chihuahua, Apachito, Blando, Chiquito, Nal-Tel, Tepecintle, Dulcillo del Noroeste y Conejo	De frecuencia rara en áreas amplias.
(5): Complejo Serrano de Jalisco, Tablilla, Ancho, Mushito, Serrano Mixe.	De distribución restringida.
(9): Arrocillo, Elotes Cónicos, Cacahuacintle, Dulce, Elotes Occidentales-Bofo, Onaveño, Olotillo, Reventador y Ratón	Abundantes en áreas amplias.
(9): Cónico, Cónico Norteño, Chalqueño, Bolita, Olotón, Comiteco, Zapalote Chico, Cristalino de Chihuahua y Tabloncillo Perla	Dominantes en su área de distribución.
4): Tabloncillo, Celaya, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño	Que antes eran dominantes y que han sido desplazadas en gran parte por maíces mejorados.

Fuente: Kato. 2009.

Los trabajos con maíces nativos deben considerarse los siguientes factores:

- Participación de especialistas de conservación *in situ* de maíz criollo. Estos procesos de conservación pueden ser más relevantes que los materiales específicos.
- Es importante que exista un contacto estrecho entre productores y fitomejoradores convencionales.
- Los maíces criollos tienen virtudes, pero también deficiencias, por lo que resulta necesario mejorarlos para maximizar sus propiedades benéficas.

- Participación de las comunidades indígenas y locales, en la identificación de prácticas modernas de manejo que puedan usarse para fortalecer y desarrollar su propia estrategia para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.
- Brindar transferencia y capacitación sobre el manejo y conservación de semilla, ya que el 70.0% de los productores seleccionan sus semillas de forma tradicional a partir de granos de su propia cosecha.
- Brindar orientación técnica de la producción con base en las recomendaciones agronómicas y la experiencia de los productores.
- Producción de granos de tipos específicos de maíz para usos especiales como por ejemplo la producción de tortillas.
- Dar mayor atención a los métodos tradicionales de procesamiento (nixtamalización) así como a otros subproductos.
- Brindar orientación hacia la venta de productos con valor agregado de la cadena productiva en lugar de granos de maíz.
- Prestar atención a la importancia de las prácticas agrícolas, incluida la selección de semilla.
- Motivar la incorporación de los campesinos y, principalmente, sus hijos.
- Apoyar el cultivo con el establecimiento de centros de acopio y distribución, así como de precios de garantía para dar certidumbre al productor.

El programa de conservación de los recursos fitogenéticos, por su parte, desarrolló dos estrategias de conservación a seguir:

- *Ex situ*: consiste en la conservación de maíz fuera del ambiente donde crece o se siembra, por ejemplo, bancos de germoplasma, colecciones de campo, de trabajo, *in vitro* y cuartos fríos.
- *In situ*: consiste en promover entre los agricultores la siembra de las principales razas de maíz en su lugar de origen de forma permanente, para lo cual el SINAREFI implemento el programa de "custodios"²⁷.

A partir de este programa se logró integrar una base de datos de las colecciones de maíz de los principales bancos de germoplasma como CIMMYT, UACH e INIFAP, además de la base de

²⁷ Cuyo requisito principal era que sembraran una variedad nativa representativa de la raza y lo hubiesen hecho por un largo tiempo.

datos de CONABIO, lo que permitió identificar el número de razas y accesiones resguardadas en estos bancos, así como definir su distribución actual y potencial para cada una de las razas en México.

En el caso de la estrategia *"In situ"*, a partir de la base de datos de las colecciones de los bancos de germoplasma, se elaboró un mapa de la diversidad de razas en el país y se identificaron posibles productores a quienes se les denominó "custodios".

A este productor se le daba un apoyo económico para el cultivo de una hectárea (10 mil pesos en insumos o mano de obra). El compromiso del agricultor consistía en repartir, para el siguiente ciclo, un máximo de 100 kg de semilla a todos los vecinos que lo quisieran, con la finalidad de ampliar la superficie sembrada de esa raza, ya que se había previamente documentado que muchas de estas razas se siembran en una superficie muy limitada; por ejemplo, los maíces palomeros y dulces.

Con los "custodios" se trabaja el mejoramiento participativo, que consiste en eliminar caracteres no deseados (problemas fitosanitarios, acame, bajo rendimiento, etc.) conservando esta diversidad a través de la selección masal.

Finalmente, era importante promover los usos especiales de estas razas para generar un valor agregado a su producción. Para esto, se promovió la creación de cooperativas regionales que elaboraran productos específicos (tlayudas, totopos, pinole, etc.), para su comercialización a nivel nacional o internacional.

IV.4. El proceso de nixtamalización y generación de valor en el maíz

El papel que el maíz ha desempeñado en la historia de Mesoamérica es indiscutible y en parte se debe al método ancestral prehispánico utilizado en el procesamiento del grano (nixtamalización) que le confiere un alto valor nutritivo y es clave en la elaboración de la tortilla, el principal alimento en la dieta del pueblo mexicano y base de su supervivencia desde hace más de 3,500 años.

La composición química del grano y su valor nutritivo, dependen del genotipo de la variedad, el ambiente y las condiciones de siembra; el maíz aporta proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y carbohidratos esenciales para el ser humano. En el cereal se encuentra un 10% de proteína y

una buena parte se localiza en el germen del grano; su calidad nutritiva está definida por el contenido de los aminoácidos esenciales y en ese sentido la calidad de las proteínas del maíz es sobresaliente.

El grano contiene alrededor de 5.0% de grasas, principalmente en el germen, contiene bajos niveles de grasas saturadas y ácido linoleico, que es parte de un grupo de compuestos bioactivos relacionados con la nutrición y salud.

En el caso del maíz amarillo destacan dos vitaminas solubles en grasa, β -caroteno o provitamina A y vitamina E, y la mayoría de las vitaminas solubles en agua y minerales, el más abundante es el fósforo, seguido por el potasio, magnesio y azufre. El contenido de algunos minerales es muy variable dependiendo de los tipos de maíz, consumir 250 gramos de un maíz que contenga altos contenidos de hierro, a pesar de las posibles pérdidas que se presentan durante la nixtamalización y su biodisponibilidad, podría cubrir 50% de los requerimientos mínimos diarios de este mineral en la dieta humana. En relación con el almidón, el grano maduro presenta en promedio 72.0%, y prácticamente todo está presente en las células del endospermo.

Existen varias ventajas que favorecen al maíz nixtamalizado por sobre la harina de trigo, varios estudios han demostrado que las tortillas presentan una proteína cuya calidad es mejor que la del pan blanco.

En México los grupos sociales con bajos ingresos están dejando de consumir tortilla por una idea equivocada de lo que es el estatus social, y lo mismo ocurre en aquellas de altos ingresos, lo que constituye un problema serio si se desea impulsar el consumo de tortillas o comida gourmet del maíz criollo. Deberían entender que, en comparación con productos de harinas de trigo refinadas como el pan blanco, el consumo de tortilla incrementa el de fibra y otros importantes nutrientes. El renunciar a este alimento, sea por ignorancia o por otros factores, lleva a la pérdida de los enormes beneficios nutrimentales y medicinales.

Según el estudio del INIFAP sobre producción, rendimiento y calidad de la tortilla de grano de cinco híbridos de maíz en Valles Altos del Estado de México, existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tipos de maíz para el proceso de nixtamalización, sobre factores como tiempo de cocción, rendimiento de masa y tortilla por kilogramo de grano, facilidad de "maquinabilidad" en la elaboración de tortilla; facilidad de hacer el nixtamal y la molienda; así

como los indicadores sensoriales de la tortilla como color, suavidad, resistencia a romperse, “recalentado”, entre otros.

Actualmente, se dispone de procesos alternativos a la nixtamalización tradicional (NT), como la nixtamalización por extrusión (NE) y la nixtamalización fraccionada (NF), que al igual que en la NT, los granos de maíz son sometidos a un tratamiento térmico-alcalino en presencia de exceso o limitada cantidad de agua.

El desarrollo de estos procesos alternativos se debe a que la NT requiere de largos periodos de tiempo y el uso de gran cantidad de agua, que da como subproducto al líquido denominado “nejayote” cuyo pH es elevado y contiene gran cantidad de material orgánico, al cual se le han encontrado pocos usos.

Los procesos alternos se enfocan a la reducción de tiempo de procesamiento y el manejo de las aguas residuales o afluentes contaminantes; para lo cual se han desarrollado tecnologías que optimizan el contenido de antocianinas en productos nixtamalizados para obtener un beneficio adicional a la salud de la población.

La estabilidad de las antocianinas depende principalmente de la presencia de luz, oxígeno, pH, de iones metálicos (Ca^{2+}) y de la temperatura, los maíces con estas biomoléculas son difíciles de procesar.

Durante el procesamiento por NT el maíz es sometido a condiciones de alto contenido de humedad, calor (80 a 105 °C) y un pH elevado (11 a 12), lo que reduce significativamente el contenido de antocianinas en los maíces pigmentados, pérdida que se debe a la gran cantidad de estos compuestos que se solubilizan en el agua de cocción con pH elevado y temperatura extrema, lo que degrada a los compuestos.

Además, otras estructuras químicas derivadas de los polifenoles son afectadas por el rompimiento de enlaces éster y, como consecuencia, se liberan los fenoles a la solución de cocimiento. La mayor parte de estos compuestos se encuentran en el pericarpio del grano y son eliminados durante el lavado del nixtamal.

En el 2003 un grupo de investigadores²⁸ evaluaron el efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas en granos de variedades de maíz de colores rojo y azul producidos en ciertas regiones de México. Este estudio fue uno de los primeros en evaluar los cambios en el contenido y perfil de estos compuestos.

Los autores reportaron que los maíces con pigmentos en el pericarpio presentaron mayores pérdidas (73.0 y 100.0%), en contraste con los granos con pigmentos ubicados en la capa de aleurona que perdieron entre 19.5 y 50.2%, posiblemente por el efecto de protección del pericarpio a la capa de aleurona la cual mostró escaso daño.

Además, registraron un incremento en el contenido de cianidina 3-glucósido en harinas nixtamalizadas de maíz azul, y un cambio en el perfil de antocianinas de maíces de ambos colores, por una degradación de compuestos acilados que da lugar a la formación de nuevas estructuras químicas como antocianinas simples. Otros compuestos son prácticamente destruidos en su totalidad por efecto del pH alcalino.

También señalaron de mayores contenidos de fenoles totales y libres en muestras de masas y tortillas nixtamalizadas mediante el método tradicional, comparados con los valores encontrados en el grano crudo y describieron algunos de los efectos de la NT en el oscurecimiento de masas y tortillas elaboradas con maíces comerciales.

La recomendación técnica es la adición de ácido fumárico (pH 5.2) a las masas de maíz nixtamalizado, para mejorar la retención de antocianinas, fenoles solubles y capacidad antioxidante. Con este procedimiento se logra retener una mayor cantidad de los compuestos de interés, además de que se presenta mayor capacidad antioxidante y una mejor coloración en los productos obtenidos.

La NT disminuye el contenido de antocianinas y fenoles debida al tratamiento térmico alcalino. Sin embargo, la masa y tortilla del maíz morado presenta una mayor capacidad antioxidante, ocasionando por el elevado contenido de antocianinas y fenoles presentes. La pérdida de antocianinas está relacionada con la variedad de maíz utilizada.

²⁸ Escalante, A; Ramírez, B; Torres, P; Barrón, M; Figueroa, J; y López, J. La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (4): 429 - 437, 2013.

IV.4.1. Procesamiento y valor agregado al maíz:

La producción, el rendimiento y la calidad de grano de maíz para la producción de tortillas tiene una percepción diferente por parte de los diferentes actores de la cadena: agricultor - comercializador - industrial de la masa y la tortilla - consumidor.

El 98% de las tortillerías en México utilizan harina de maíz en lugar de nixtamal y, de ellas, un porcentaje muy pequeño operan en forma dual, utilizando también nixtamal para la producción de este alimento.

La nixtamalización se inicia con la adición de dos partes de una solución de cal aproximadamente al 1% a una porción de maíz. Esta preparación se cuece de 50 a 90 minutos, y se deja remojando en el agua de cocción de 14 a 18 horas. Posterior al remojo, el agua de cocción se retira y el maíz se lava dos o tres veces con agua, sin retirar el pericarpio ni el germen del maíz. Se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que llega a tener hasta 45% de humedad.

El maíz nixtamalizado es molido para producir la masa que se utiliza para formar las tortillas y otros alimentos, es importante indicar que el proceso de molienda requiere la adición de agua y que la masa llega a tener de 48.0 a 55.0% de humedad.

La masa, además de utilizarse en la producción de tortillas es también la materia básica para la preparación de otros alimentos. En general, la tortilla preparada a partir de maíz blanco tiene mayor aceptación.

Variedades con grano vítreo o no harinoso requieren tiempos de cocción mayores que los maíces con endospermo tipo harinoso. El contenido de humedad de la masa también es un factor importante, el óptimo para producir tortillas de alta calidad y buena vida de anaquel, que varía según la línea de maíz; los mejores resultados se obtienen cuando la masa tiene de 50.0 a 55.0% de humedad. Una característica importante en la calidad de ciertos productos derivados del maíz es que el pericarpio sea fácilmente removible.

Los productos elaborados a base de maíz se han vuelto muy populares en otros países de América y Europa. Las dos botanas nixtamalizadas por excelencia, los totopos y las tostadas,

están colocadas en el segundo lugar en ventas en el mundo después de las papas fritas, y representan un gran ingreso económico en los Estados Unidos.

A través de los años diversos investigadores han desarrollado nuevos procesos de nixtamalización. La nixtamalización fraccionada (NF) fue desarrollada para la elaboración de harinas nixtamalizadas. En esta técnica, los granos de maíz se remojan en agua a 30°C durante 5 minutos, luego se introducen a un prototipo de decortificador con una velocidad de tornillo de 800 revoluciones por minuto. La separación del endospermo y de las otras partes del grano se basa en la diferencia de densidades del pericarpio, germen y pedicelo. Las fracciones separadas y el endospermo se nixtamalizan a 90°C en soluciones de hidróxido de calcio. Finalmente, las fracciones se secan en un secador de charola y se muelen.

Con la NF se demostró que la NT es un proceso más agresivo para las antocianinas de harinas de maíz azul (pérdida de 95.0%, con respecto al contenido en grano) que la NF, debido probablemente a que la capa del endospermo y del embrión son removidas y nixtamalizadas por separado, lo que permite obtener harinas y tortillas con mayor cantidad de antocianinas (retención de 58.0% con respecto al grano).

El proceso de extrusión también se utiliza para la producción de harinas nixtamalizadas con las que se elaboran subproductos como masa, tortillas y botanas. La nixtamalización por extrusión (NE) se ha aplicado para la obtención de tortillas de maíces azul y rojo, para ser comparados con sus similares obtenidos mediante la NT. La NE pudo retener mayor cantidad de antocianinas en tortillas elaboradas con maíces de color amarillo y rojo, mientras que las tortillas de maíz azul perdieron la misma cantidad de antocianinas que las procesadas con la NT.

El contenido de antocianinas en el maíz azul es significativamente mayor que en los granos rojos, amarillos y blancos. El maíz azul presenta el contenido de antocianinas más elevado que los demás maíces estudiados, con una pérdida de estos compuestos de 53.5% en las tortillas extrudidas.

El cocimiento alcalino por extrusión permite una mayor retención de compuestos fenólicos y, por tanto, mayor capacidad antioxidante en las tortillas. En la obtención de extrudidos nixtamalizados expandidos para producir botanas, se optimizan las variables del proceso de extrusión y del

contenido de Ca(OH)_2 , para obtener botanas con mayor contenido de antocianinas, y con una textura similar a la de productos encontrados en el mercado.

IV.4.2. Valor nutritivo la nixtamalización

La cocción alcalina y el remojo provocan la disolución y el hinchamiento de las capas del pericarpio, facilitando su remoción, en este proceso la fibra dietaria soluble pasa de 0.9% en el maíz a 1.3% en la masa, y a 1.7% en la tortilla. La fibra ha sido reconocida como un componente importante y altamente deseable en los alimentos, ya que ejerce diversas funciones fisiológicas asociadas a la salud.

La nixtamalización también provoca que la estructura que une las células del endospermo se degrade y solubilice parcialmente. La mayoría del germen permanece en el grano durante la nixtamalización, lo que permite que la calidad de la proteína de los productos de la masa no se vea afectada.

Cuando el maíz nixtamalizado se muele se produce la masa, que son fragmentos de germen, residuos del pericarpio y endospermo unidos por el almidón parcialmente gelatinizado, y por las proteínas y los lípidos emulsificados.

Imagen 4. Información sobre la tortilla



Fuente: Notimex.

La nixtamalización incrementa la disponibilidad de la mayoría de los aminoácidos esenciales, el valor nutritivo y la relación de eficiencia proteínica; lo cual es una de las bondades de consumir tortilla, en lugar de maíz sin nixtamalizar. En resumen, la nixtamalización mejora considerablemente en forma global el aporte nutritivo de las proteínas del grano de maíz.

En relación con el calcio, se ha observado que el contenido de este elemento en la masa se ve afectado por la cantidad de cal añadida, las temperaturas de cocción, el tiempo de remojo y el nivel de cal eliminado durante el lavado del grano cocido. Por otro lado, si el maíz se remoja antes de la cocción, el contenido de calcio aumenta en el grano nixtamalizado, que generalmente puede contener alrededor de 30 veces el nivel original de calcio del grano crudo.

En conclusión, el aporte nutrimental que el maíz suministra a la dieta humana es mucho más importante que el que da el maíz sin nixtamalizar.

IV.5. Producción mecanizada y artesanal de las tortillas.

Si consideramos a la población productora de maíz (2.8 millones) y el total de hogares del medio rural (6.9 millones) podemos estimar que al menos 4 millones de familias consumen tortilla elaborada en sus domicilios.

La mayoría de la población urbana y una parte de la población rural adquieren la tortilla elaborada en las tortillerías mecanizadas, ya sea directamente en las mismas o en las establecidas en los supermercados, o en las tiendas de abarrotes o minisúpers que las distribuyen.

IV.5.1. Producción mecanizada de tortillas

El mercado de las tortillas mecanizada atiende a 101 millones de personas, con un volumen de tortilla de 6 millones de toneladas y su valor asciende a más de 81 mil millones de pesos, cifra que permite dimensionar su importancia y porque es el determinante del esquema de precios.

En cuanto a la materia prima utilizada, casi la mitad usa masa de maíz nixtamalizado y la otra parte, utiliza harina de maíz, por lo que se tiene aproximadamente 2 millones de toneladas de cada uno de estos productos, siendo producido el primero por los productores del país a partir de grano abastecido por las grandes empresas comercializadoras de maíz blanco híbrido, y el segundo, de acuerdo a un análisis de la Secretaría de Economía, el 99% lo producen 6 empresas harineras en más de 24 grandes plantas, de las cuales más del 70% lo produce una sola empresa, MASECA²⁹.

²⁹ Maseca es nuestra marca global líder de harina de maíz, que además de haber logrado llevar a través de la tortilla, el sabor de México a todo el mundo es un importante participante en el mercado de Grits de maíz en Europa, África y

Otra de las empresas harineras es Cargill, que es a su vez una de las principales empresas comercializadoras de maíz grano en México y el mundo, situación que indica los altos niveles de concentración que existen en el abasto de la materia prima para la elaboración de la tortilla.

En el abasto de tortilla al medio urbano, también participa el sistema milenario-artesanal a través de la venta que realizan familias rurales en los mercados públicos o a domicilio y cada día aumentan los establecimientos de comida que producen su tortilla en la forma artesanal, entre los que se incluyen desde taquerías convencionales, hasta restaurantes tipo gourmet, que consideran una distinción el ofrecer este tipo de tortilla a sus clientes.

Las tortillerías mecanizadas presentan problemas de eficiencia provocados por los altos costos fijos y la subutilización de la maquinaria, lo cual impide que el precio de la tortilla baje, aun cuando baja el precio del maíz o de la harina; el volumen de venta con que opera la mayoría de las tortillerías está muy por abajo de la capacidad real de producción; por ejemplo, el promedio de producción diario por tortillería es de 210 kilogramo, mientras que la capacidad de producción es superior a los 100 kilogramo por hora.³⁰

Esta problemática impide que se mejoren y renueven los equipos por maquinaria moderna de mayor eficiencia y menor costo operativo y limita la posibilidad de capacitar al personal o implementar mejoras de calidad o de inocuidad.

La estrategia más exitosa es la que ejecutan las cadenas de supermercados, quienes prorratean los costos fijos y de administración de las tortillerías instaladas en sus tiendas, entre el conjunto de sus actividades, además de lograr negociaciones con los proveedores de la harina de maíz, para que aporten por su cuenta los equipos y hasta los operarios de las máquinas tortilladoras; lo anterior es la razón por la cual sin incurrir en pérdidas económicas, son las que pueden ofrecer los precios más bajos del mercado. Esta estrategia no es reproducible por el resto de las tortillerías y tampoco es la alternativa para el abasto de tortilla de la población urbana.

el Medio Oriente. Maseca fue el nombre que se le dio a este revolucionario producto, cuyo origen proviene de masa-seca, es decir, harina de maíz deshidratada. Perteneció al Grupo Gruma.

³⁰ Según los datos del Departamento de Agroindustria de la Universidad Autónoma de Chapingo, el volumen mínimo de venta de tortillas para que una empresa de tortillas sea rentable es de 200 kg/día.

La tortilla ha duplicado su precio en los últimos 10 años, entre el 2005 y el 2015, el incremento al precio por kilogramo de tortilla fue del 92.9%; varios factores influyen en el aumento de uno de los principales alimentos de los mexicanos; por ejemplo:

- Incremento en el costo de los hidrocarburos (gas LPG)
- Incremento en el costo de la electricidad.
- Incrementos en el costo de la mano de obra.
- Incremento en el costo del maíz y de la harina.
- Ausencia de programas de innovación, apoyo y fomento en varios eslabones de la cadena.

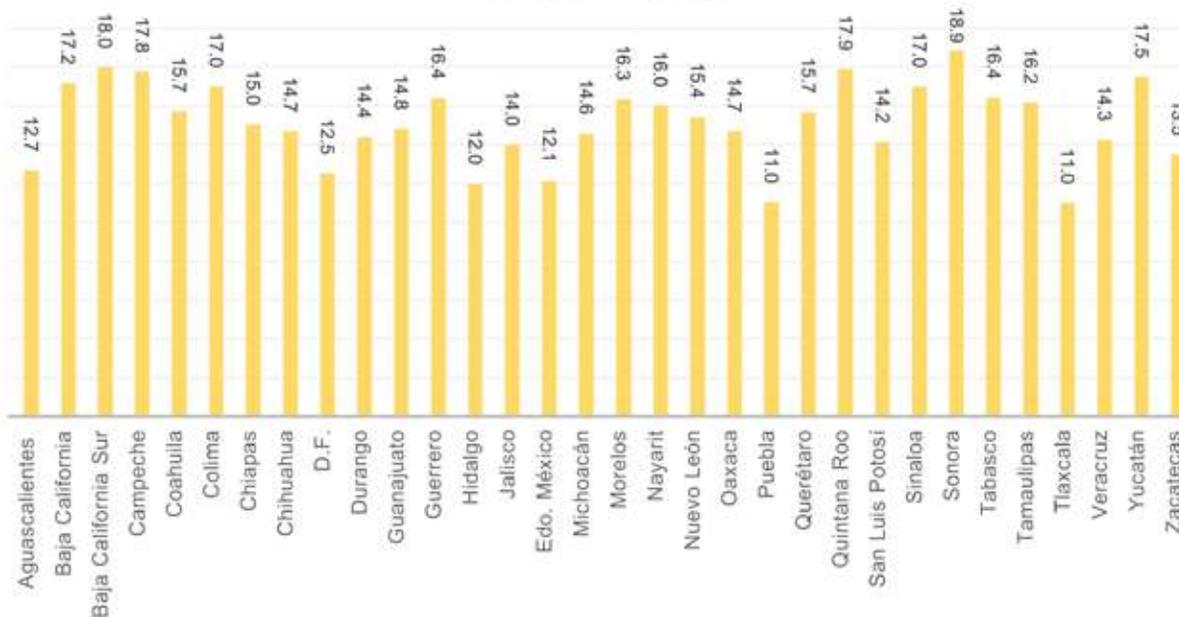
En diciembre del 2016 se registraron precios por kilogramo de tortilla entre 11 y 18 pesos, dependiendo de la ciudad donde se comercialice, debido a que en algunos estados el precio por tonelada de maíz pasó de 3,600 hasta 5,000 pesos; esto debido a que las grandes empresas vinculan el precio del maíz al mercado de Chicago y el precio se ve afectado por la devaluación del peso frente al dólar.

El alza en el precio de la tortilla es un asunto muy complejo para la población, se estima que representa el 8.3% del gasto alimenticio en los hogares mexicanos, por arriba de otros alimentos básicos como la leche; según el INEGI se estima un consumo per cápita nacional de 57 kilogramos de tortilla.

Otro factor preocupante para la población es que el poder adquisitivo en la actualidad es 79.2% menor en comparación con el poder adquisitivo en 1982, Incluso, se estima que los aumentos de precio en la canasta básica y depreciación salarial influyen directamente en la cantidad de tortilla que se consume, a pesar de que es uno de los principales y tradicionales alimentos en el país, La crisis de la tortilla no es una cosa ajena para la población, en el sexenio del Presidente Felipe Calderón, se oficializó un aumento del 40% en el precio de la tortilla.

El precio de la tortilla se ha incrementado durante el 2017, en febrero su precio osciló entre \$11.0 en los Estados de Tlaxcala y Puebla y \$18.9 pesos por kilogramo en Sonora y Baja California Sur, tal y como se muestra en la gráfica 20. Este comportamiento dispar e irregular se observa desde diciembre del 2016 y se mantiene hasta la fecha.

Gráfico 20. México: precio de las tortillas por Estados, 28 de septiembre de 2018
Pesos por kilogramo



Fuente: Elaborado con datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM).

En Culiacán, Sinaloa, el mayor productor de maíz para tortilla, el alimento básico de la dieta de los mexicanos se cotiza, en promedio, en 17.0 pesos por kilo.

Como se ha indicado, las tortillas se pueden producir a partir de dos recursos, harinas de maíz rehidratadas o masa nixtamalizada; en este último caso existen los procedimientos artesanales de cocción con leña, gas o electricidad, o el sistema ALITECH (que anteriormente se mencionó), el cual es una innovación tecnológica que reduce tiempo de producción del nixtamal y los costos de producción de masa, además de incrementar los rendimientos y la calidad.

De los tres sistemas analizados para la producción de tortillas (tabla 23), el mayor costo lo tiene la producción a partir de harina de maíz y el menor costo lo tiene el sistema ALITECH.

Tabla 23. Comparativo del costo variable en la producción de tortillas por kilogramo

Variable	Sistema con harina de maíz	Método tradicional de nixtamalización	Sistema ALITECH Nixtamalli
Costo de la materia prima (pesos)	10.00 por Kg de harina	5.00 por Kg de maíz	\$5.00 Kg de maíz
Rendimiento promedio	1.9 kg de tortillas / kg de harina	1.4 kg de tortillas / kg de maíz	1.8 Kg de tortilla / kg de maíz
Costo materia prima por kilo de tortilla (pesos)	5.26	3.57	2.78
Gas butano en máquina tortilladora (pesos)	0.79	0.78	0.78
Gas butano en cocedor (pesos)	-	0.36	-
Gas butano en reactor ALITECH (pesos)	-	-	0.15
Energía eléctrica en máquina tortilladora (pesos)	0.03	0.03	0.03
Energía eléctrica en batidora (pesos)	0.01	-	-
Energía eléctrica en molino (pesos)	-	0.02	0.02
Cal. agua, bolsas, etc.(pesos)	0.25	0.25	0.25
Mano de obra (pesos)	2.08	2.08	2.08
Subtotal costos variables	8.42	7.09	6.09

Fuente: Elaboración propia

Entonces tenemos que el costo de la materia prima de los tres sistemas de producción de tortillas varía de 5.26 a 2.78 pesos por kilogramo de tortilla; bajo el supuesto de venta a un precio de 12 pesos, los márgenes brutos de industrialización sin considerar mano de obra, alquiler del local, depreciación del equipo y costos de mantenimiento, oscilan entre el 47% y un 66%.

A continuación, se presenta el comportamiento de los costos variables para la elaboración de tortillas (tabla 24), en función del precio pagado por el maíz nativo:

Tabla 24. Estimación del costo variable de producción de tortillas con maíz híbrido y nativo Sistema ALITECH

Concepto	Nixtamalización con sistema ALITECH		
	5.0 Kg de maíz híbrido	10.0 Kg de maíz nativo orgánico	20.0 Kg de maíz nativo de color
Costo de la materia prima (pesos)			
Rendimiento promedio	1.8 Kg de tortilla / kg de maíz	1.8 Kg de tortilla / kg de maíz	1.8 Kg de tortilla / kg de maíz
Costo materia prima por kilo de tortilla (pesos)	2.78	5.56	11.1
Gas butano en máquina tortilladora (pesos)	0.78	0.78	0.78
Gas butano en reactor ALITECH (pesos)	0.15	0.15	0.15
Energía eléctrica en máquina tortilladora (pesos)	0.03	0.03	0.03
Energía eléctrica en Molino (pesos)	0.02	0.02	0.02
Cal, agua, bolsas, etc.(pesos)	0.25	0.25	0.25
Mano de obra (pesos)	2.08	2.08	2.08
Costo variable / Kg de tortilla (pesos)	6.09	8.87	13.41

Fuente: Elaboración propia

El tipo de procesamiento que se dé al maíz durante la nixtamalización impacta fuertemente el costo de producción de la masa y por consiguiente de la tortilla, ya que en términos generales el

costo de fabricación de una tortilla es el mismo si se parte de una materia prima de mayor o menor costo.

En la tabla 25, se presentan datos informativos sobre la rentabilidad de una empresa productora de tortillas y los costos básicos del equipamiento convencional para producir tortillas, basados en los datos de diversas empresas proveedoras de equipos, sobre los datos de empresas productoras de tortillas en la Ciudad de México, los importes de las diferentes partidas, así como el valor de los diversos equipos pueden variar.

Tabla 25. Estimación de utilidades mensuales de un negocio de tortillería más molino

Variabes	Cantidad	Unidad	Conceptos / Unidad de medida	Opción #1	Opción #2	Opción #3	Opción #4	Opción #5
Mano de obra	2	Operadores	Salario (pesos)	14,000	8,000	8,000	8,000	14,000
Masa	10,500	Kg	Mezcla 70% masa nixtamal y 30% masa de harina de maíz (pesos)	32,565				
	4,000 kg maíz + 1,500 kg harina	Kg	Maíz 5.00 pesos/kg y harina de maíz 9.00 pesos/kg			33,500		
	3,850 kg maíz + 1,650 kg harina	Kg					34,100	
	4,400	Kg	100% harina maíz 9.00 pesos/kg		39,600			
	9,375	Kg	100% masa nixtamalizada de maíz de color (precio/kg de maíz 20.00 pesos)					104,062
Alquiler de local	1	28 m2	Local	4,000	4,000	4,000		
	1	40 m2	Local				5,000	5,000
Gas	600	Litros	Gas para máquina tortilladora (relación 1lts gas/15kg Tortillas) (pesos)	4,398	6,000			
	240	Litros	Gas para paila (relación 1lt gas/28 lt agua) (pesos)	1,759				
			Tortilladora, paila y molino (pesos)			7,500	7,000	7,000
Electricidad	180	Kw	Máquina tortilladora (pesos)	810				
	60	Kw	Amasadora (pesos)	270				
	600	Kw	Molino (pesos)	2,700				
			Equipo (pesos)		5,000	6,500	6,000	6,000
Aqua	9,000	Litros	Aqua (pesos)	675	500	500	500	500
Indirectos y gastos administrativos	7%		Costos indirectos (pesos)	4,282				
	5%		Gastos de mantenimiento (pesos)	3,059				
Mermas			Pesos		4,000	4,000	4,300	4,300
	4%		Pesos	2,741				
			Pesos		2,000	2,000	1,500	1,500
Total gastos			Pesos	71,259	69,100	65,500	66,400	128,362
Total ventas	8,400	Kg/mes	280 kg tortilla diaria (11.50 pesos/Kg)	96,600				
	7,500	Kg/mes	250 kg tortilla diaria (13.00 pesos/kg)		97,500	97,500	97,500	
	7,500	Kg/mes	250 kg tortilla diaria (21.38 pesos/kg)					160,362

Utilidad bruta mensual		Pesos	25,341	28,400	32,000	31,100	32,000
------------------------	--	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas Verduzco, Lenin, Tortimaq, Torreymex y ALITECH, México, 2016.

Como se puede observar, las diversas opciones de producción de tortillas analizadas en la tabla anterior dan un escenario de utilidad bruta mensual que puede oscilar entre 25,341 y 32,000 pesos; pero en el caso particular de las tortillas a base de maíz nativo de color pagado el grano al productor a 20 pesos por kilogramo, se requiere vender la tortilla a 21.38 pesos por kilogramo.

El costo de los diversos equipos necesarios para instalar una empresa tortilladora (tabla 26), va desde los 95,500 pesos hasta los 175,450 pesos, es importante señalar que algunas de las industrias solo cotizaron los equipos que producen y no la totalidad de los equipos que se requieren para este tipo de industria.

Tabla 26. Equipos necesarios para la producción de tortillas

Equipos necesarios para una empresa tortilladora	Precios de equipos Opción #1	Precios de equipos Opción #2	Precios de equipos Opción #3	Precios de equipos Opción #4	Precios de equipos Opción #5
Máquina tortilladora (pesos)	92,587	93,500	93,500	92,400	44,000
Comal pintado para cocinar tortillas (pesos)	-	-	-	-	21,500
Amasadora 50 kg (pesos)	11,627	11,500	11,500	9,680	16,500
Molino (pesos)	37,280	-	14,800	31,900	8,000
Paila cocedora de nixtamal 200 -300 kg (pesos)	12,267	-	8,800	20,570	NI
Enjuagador de nixtamal (pesos)			6,900	6,820	NI
Mostrador acero inoxidable (pesos)	8,820	8,500	8,300	7,480	NI
Mesa de trabajo acero inoxidable	6,671	7,700	NI	4,950	NI
Romana o báscula (pesos)	1,974	3,000	3,000	1,650	5,500
TOTAL (pesos)	171,226	124,000	146,800	175,450	95,500

NI: no incluido

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas Verduzco, Lenin, Tortimaq y Torreymex, México, 2016.

IV.5.2. Producción artesanal de tortillas

La producción de tortilla en México se da por medio de dos insumos, la nixtamalización (masa) y harina de maíz. El primero es un método artesanal que consume importantes cantidades de agua y genera una elevada contaminación. Por cada tonelada del grano que se lava se ocupan entre dos mil y tres mil litros de líquido.

Se estima que en el país hay entre 10 mil y 12 mil molinos de nixtamal, en su mayoría microempresas que en conjunto elaboran la masa con la que se produce aproximadamente un 54 por ciento de las tortillas que se consumen en el país.

La tortilla ofrece un importante valor nutricional al ser baja en grasas totales y grasas saturadas, libre de colesterol, libre de azúcar, baja en sodio y con un alto contenido de calcio, magnesio, potasio, fósforo y fibra.

En el caso del maíz empleado para elaborar tortillas, la calidad del grano es un factor al que cada vez se da más importancia en los programas de selección cuya finalidad es aumentar la aceptación de las semillas mejoradas genéticamente, por parte de los agricultores, así como de los consumidores y elaboradores de alimentos.

Las características cualitativas del grano comprenden el rendimiento, las propiedades tecnológicas³¹ y, en los casos en que resulta posible, los elementos nutritivos. El aspecto tecnológico de la calidad del maíz para tortillas tiene poca importancia para los pequeños agricultores de los países en desarrollo, pues rara vez emplean otra semilla que la que guardan en el período entre dos cosechas; además, las amas de casa campesinas saben adaptar las condiciones de la cocción al tipo de maíz que consumen.

Como se ha señalado anteriormente, el maíz se transforma en harina para tortillas mediante procedimientos industriales, y el grano utilizado puede proceder de productores de distintas variedades que han cultivado la planta en entornos diferentes; el grano puede presentar estructuras diversas o no haber sido bien manipulado tras la cosecha, factores que influyen en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y culinarias del producto. Todos estos factores tienen cada vez más importancia en países como los Estados Unidos, donde la tortilla de maíz es un alimento cada día más difundido.

³¹ Las propiedades tecnológicas incluyen la estabilidad durante el almacenamiento, la eficiencia de transformación en productos en condiciones de elaboración dadas, y la aceptabilidad por parte del consumidor.

La importancia de las características físicas del maíz ha sido producto de múltiples investigaciones a lo largo del tiempo. Se ha demostrado que el rendimiento de la masa o harina de maíz seco que se puede obtener dependía del cultivar o variedad del cereal.

Las variedades de maíz o los cultivares de mayor peso por volumen, endospermo más duro y contenido elevado de proteínas producían las mejores tortillas. Dos cultivares de maíz reventador figuraban entre los tipos más adecuados para tortillas. El tiempo necesario para cocer las muestras varió de 30 a 75 minutos y las pérdidas de materia seca fueron de 10 a 34%.

Existe una relación entre la dureza del grano y el tiempo necesario para la cocción; en una misma variedad de maíz una concentración más elevada de hidróxido de calcio disminuye ligeramente el tiempo de cocción. El maíz de endospermo duro o córneo necesita más tiempo de cocción; además en la textura de la masa influye la textura y el tipo del endospermo, el secado, el almacenamiento y el estado general del grano de maíz. Además, al conocer la dureza inicial de una variedad permite predecir el tiempo óptimo de cocción.

El parámetro fuerza de cocción del nixtamal (FCN) indica la dureza del grano y sirve para detectar pequeñas diferencias en los tipos de maíz cuyo endospermo es de textura similar.

Las pérdidas de materia seca debidas a la cocción en agua de cal son un buen índice de la calidad del maíz para tortillas. Se producen más pérdidas en los granos quebrados por la tensión y rotos, que entre los granos enteros. No hay muchos estudios específicos acerca de las consecuencias del secado y el almacenamiento en la calidad del maíz para tortillas.

El elemento principal de la transformación del maíz en tortillas es el uso del hidróxido de calcio; la consecuencia más evidente de la adición de cal es que facilita la separación de la cubierta seminal durante la cocción y la maceración.

La adición de cal mantiene un pH alcalino, el cual es necesario para hidrolizar las hemicelulosas del pericarpio. El grano lo absorbe después del agua, pero a un ritmo menor.

El contenido de calcio de la masa varía según los niveles de cal y también conforme a las temperaturas de la cocción y la maceración. La absorción de cal durante la cocción en agua de cal depende de las características físicas y químicas de la masa de maíz.

Concentraciones mayores de hidróxido de calcio disminuyen levemente el tiempo de cocción. El aumento del tiempo de cocción, de la temperatura de cocción, de la concentración de cal y del tiempo de maceración, producen menores viscosidades por una mayor gelatinización del almidón.

El calcio se fija o está ligado al almidón del grano de maíz, esto provoca mayores pérdidas sólidas conforme aumenta la cal, así como cambios de color, aroma y sabor, además de un retraso en la aparición de acidez, lo que aumenta el período de conservación. Si se añade en cantidades muy grandes, la cal afecta a las propiedades organolépticas del alimento.

El mercado de insumos para la elaboración de tortillas en el país está distribuido de la siguiente manera:

- Nixtamal 65.0%
- Grupo Maseca 25.0%
- Minsa 8.0%
- Harimasa 1.0%
- Cargill 0.5%
- Macsa 0.4%
- Blancas 0.2%

Existen en México diversas empresas que producen equipo y maquinaria para la elaboración de tortillas, con modelos industriales manuales, semiautomáticas y automáticas con una mayor escala de producción; estos equipos son adquiridos por restaurantes o tortillerías para la elaboración de diversos productos, entre ellos las tortillas; ya que tiene diversos moldes que les permite modificar el tamaño y grosor. Estos equipos pueden producir a partir de masa nixtamalizada o a base de harina de maíz.

El comparativo de precios por kilogramo de la tortilla, del maíz para el consumidor rural y los precios medios rurales que reciben los productores y su equivalente en la porción utilizada en la elaboración de un kilogramo de tortilla, muestran que existe un margen en promedio superior al 440%, que no se puede explicar por el costo de la materia fundamental de la tortilla que es el maíz, tampoco por los ingredientes adicionales (agua y cal) que por cantidad y costo, tienen un

impacto menor, por lo que estos márgenes tienen que ver con los costos de otros insumos como son la energía eléctrica y el gas, los salarios pagados, la depreciación de las instalaciones y maquinaria, y la utilidad de los propietarios de las tortillerías.

El crecimiento de los precios en los últimos años ha sido mayor en la tortilla que, en su materia prima principal, situación que indica que el sistema o tramo de producción y comercialización de tortilla, incluye costos y beneficios que no permiten mejores precios a los productores de maíz y a los consumidores de tortilla.

El alto margen de comercialización y los ritmos distintos en que crecen los precios del maíz grano y la tortilla, indican que existen factores en la cadena de valor del maíz-tortilla, que inciden en sus precios.

En este sentido, el Sr. José Represas, empresario de productos y subproductos del maíz, es del criterio que México debe rescatar de forma urgente los molinos de nixtamal, si se desea mejorar la nutrición de la población y recuperar el mercado de tortillas tradicionales de calidad superior. Es importante tener presente que la tortilla es más que un alimento, es una cultura y que en el caso de México se utiliza como “plato, taco y cuchara”.

En este sentido una frase que adquiere relevancia en la actualidad y explica el uso de este alimento es la siguiente: “Si existe una mejor amiga para la comida que la tortilla, no la conocemos todavía”.

En la actualidad se continúan mejorando y desarrollando nuevas tecnologías de procesamiento del maíz, con el fin de evitar la pérdida de antocianinas en el caso de los maíces de color y la obtención de productos de maíz con valor nutrimental agregado, además de la introducción de nuevas formas de consumo de maíces pigmentados.

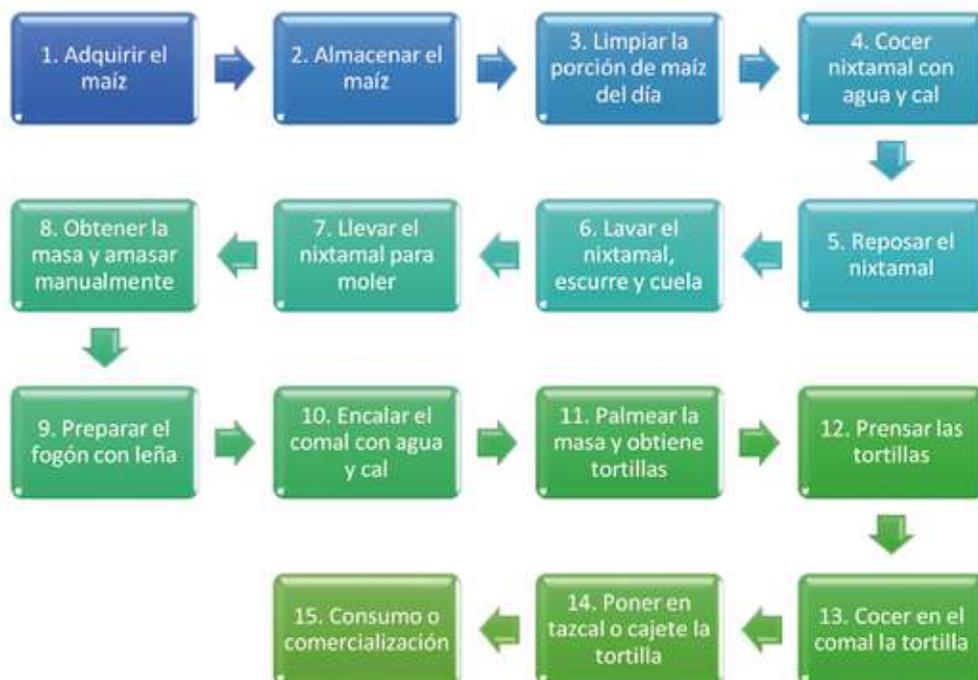
Es necesario desarrollar nuevos métodos de procesamiento para retener la mayoría de los compuestos fenólicos contenidos en los granos, con la finalidad de aprovechar su potencial benéfico en la salud de los consumidores.

IV.5.3. El proceso de producción artesanal de tortillas

El proceso de producción de tortillas se inicia desde el abasto del maíz, la limpieza del grano, la nixtamalización y molienda, el amasado, la elaboración de tortillas, la cocción, la preparación para la venta y su comercialización.

Las unidades artesanales de tortilla se abastecen en cantidad importante de la producción local, La adquisición de maíz puede hacerse mediante la propia parcela, la tienda del pueblo, en alguna bodega.

Según el volumen disponible de maíz, se almacena, semanal o mensualmente, no excediendo de los doce meses generalmente. También el almacenamiento del grano depende del medio de transporte. El proceso de producción artesanal de tortillas de maíz es el siguiente:



La comercialización de la tortilla tiene 4 destinos principales:

- La venta por las unidades domésticas en casa para el consumo de las familias cercanas al domicilio. Acuden al domicilio de la unidad doméstica los clientes diariamente para adquirir los volúmenes necesarios de tortillas para comer, lo hacen hasta tres veces al día.

- La venta por las unidades domésticas en casa por encargo de tortilleras para vender en las ciudades cercanas. También se les llama “tortilleras que hacen ajeno” son cada vez menos frecuentes.
- La venta por tortilleras en las ciudades. Se compran las tortillas de las unidades domésticas y se trasladan a las ciudades cercanas.
- La venta directa por las propias unidades en las ciudades.

En los últimos 15 años se observa una disminución significativa de los molinos de nixtamal, esto es un indicador importante de una reducción en la producción de nixtamal y por lo tanto de tortillas artesanales en las unidades domésticas y en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) de tortillas.

Los molinos cada vez impactan menos en las unidades domésticas para la venta, generalmente atienden a pocas unidades para el consumo. Por lo tanto, el cierre en el número de molinos de nixtamal refleja una notable disminución de las unidades domésticas para la venta.

El costo para las unidades de producción principalmente incluye la leña, el agua, el maíz y la cal; específicamente para las unidades para la venta, los costos de transporte son muy importantes por la venta de tortillas en otras ciudades.

Para un molino de nixtamal artesanal, los ingresos económicos por la producción de masa y tortilla, tanto para la venta como para el consumo, no se reflejan en un bienestar muy claro para las unidades productivas y las familias. Estos beneficios dependen de los miembros de las familias, compuestas muchas veces por los padres, hijos, abuelos, tíos, sobrinos, etc., y que no aportan otro tipo de ingresos, tan solo ayudan informalmente con quehaceres como la carga de leña, del nixtamal, del maíz, etc.

La producción artesanal de alimentos o artesanías agroalimentarias, son el resultado de un trabajo creativo, realizado dentro de una colectividad familiar, con un toque de sabiduría humanística y un espacio social. En esta actividad las tareas manuales, tienen un significado principalmente de índole técnico y cultural entre sus miembros.

La producción artesanal de tortillas ha decrecido, la participación de jóvenes es muy reducida, no sólo por el desinterés, sino también por lo rentable que ha dejado de ser la hechura artesanal de tortillas, manifestado en niveles de bienestar muy precario y limitado en las familias.

Diferentes factores dificultan la transmisión de estos conocimientos, no solamente en su ámbito alimenticio, sino también en su valor cultural, por ejemplo: la disminución de molinos, provocada por la baja en la demanda de unidades domésticas y los costos de energía eléctrica; la proliferación de tortillerías en las ciudades con precios más bajos que las tortillas de las unidades domésticas artesanales; los costos de transporte; entre otros.

Las microempresas de molino de nixtamal y producción de tortillas artesanales requieren del fortalecimiento de la organización de la producción y de la comercialización, que incorporen a las nuevas generaciones y pretendan la conservación de los valores culturales, sobre la base de nuevas técnicas de proceso más eficientes y procedimientos que incluyan aspectos de calidad, inocuidad, conservación, empaque, eficiencia de proceso, reducción de costos, modernización de los puntos de venta, programas de capacitación y proyectos gubernamentales de apoyo y fomento; pero sin afectar el origen artesanal y la calidad.

El consumo per cápita de tortillas en México en la actualidad es de 75 a 80 kilos al año, en los últimos 30 años se estima que el consumo se ha reducido en un 40%, sin embargo, a pesar de la caída en la demanda, se producen anualmente 22 mil millones de toneladas de maíz blanco. La baja en el consumo de tortilla se debe al cambio de hábitos, la aparición de nuevos alimentos de trigo y de comida industrializada, variables en el poder adquisitivo, y el cambio en el producto, ya que anteriormente se hacía con grano de maíz y actualmente con harinas industrializadas, principalmente.

Uno de los prejuicios en contra del consumo de la tortilla es su asociación con el sector poblacional de menor poder adquisitivo, de modo que las personas sin suficiente información creen que consumir pan de caja es una mejor alternativa y brinda mayor estatus.

Según un reportaje del periódico El Sol de México³², señala que el consumidor debe conocer que la producción de maíz azul en México es muy poca, de modo que el origen de las tortillas azules que se venden en supermercados es incierto. Añadió, que la totalidad de las tortillas que se

³² Del lunes 30 de mayo de 2016

venden en estos establecimientos, son hechas con harina de maíz y contienen blanqueadores, conservadores, mejoradores y suavizantes.

Otro factor que ha afectado el consumo de la tortilla es la pérdida de calidad, el sustituir la masa nixtamalizada por harina de maíz, lo cual ha sido una práctica comercial de las empresas harineras que dan equipos a los clientes y productores de tortillas, a cambio de contratos de compra de la harina de maíz, o en su defecto compran empresas productoras de nixtamal y las cierran, eliminando así la competencia.

En las formas de elaboración de la tortilla, se identifican tres sistemas: el milenario-artesanal, el de tortillerías mecanizadas y el industrial de tortilla fría envasada:

- Sistema milenario-artesanal: Es el que prevalece principalmente en las familias del medio rural que elaboran su propia tortilla, las cuales realizan el nixtamalizado del grano de maíz en la forma que se realizaba desde hace miles de años.
 - Una vez nixtamalizado el maíz se procede a su molienda, la cual se hace en la actualidad en establecimientos con molinos mecánicos que proporcionan este servicio o en molinos de las propias familias; de la molienda se obtiene la masa con la que elaboraran las tortillas.
 - Este sistema artesanal se ha venido modificando por la sustitución del maíz grano por harina de maíz, con el cual sustituyen el proceso de nixtamalización y molienda; lo anterior permite un ahorro de tiempo y de los insumos utilizados en esos procesos, pero tiene el inconveniente de no reproducir las cualidades de sabor, consistencia y nutricionales que proporciona el sistema milenario, por lo que se sigue manteniendo y reproduciendo el uso del maíz grano como materia prima, maíz que en una gran proporción es producido por las propias familias y que viene de la siembra de maíces criollos.

- Sistema de tortillerías mecanizadas: Es el que abastece a la mayoría de la población y se caracteriza por la utilización de máquinas que integran la elaboración de la tortilla y su cocimiento.
 - A estas máquinas se les suministra manualmente la masa, para que con un sistema mecánico de rodillos la aplane, troquee o corte las tortillas y las deposite en una banda metálica con calor donde se cuecen.

- La masa se elabora con maíz nixtamalizado y molido de forma similar al del sistema milenario o se hace a partir de harina de maíz.
- Algunas tortillerías realizan la nixtamalización y molido en el mismo establecimiento y otras son abastecidas por molinos especializados; las que utilizan harina de maíz preparan la masa en el mismo establecimiento.
- Estas tortillerías expenden tortilla caliente directamente al público y abastecen también a pequeños comercios y a establecimientos de comida.
- También se ha generalizado el establecimiento de tortillerías dentro de los supermercados, las cuales juegan un papel importante para generar afluencia de clientes a sus establecimientos.
- La calidad de las tortillas de este sistema es muy heterogénea, pero principalmente está determinada por la materia prima que utilizan: si usan masa de maíz nixtamalizado o de harina de maíz.
- En el caso de las de maíz nixtamalizado, la calidad del grano es el determinante principal, la cual depende del estado de este, pero de manera fundamental de la variedad de maíz del que proviene el grano, que en su mayor parte proviene de la siembra de semillas mejoradas, desarrolladas atendiendo a la productividad y no a la reproducción de las cualidades organolépticas y nutricionales del maíz que son más apropiadas para la nixtamalización y elaboración de tortillas.
- En el caso de las elaboradas con harina de maíz, estas tienen una calidad homogénea, con mínima diferenciación de acuerdo con el pequeño número de empresas que la fabrican; son de buen aspecto y recién elaboradas tienen consistencia aceptable, su aroma y sabor es distintivo y distinto que las de maíz nixtamalizado.
- Cuando se enfrían y son recalentadas, no reproducen sus cualidades de las recién elaboradas.
- Existen estudios que señalan que la harina de maíz no reproduce las cualidades nutricionales de las tortillas elaboradas a partir de maíz nixtamalizado; por lo que, en las normas oficiales de las harinas, se incluyen especificaciones para la fortificación de la harina de maíz con minerales y otros elementos importantes para la salud.
- La harina de maíz, también se elabora a partir del maíz proveniente de la siembra de semillas mejoradas o híbridas.

- Sistema industrial de tortilla fría envasada: Se desarrolla en plantas de tipo industrial en donde se producen grandes volúmenes de tortilla, utilizan predominantemente harina de maíz y envasan su producto para ser distribuido de manera similar al pan industrializado al comercio detallista de abarrotes y supermercados.
 - La tortilla obtenida tiene cualidades muy distintas a las obtenidas por los otros sistemas y, en general, podemos decir que es el que menos reproduce las calidades del sistema artesanal.
 - Por su costo de distribución, el producto tiene un precio más elevado que el de la tortilla caliente, razón que aunada a la de su calidad, lo hacen el de menor consumo, aun y cuando que tiene la ventaja de estar disponible en la mayoría de los establecimientos comerciales.

En el caso de la población rural todavía es muy alto el número de familias que elaboran sus propias tortillas y lo hacen a partir del maíz que ellas producen o que adquieren de productores o comerciantes locales y en las tiendas de Diconsa; en la zona norte del país es significativo el uso de la harina de maíz para la producción de tortillas.

El sistema de tortillerías mecanizadas se desarrolló y fue funcional en las etapas de industrialización del país y de regulación de precios de la canasta básica, etapa en que la economía demandaba trabajadores con base en la contención de los salarios, por lo que se promovía por un lado una oferta laboral por la industrialización de actividades, como era la elaboración de las tortillas, y por otro, se procuraba precios bajos en los productos de la canasta básica como la tortilla.

Para lo anterior se establecieron precios oficiales a la tortilla y el Estado a través de la CONASUPO, vendía maíz a precios subsidiados a las tortillerías, además de controlar el establecimiento de molinos y tortillerías, pues su instalación implicaba autorizar la dotación de maíz subsidiado.

La maquinaria que desarrollaron los industriales mexicanos para este tipo de tortillerías, en general fueron con capacidades superiores a los 800 kilogramos diarios, volúmenes que el esquema descrito garantizaba se adquirieran en cada tortillería y que, por otra parte, las tortillerías del tipo milenario-artesanal no podían producir, por lo que prácticamente desaparecieron en los centros urbanos.

Cuando se liberó el mercado de la tortilla, se eliminan los subsidios y deja de operar la CONASUPO, se da un alto crecimiento en el establecimiento de tortillerías con capacidades similares a las de la época de los subsidios y control de precios.

IV.5.4. Procesamiento de harinas de maíz.

El proceso para la elaboración de la tortilla no es fácil. Entre otras cosas se enfrenta a una limitación en su producción y consumo, el cual consistía en que la masa que resulta de la nixtamalización se hacía agria y se descomponía rápidamente lo cual requería la elaboración inmediata de sus productos derivados, no más de 8 horas después de la nixtamalización.

En este punto fue donde la innovación al desarrollar el proceso de harinización daría lugar a la posibilidad de conservar la masa en forma de harina evitando la descomposición de la masa, Con este proceso se puede tener una masa para la elaboración de tortillas en cualquier momento y lugar del mundo con solo agregar agua a la harina.

Este fue el origen de la industrialización del maíz para consumo humano y de la industria harinera, esta innovación permite el surgimiento y desarrollo de importantes empresas y corporaciones.

El origen de la harinización de la masa era una práctica que se encontraba en la cultura del norte de México, en los grupos de trabajadores migrantes que se desplazaban a los Estados Unidos a trabajar como braceros.

Si bien la producción en grandes volúmenes de la harina de maíz se podría estandarizar, esto no implicaba de su adopción inmediata en la dieta del mexicano, por lo que las empresas productoras de harinas han tenido que llevar a cabo una estrategia para cambiar el consumo de las familias mexicanas a favor de la harina de maíz. Primero fue introducida en el mercado estatal, y después en el mercado nacional, esto último ha requerido mucho tiempo y aún no se ha generalizado.

La expansión del mercado de la harina del maíz se explica por la existencia de una demanda considerable de las familias, al aumento de la población y su consumo, a las estrategias de la

industria para penetrar el mercado cambiando los patrones de consumo de la población, que ha ido aceptando muy lentamente la tortilla con base en la harina en sustitución de la tortilla elaborada con los métodos tradicionales.

Otro elemento que favorece el consumo de la tortilla con base a la harina de maíz es la dinámica de la vida contemporánea a favor de la comida rápida. La distribución del producto en primera instancia fue a través de ventas al menudeo mediante pequeños comercios de abarrotes y finalmente en los grandes centros comerciales.

En este contexto, para finales de los años cuarenta, en medio del crecimiento que se daba en el país por las inversiones en infraestructura por parte del Estado, la creciente industria, el aumento de ciudades y la creciente economía de posguerra de Estados Unidos, surge Grupo Maseca.

Las relaciones institucionales y con los gobiernos de México también son un factor que explica su crecimiento, Grupo Maseca (Gruma) a través de los años mantuvo una estrecha relación con diferentes instituciones del gobierno, por estar dentro del sector de alimentos y básicamente de la harina de maíz para la producción de tortillas, (como un alimento básico) ha estado inmerso y se ha beneficiado de muchos programas de desarrollo social enfocados a la alimentación de la población.

Existen en el mercado nuevas empresas e innovaciones tecnológicas como la denominada "Maíz maizito" que consiste en tomar el maíz nixtamalizado, quebrarlo y deshidratarlo, lo cual mantiene el contenido nutricional, el alto nivel de fibra natural y es de fácil uso, dentro de los principales beneficios del maíz maicito están los siguientes:

Industria molinera:

- Conserva el contenido nutricional del maíz
- Conserva el olor, color y sabor naturales del maíz.
- Conserva e ingresa en la dieta humana la fibra natural del maíz.
- La masa fabricada tiene una vida útil de hasta 20 horas, lo cual permite moler una sola vez al día.
- Reduce el consumo de agua potable para nixtamalizar el maíz hasta en un 70%.
- Elimina el costo de inversión en equipos para calentar agua.
- Elimina por completo la generación de nejayote.

- Reduce el consumo de gas, electricidad y cal.
- Hace más eficiente el uso de la mano de obra.
- Reduce los costos de producción y mejora las utilidades.
- Fácil de enriquecerse con vitaminas, proteínas y minerales para proyectos específicos de nutrición.

Industria de la tortilla:

- Mantiene el olor y sabor natural a maíz cocido
- No modifica el color nixtamal y/o color blanco cremoso
- No se rompe, no se quiebra, ni se reseca.
- La tortilla conserva bien la humedad y dura más de 15 días en el refrigerador.
- Da un alto contenido de fibra a la tortilla, elevada la digestibilidad y baja el contenido calórico, lo cual ayuda a combatir la obesidad.

Sector primario:

- Procesa cualquier tipo de maíz.
- Procesa mezclas de diversos tipos de maíz.
- Procesa también el maíz quebrado.
- Elimina la aflatoxina.
- Auxiliar para recuperar cosechas contaminadas con gorgojo.

Almacenamiento

- Alarga la vida útil del maíz nixtamalizado (termo transformado) a más de 60 meses.
- Conserva el contenido nutricional y la fibra natural del maíz.
- Garantía de estar libre de aflatoxina.
- Reduce los costos por mermas en los movimientos y fletes.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Ideal para integrar reservas alimenticias de maíz.
- Producto con calidad de exportación.

Industria de la nixtamalización:

- Es un proceso industrial sustentable y amigable con el medio ambiente.
- Mejora la calidad y el contenido nutricional del producto producido.
- Reduce el consumo de agua potables hasta en un 60%.

- Reduce el consumo de gas y electricidad en un 15%
- Reduce el consumo de cal.
- Elimina la generación de nejayote.
- Hace más eficiente el uso de la mano de obra.
- Reduce los costos de producción, y mejoras las utilidades.
- Reduce los montos de inversión en una planta industrial.
- Reduce los tiempos de montaje y puesta en marcha; acelera el retorno de la inversión.

IV.6. Casos de innovación en la nixtamalización y producción de tortillas

Algunos ejemplos de empresas innovadoras que producen harina de maíz, masa, tortillas y equipos para nixtamalización:

- 1) **Molino de Nixtamal y Tortillería Viento Nuevo:** es una empresa familiar vinculada a la Corporativa SAKXIM, se ubica en Ecatepec, en la Ciudad de México, donde opera dos módulos especializados en la producción de masa nixtamalizada de forma industrial semi automática, así como la producción y venta de tortillas al consumidor.

La empresa tiene un alto nivel de integración vertical e inversión en equipo y maquinaria, realizan la compra a granel del maíz blanco híbrido al grupo Corporativo SAKXIM (donde son accionistas), realizan el almacenamiento del maíz en los silos ubicados en las dos plantas de nixtamalización, industrializan el grano para la producción de masa (100% nixtamalizada) en un línea de producción automatizada en acero inoxidable y con altos estándares de calidad; procesan la masa en molinos de piedra y venden la masa en bultos de 40 o 50 kilogramos a empresas productoras de tortillas, como la tortillería de la Universidad Autónoma de Chapingo, así como a otros puntos de procesamiento en la Central de Abastos.

Además, abastecen con la masa nixtamalizada una cadena propia de 16 tortillerías en la Ciudad de México, donde realizan venta directa al público, así como la distribución a algunos comercios y restaurantes. Existe interés de varios restaurantes de ser abastecidos de forma directa con tortillas frescas de la empresa, proyecto que se encuentra en proceso de desarrollo.

La empresa procesa actualmente un total de 35,000 kilogramos de maíz por semana, lo que equivale a 63,000 kilos de masa nixtamalizada que se empaca en bultos denominados “maletas”; cada maleta de 50 kilogramos rinde un total de 40 kilogramos de tortillas. Considerando el volumen de masa que la empresa produce para venta a terceros y para consumo propio, la capacidad total de producción de tortillas es de unos 50,400 kilogramos por semana.

En la actualidad SAKXIM les provee de maíz blanco de Hidalgo, quienes compran directamente a productores de diversos Estados, lo acopian y lo distribuyen a clientes de la industria alimentaria, entre otros.

La inversión del equipo semi automático para la producción de masa nixtamalizada tiene un costo aproximado de 1,200,000 pesos y consta de un silo de 40 toneladas métricas, sistemas de tornillo sin fin para mover el grano y el nixtamal, caldera de gas LPG, tina de cocimiento de acero inoxidable con remover automático, tinas de acero inoxidable para el reposo del grano, sistema de lavado del grano cocido, molinos de piedra de alta capacidad de procesamiento y una área de empaque de la masa con mesas de acero inoxidable (capacidad de procesamiento de 35 toneladas métricas de maíz por semana con dos operarios).

El área de producción de tortillas utiliza una amasadora eléctrica de paletas y un equipo de producción lineal de tortillas de alta eficiencia y bajo consumo de gas y de electricidad, marca Tormark, con un costo entre 140,000 a 150,000 pesos.

Uno de los principales problemas que en la actualidad tienen las empresas nixtamalizadoras, es el manejo de las aguas de desecho de la cocción y el lavado del maíz, las cuales por lo general van al alcantarillado sanitario, sin ningún tipo de tratamiento.

- 2) Tortillería de la Universidad Autónoma de Chapingo:** se dedica a la industrialización de tortillas para abastecimiento institucional, opera como una de las Unidades Generadoras de Recursos de la institución.

La tortillería eliminó el proceso de nixtamal y se concentró en la compra de masa 100% de nixtamal para la elaboración de los productos que soliciten los comedores institucionales, así como la venta al por menor en las propias instalaciones de la tortillería dentro del campus universitario.

La masa la compran a la empresa NEXTEL y la industrializan en función a la demanda de los dos comedores de la Universidad, procesan entre 1,500 y 2,000 kilogramos diarios de masa para producir de 1,300 a 1,500 kilogramos de tortillas y otros productos; durante los siete días de la semana.

La calidad de la masa es la clave para poder ofrecer una tortilla que reúna los requerimientos de los restaurantes institucionales, así como el cumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad y un precio competitivo.

Los empleados de la unidad de negocios trabajan en tres turnos y cumplen con todos los estándares de calidad e inocuidad, llevan registros y controles, aplican los principios de las buenas prácticas de manufactura y de higiene y manipulación de alimentos, por lo que utilizan los equipos de protección y de seguridad.

- 3) Empresa HARIGRO, propietaria de la marca ABDON:** es un emprendimiento familiar ubicado en Chilpancingo, Guerrero. La empresa ABDON se ha dedicado a la producción de masa nixtamalizada, tortillas (70% masa y 30% harina), a la producción de tortillas tostadas, a la distribución y venta de tortillas a supermercados y restaurantes locales; además de productos de panadería. A partir del 2014 incursionó en la producción industrial de harina nixtamalizada de maíz blanco y azul, como una oportunidad de innovación y generación de valor agregado al maíz, donde el maíz nativo de colores tiene opciones de desarrollo.

Las ventas de tortillas a restaurantes la han realizado a empresas como Toks, Liverpool, Sanborns y Vips; los cuales pagaron durante el primer semestre del 2017, entre \$11.98 y \$12 pesos el kilo de tortilla (contra \$16 pesos por kilo de tortilla en los puntos de venta propios), estas empresas tienen políticas con períodos de crédito para el pago de las facturas que van de 15 a 30 días y con un sistema de contratación que no les permite modificar el precio del producto durante un período de 6 meses.

En estos momentos los principales problemas que tienen las empresas productoras de tortillas con máquina son los siguientes:

- Competencia desleal con las tortillas caseras que se venden en las casas y que no pagan ningún impuesto, ni permiso; lo cual es un fenómeno asociado al desempleo y falta de oportunidades que tiene Chilpancingo e Hidalgo
- Fuerte competencia con las grandes empresas graneleras para la compra y abastecimiento del maíz.
- Fuerte incremento de los costos de producción a raíz de los precios incrementales de los combustibles provoca una disminución de los márgenes de utilidad, tal y como se observa en la tabla 27.

Tabla 27. Costo de producción de tortillerías ABDON

Insumo	Costo (pesos)		Diferencia absoluta (pesos)	Diferencia relativa (%)
	Año 2016	Año 2017		
Gasolina (Litro)	14.63	17.05	2.42	16.54
Gas (Litro)	6.77	8.82	2.05	30.28
Electricidad (KWh)	2.72	3.06	0.34	12.50
Maíz (Ton)	4.000	4,600	600	15.00
Precio de la tortilla (Kg)	15.00	16.00	1.00	6.67

Fuente: Empresa HARIGRO, 2017.

En Guerrero, los industriales de la tortilla se han organizado para realizar compras directas de maíz a los agricultores, lo cual les ha permitido en los últimos tres años comprar directamente el maíz a un precio superior que el pagan las grandes empresas (4,000 – 4,700 pesos por toneladas métricas; contra 3,500 pesos que pagan las empresas graneleras grandes).

Pese a que el precio que pagan al productor es superior al de la competencia; esto los beneficia como industriales de la tortilla, ya que las empresas graneleras venden el maíz en grano a un precio de 4,900 pesos toneladas métricas, pero en épocas de baja cosecha como julio, agosto y setiembre, el precio puede alcanzar los 5,600 o 5,900 pesos la tonelada. La estrategia de compra directa les ha permitido a los industriales de la tortilla de Chilpancingo y Acapulco, comprar su maíz a un mejor precio y beneficiar a los agricultores; durante el 2017 el volumen estimado de compra directa de maíz a los productores locales es de 200,000 toneladas.

Se estima que un bulto de 20 kilos de harina de maíz rinde aproximadamente 38 kilogramos de tortilla.

Respecto al precio de la harina de maíz en el mercado, en empaque de uso industrial de 20 kilogramos para tortillerías, el mismo varía entre los 8,200 y los 10,500 pesos, dependiendo de la calidad del producto (MASECA, Grupo MINSA y CARGILL). Mientras que la harina ABDON se vende a \$8,500 pesos; en la tabla 28, se presenta información sobre el costo de producción de la harina.

Tabla 28. Estimación del costo de producción de la harina de maíz marca ABDON
(Bolsa de 20 kilogramo)

Insumos	Costo de la harina de maíz blanco híbrido (pesos)	Costo de la harina de maíz azul (pesos)
Maíz	4,100	5,000
Bolsa	680	680
Electricidad	200	200
Gas	900	900
Mano de obra	600	600
Aditivos	732	732
Goma aguar (dosis 30 gr x 40 kg)	69.49	
Carbo-metil-celulosa CMC (dosis 200 gr x 5 kg)	490	
Benzoato de sodio (dosis 28 gr x 40 kg)	25.32	
Bióxido de titanio (dosis 10 gr x 40 kg)	37.70	
Sorbato de potasio (dosis 10 gr x 40 kg)	109.75	
Flete	270	270
Sub total (costos variables)	7,482	8,382
Costos fijos y utilidad (13.5%)	1,018	1,132
Precio de venta	8,500	9,514

Fuente: Empresa HARIGRO, 2017.

El equipo de producción de harina nixtamalizada requiere de una inversión aproximada de 2'600,000 pesos que incluye la nixtamalizadora automática, el molino y el túnel de secado, además de 600,000 pesos de la pulverizadora y otros equipos menores; el proceso de empaque es manual tanto de las bolsas de 20 kilogramo, como de los bultos de 10 paquetes de 1 kilogramo cada uno, ésta última presentación es para ventas institucionales a programas sociales.

La empresa genera un total de 55 empleos directos tanto en la planta de harina, como en las tortillerías.

En Guerrero se estima que puede haber unas 6,500 tortillerías que pertenecen a unos 2,700 empresarios, el 65% producen tortillas 100% maíz y un 35% lo hacen a base de harina. Es importante tener en consideración que la calidad de las tortillas depende de muchos factores como el tipo de grano, la temperatura, el porcentaje de cal y el tiempo de cocción de la nixtamalización, el tipo de molienda, el color de la masa, el tipo de máquina tortilladora y el tipo de cocido de la tortilla (el 60% de los industriales de tortilla usan equipos marca CELORIO, un 15% marca APOLO y un 15% marcas como TORTIMEX y LENIN).

- 4) Empresa Nextamalli de México S.A:** La nixtamalización tradicional ocupa altos consumos de agua, cal, gas y horas para hidratación y cocimiento del grano de maíz. Por estas razones, desde el 2012 se generó una innovación que revolucionó el tradicional procesamiento del maíz, para hacerlo mucho más productivo, La empresa Nextamalli de México S.A desarrolló una patente tecnológica que permite cocer el maíz y obtener nixtamal integral de alto rendimiento para tortillas y frituras de maíz, con ahorros en energía de entre 30 y 40% y con un rendimiento adicional de hasta 450 gramos de tortilla por kilogramo de maíz.

La tecnología Ali-Tech, se utiliza por algunos fabricantes de tortilla en Nuevo León, como la cadena “Segura”, y algunos otros de Fresnillo, Zacatecas, Chihuahua, Cadereyta, Nuevo León y Guanajuato. Este proceso genera un rendimiento adicional de hasta un 28% en el maíz, al obtener 2.25 kilos de masa por cada kilogramo de grano, en lugar de 1.8 kilos, que es el promedio nacional en el sistema tradicional.

El proceso ALITECH-Nextamalli® reduce costos y tiempo de cocción, admite cierta heterogeneidad de grano y considera los procesos de lavado y eliminación por flotación; el drenaje de impurezas con agua tratada con ozono y UV; el cocido con 0.7% de cal en el reactor a 15 PSI. el drenado, enfriado y molienda convencional, ALITECH acredita que la masa es “integral” porque no se elimina el pericarpio o “nejayote”.

Durante la nixtamalización del grano se pierde gran cantidad de compuestos, porque se degradan mediante solubilización, por la remoción del pericarpio y por la alta temperatura del proceso, especialmente durante la nixtamalización tradicional.

Existen dos métodos para la nixtamalización del maíz, el procesamiento artesanal de cocimiento con leña o gas el cual puede ser muy rudimentario, hasta el desarrollo de sistemas semiautomatizados de con equipos de acero inoxidable y de gran capacidad de procesamiento y el proceso industrializado denominado ALITECH Nextamalli, a continuación, en la tabla 29, se compara ambas tecnologías.

Tabla 29. Comparación y beneficios entre el sistema de nixtamalización tradicional del maíz y el uso la tecnología ALITECH

Variable	Proceso tradicional artesanal	Tecnología ALITECH Nextamalli	Beneficio
Rendimiento	1.5 kg de tortilla por cada kg de maíz	1.95 Kg de tortilla por cada kg de maíz	Rendimiento extra de 450 gr por cada kg de maíz
Energía	De 25 Kg a 30 Kg de gas por tonelada de maíz	De 14 kg a 18 Kg de gas por tonelada de maíz	Ahorro de un 40% de gas
Valor nutricional	Se pierde casi el 80% de la fibra, vitaminas, minerales y antioxidantes del pericarpio.	Conserva el 95% de la fibra, vitaminas, minerales y antioxidantes del pericarpio.	Conserva los valores nutricionales del maíz
Entorno ecológico	Descargas de CO2 a la atmósfera	Disminución de 40% en descarga CO2	Menos daño al medio ambiente
Tiempo de procesamiento (cocción y reposo)	De 12 a 14 horas	1 hora con 50 minutos promedio	Disminución de 10 horas de proceso
Calidad de la tortilla	Tortilla se hace tiesa y pierde humedad	Tortilla suave y resistente recién hecha y al recalentar	Tortillas de mejor calidad

Fuente: Elaboración propia

La empresa ALITECH cuenta con varios modelos de reactores de diversa capacidad (tabla 30), pero todos son de diseño cilíndrico vertical y descargan el nixtamal por gravedad, lo que lo hace más fácil de operar, pueden procesar diversos volúmenes de grano:

Tabla 30. Modelos de reactores: ahorro por carga

Modelo	Kilogramos de maíz procesados por 2 horas	Kilogramos de maza nixtamalizada	Kg tortilla	Ahorro por carga respecto al método tradicional (1.00 pesos por kilogramo tortilla)	Ahorro por carga respecto a la producción con harina (2.33 pesos por kilogramo tortilla)
RC-150	150	330 – 340	260 - 280	270	629
RC-300	300	660 - 690	520 - 560	540	1,258
RC-600	600	1,320 – 1,380	1,040 – 1,120	1,080	2,516
RC-1500	1,500	3,300 – 3,450	2,595 – 2,800	2,700	6,291

Fuente: www.nestamalli.com

5) Planta de Nixtamalización Verduzco: cuenta con elevador de maíz mediante un tornillo sin fin, hacía una paila cocedora en donde se deja reposar para hacer el nixtamal, que es el maíz mezclado con agua a 95° C y nixtamal, se corta el suministro de calor y se deja reposar durante 6 a 10 horas (durante el reposo no debe estar prendido los quemadores) el nixtamal una vez después del reposo pasa por un lavador de sinfín el cual lava y quita los sedimentos del proceso de nixtamalización, así como el nejayote y agua con la nixtamal. Y posteriormente el nixtamal lavado se envía hacia un molino el cual tritura el grano formando una masa para hacer tortillas, El equipo cuenta con un elevador de maíz, la paila cocedora, una bazuca lavadora de nixtamal y un molino Tortimex; todo el equipo está fabricado en acero inoxidable y produce 550 kilos de nixtamal o 500 kilos de masa.

Este equipo puede fabricarse a la medida de las necesidades de cada empresa y en función al espacio y requerimientos de producción; también automatizan las plantas de nixtamalización para sincronizar los tiempos de cocción, reposo y traslado a la molienda, con la finalidad de ahorrar mano de obra y tiempo, y estandarizando la producción.

IV.7. Sistemas de empaque para conservación de masa y otros productos

Es necesario analizar cuáles pueden ser las mejores tecnologías que se puede utilizar para el adecuado empaque de los diversos productos que se deriven del proyecto (maíz en grano, masa nixtamalizada, maíz para pozol, tortillas, etc.).

En el caso de la masa nixtamalizada es necesario hacer las pruebas para utilizar empaques que permitan su conservación de manera adecuada y preferiblemente sin refrigeración, con el objetivo de facilitar su distribución en los diferentes puntos de venta, como restaurantes, supermercados, hogares, etc.

Un ejemplo del tipo de empaque es que se utiliza en el caso de los frijoles enteros que comercializa la empresa “Ducal”, el cual consiste en una burbuja hermética de un polímero flexible, el cual puede conservar el producto sin preservantes y sin refrigeración, facilitando así la distribución y comercialización del producto. Estas y otras innovaciones de conservación y empaque, deben ser analizadas como parte del plan piloto, para mejorar las opciones tecnológicas de la cadena.

En el caso de las tortillas existen también diversas opciones tecnológicas para el empaque y comercialización, como por ejemplo las bolsas para tortilla microperforada y con cierre, las cuales son un excelente sustituto del papel para la envoltura de tortillas, ya que mantiene el producto fresco por más tiempo cuando éste ya se encuentra en manos del cliente, alargando la duración de este.

Existen empresas que elaboran y empacan tortillas de maíz en atmósfera controlada, con una vida de anaquel de más de un año; tienen presentaciones de paquetes de tortillas con 500 gramos de producto, en cajas de 20 paquetes con una dimensión de 30 x 15 x 30 centímetros; colocan en un pallet o tarima de 1.20 x 1.00 metros y/o de 1.20 x 0.80 metros; con 5 camas de 20 cajas, para un total por pallet de 100 cajas, con un peso aproximado de 1,000 kg. La capacidad por contenedor de 20 pies es de 10 pallets (10 toneladas de tortilla).

Por otra parte, investigadores del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), trabajan en el desarrollo de nuevos materiales para la industria del empaque. En 2010 en México se produjeron 1,200 toneladas métricas de bioplásticos y 4.6 millones de toneladas métricas de plásticos de origen petroquímico³³. El documento detalla que en el corto y mediano plazo los bioplásticos no representarán una amenaza comercial para los petroquímicos, debido a que su volumen corresponde a menos de 5% de la demanda total de plásticos.

Según la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje (AMEE), desde hace ya algunos años la tecnología ha permitido desarrollar distintas formas de envases para alimentos, como el envasado al vacío o con atmósfera modificada y se ha logrado innovar en diversos tipos de plásticos y de mezclas que permiten que el envase sea impermeable a los gases, al agua, sólo al vapor de agua o a algunos tipos de gases.

Los investigadores del ITESM han diseñado un envase inteligente elaborado a base de harina de maíz azul, cebada y sorgo, el cual protege el medio ambiente (ya que se degrada por sí mismo), agrega nutrientes a los alimentos, limita el contacto de los conservadores, e incluso elimina microorganismos patógenos. La base de esta innovación es el maíz azul, materia prima que naturalmente ya contiene almidón, proteínas y antioxidantes; además se utiliza cebada y sorgo, los que contienen una gran cantidad de nutraceuticos.

³³ Según el reporte Strategic Assessment of the Bioplastics Market in Brazil and Mexico de la firma Frost & Sullivan.

CAPITULO V. ESTRATÉGICAS PARA IMPULSAR LA COMPETITIVIDAD DE LOS MAÍCES NATIVOS

A pesar de que México tiene una gran diversidad genética, poca es la atención que se ha dado al potencial de los maíces nativos. Los llamados también maíces criollos tienen un arraigo ancestral en la vida de la población mexicana, el uso de estos granos ha cambiado al paso de los años por factores como la globalización, los cambios en la vida social y productiva del sector rural, los cambios de preferencias de los consumidores y la migración (López-Torres, 2016).

Existen oportunidades de mercado para los maíces criollos. En este contexto, los maíces para especialidades incluyen los maíces de colores (azul, negro, rojo, morado etc.) y el “pozolero” entre otros. Los consumidores aprecian estos tipos de maíz por sus características culinaria, como el color, la textura, el sabor y su uso en varios platillos típicos. Los productos provenientes de los maíces con usos especiales incluyen también las hojas de mazorca (“totomoxtle”), utilizadas en la producción artesanal o para envolver tamales (platillo elaborado con masa de maíz), y el huitlacoche, un hongo que en México se considera un manjar. Estos productos con frecuencia provienen de los maíces criollos porque, en general, se considera productos de mayor calidad (King, 2006).

En consulta con especialistas, ven viable esta opción, y para ello señalan la necesidad de implementar apoyos, programas y políticas públicas que creen un entorno fértil para incorporar al mercado a miles de pequeños productores que siembran, cosechan y, en muchos casos, elaboran tortillas, con métodos ancestrales, que, de acuerdo con las tendencias del consumo, cobran valor y se cotizan a un precio atractivo en las tiendas *gourmet* o mercados especializados.

En la actualidad se ha revivido el interés y el apoyo al sector del maíz en México, con esto surge la posibilidad de que los productores del maíz criollo puedan incrementar los beneficios de estas oportunidades de mercado (Hellin, Keleman y otros, 2013).

Sin embargo, algunos autores afirman que la siembra del maíz nativo está disminuyendo debido, entre otros factores, a que no se encuentran un nicho de mercado apropiado, por lo que el precio que se paga es castigado. Esto es preocupante, según Gaytan, Figueroa y otros (2013), porque de seguir así, se estima que en poco tiempo los maíces criollos podrían perder el carácter de

maíces especializados y no tendrían características propias que los distinguan de los demás maíces, lo que causaría una importante pérdida de diversidad genética. De allí la importancia de rescatarlo, buscar mercados y potenciar su uso.

V.1. Maíces nativos y los canales *gourmet*, tiendas *delicatessen* o *speciality food*

Según el Sr. José Represas, los maíces nativos se podrán mantener en la medida que se incremente su rentabilidad y se resalte o diferencie su verdadero valor, ya que los niveles de productividad serán bajos respecto a los híbridos comerciales por las condiciones marginales donde se cultivan y la falta de insumos. Aún en escenarios de baja competitividad, su comercialización debe sustentarse en tres pilares fundamentales, que los hacen atractivos en los mercados especializados:

- Granos ancestrales, libres de OGM.
- Producto natural, libre de pesticidas e inocuo.
- Producto sustentable, producido por grupos étnicos de pequeños productores en comunidades rurales.

Para el CIMMYT, la producción sostenible de maíz es un “sistema productivo” que tiene la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente de alimentos y, además, preservar el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer las potencialidades presentes y futuras del recurso suelo.

Para lograr la sostenibilidad en el caso del maíz, recomienda, adoptar las siguientes tecnologías:

- Agricultura de conservación: práctica que consiste en tres principios: el movimiento mínimo del suelo, la retención de humedad por los residuos de los cultivos sobre la superficie y la rotación de cultivos. Un beneficio de la agricultura de conservación es la reducción de costos al eliminar hasta un 90% el uso de maquinaria para la labranza del suelo.
- Nutrición vegetal integral y uso de sensores para la eficiente aplicación de macro y microelementos: es la combinación de estrategias para llevar a cabo una fertilización más completa y balanceada para aplicar la dosis exacta que necesita el maíz de acuerdo con su etapa fenológica. El análisis de suelo y su correcta interpretación son la base para diseñar programas de fertilización acordes a las necesidades y condiciones de cada lote

de producción, y los sensores son herramientas de seguimiento y medición para la aplicación eficiente del nitrógeno.

- Manejo integrado de plagas: es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y minimizar el impacto al medio ambiente para controlar de forma específica a las plagas que pudieran afectar al maíz, y tomar las decisiones adecuadas sobre el control racional de plagas sin acabar con la fauna benéfica.
- Uso eficiente del agua de riego: La aplicación de técnicas que permiten al productor hacer un eficiente manejo del agua en el riego por gravedad, así como la tecnificación de riego con opciones que van desde multicompuertas hasta el riego por goteo.

Las combinaciones de estas buenas prácticas, sumadas las estrategias para una adecuada selección de semillas y un buen trabajo postcosecha, permitirán mantener y/o aumentar el rendimiento del maíz, disminuir el costo de producción y sostener en el tiempo la rentabilidad y productividad, con un menor impacto ambiental.

Si bien existen esfuerzo para la producción de maíz orgánico certificado para su exportación a mercados como Canadá y Estados Unidos; la realidad indica que la agricultura orgánica de cereales es poco viable para ser desarrollada por los pequeños productores de maíz por varias razones, entre ellas, tenemos:

- Son bienes genéricos que por lo general se venden a granel.
- El diferencial en los precios puede duplicar o triplicar su valor cuando se exporta a Estados Unidos, Canadá y/o a la Unión Europea, pero pocas veces el beneficio llega al productor primario, por lo que no compensa el costo de la certificación.
- Existe una alta complejidad y dificultad para lograr el cumplimiento de la normativa orgánica por parte de los pequeños productores.
- El bajo nivel de educación y desconocimiento de los productores para aplicar toda la normativa.
- La muy incipiente transferencia tecnológica y capacitación en el tema de producción orgánica del maíz.
- Los bajos volúmenes de maíz orgánico certificado limitan la capacidad de vender y fomentar el desarrollo de mercados tanto a nivel nacional como internacional.

En Ixtenco, Estado de Tlaxcala, por ejemplo, se ha realizado por siete años una feria especializada en maíces nativos llamada la “Fiesta del Maíz”³⁴ que se realiza entre los meses de marzo y abril, los organizadores están interesados en la conservación de los maíces nativos y han realizado alianzas para fomentar su cultivo, recuperar el interés en estos materiales, reposicionarlos en el gusto de los mexicanos y fomentar su comercialización en condiciones de equidad y sostenibilidad.

En Tlaxcala se cultivan cerca de 20 variedades de maíces criollos, lo cual hace que sea uno de los Estados con mayor cantidad de estos materiales, lo que les permite retomar recetas ancestrales como atoles, tamales, tortillas, tlacoyos, moles, sopas y dulces; así como múltiples tipos de artesanías.

De las 5,000 hectáreas de maíz que se cultivan en el ejido de Ixtenco en Tlaxcala, el 90% corresponde a maíces criollos, cultivados mayoritariamente de forma natural y con un mínimo uso de pesticidas; sin embargo, no tienen ningún tipo de certificación que les permita venderlo con algún nivel de diferenciación.

Son mercados que se concentran en trabajar un producto en particular, por ejemplo, mercado de productos artesanales, mercado de alimentos tradicionales, mercado de productos gourmet, mercado de pequeños productores, etc.

Ventajas: permite la especialización, competencia, diferenciación, fomento del consumo, intercambio de conocimientos, intercambio de tecnología, etc., depende del objetivo que se desee alcanzar con el mercado.

En el proceso de rescatar los productos ancestrales como llevar las tortillas de maíces nativos o criollos a posicionarlo en ciertos mercados especializados, tenemos los canales *gourmet*, tiendas *delicatessen* o *speciality food*, cuya presencia en los mercados mundiales tienden a incrementarse y existe un segmento importante de consumidores.

³⁴ Sr. Cornelio Hernández. Antropólogo, productor de maíces nativos y organizador de la feria la Fiesta del Maíz” en Tlaxcala.

La Federación Onubense de Empresarios (FOE)³⁵, define a estos canales o tiendas de comercialización como negocios centrados en la venta de productos gastronómicos de alta calidad que, por su originalidad, su elaboración artesanal, presentación, etc., no suelen encontrarse en un supermercado convencional. La oferta de productos suele ser muy amplia y abarca desde vinos, quesos, licores, aceites, chocolates, dulces, sal o productos típicos regionales e internacionales.

Estos productos también son conocidos como productos *delicatessen* o como *speciality food* y aunque el concepto puede variar de un país a otro, según los gustos del consumidor y las características exigidas de los productos, al ser muy similares. Son productos de alta calidad que cuentan con un alto valor agregado.

Según FOE, bajo el concepto de productos *gourmet* puede incluirse una enorme variedad de productos. Esta Federación identifica bajo el concepto de canal *gourmet* una serie de atributos comunes:

- Para que un producto gourmet sea considerado como tal, no es tan importante el tipo de producto como el que sea de gama alta, con ingredientes de calidad.
- La producción suele ser más limitada.
- En muchos casos, se trata de productos artesanales y más naturales, destacando en ocasiones, su carácter regional o étnico.
- La presentación y el envasado es más cuidado y de más calidad que en el caso de los productos alimentarios convencionales, de forma que el producto destaca y resulta diferente.
- No son productos de primera necesidad, por lo que su consumo suele ser ocasional y encontrarse estrechamente relacionado con la coyuntura económica del país, pues, generalmente su consumo aumenta en época de bonanza y disminuye en momentos de recesión.
- El precio del producto *gourmet* suele ser más alto que el de los productos alimentarios convencionales. Esta estrategia es una vía de conferir al producto una imagen de exclusividad y calidad.
- El mercado de los productos *gourmet* se caracteriza por presentar grandes márgenes y la mayor tasa de crecimiento en los últimos años, dentro del sector de alimentación.

³⁵ Es una organización creada en el año 1977, por empresarios para la representación, promoción y defensa de los intereses empresariales de Huelva. <http://www.foe.es/porta/nuevosmercados/txtT03-05.html>

- La distribución está más limitada a tiendas especializadas, secciones especiales y diferenciadas en los supermercados.

El término *gourmet* evoca en la mente del consumidor la imagen de un producto especial, por lo que deben encontrarse en un lugar diferente al de los productos convencionales. La distribución de productos *gourmet* es diferente en cada mercado, atendiendo a los hábitos de compra de los consumidores en cada uno de ellos. Sin embargo, se pueden identificar los siguientes parámetros:

- La distribución minorista, distinguiendo grandes cadenas detallistas y tiendas especializadas en productos gourmet y delicatessen. Las grandes cadenas detallistas suelen estar más abiertas a la entrada de productos *gourmet* y es frecuente que estos se presenten bajo la marca del distribuidor. En cuanto a los establecimientos especializados, suelen trabajar más con marcas con tendencia a ofrecer todo tipo de productos, desde los más tradicionales hasta productos más nuevos y exóticos.
- La distribución para el canal Horeca³⁶. En este caso, siempre que el producto no esté a la vista del cliente, no importará tanto la marca como la adaptación del envase a la particular necesidad de consumo en grandes cantidades del sector de la restauración.

Según López-Torres y otros (2016), la comercialización de maíces nativos en México se lleva a cabo en dos mercados importantes, donde la diferencia no es el producto, si no el mercado hacia donde van dirigido:

- 1). En mercados locales tradicionales, incluyen los maíces y sus productos alimenticios elaborados de forma artesanal en las comunidades locales, su principal característica es que se trata de una cadena corta de productor a consumidor.
- 2). En mercados de especialidad, donde los productos elaborados con estos maíces traspasan fronteras, en este mercado se valoran las características únicas de los maíces, por lo que los consumidores aprecian este tipo de maíz por sus bondades. En estos mercados se busca un desarrollo más allá de lo local.

³⁶ El denominado canal Horeca comprende tres grandes subgrupos: Hotelería, Restauración y Catering (HORECA). Las actividades de restauración se pueden clasificar en dos categorías: La restauración comercial, que se corresponde con los establecimientos que suministran, de manera directa, el alimento final para el consumo directo del cliente. Como ejemplo más común se encuentran los restaurantes. Por otro lado, la restauración colectiva, está basada en la utilización, principalmente, de servicios de catering.

Cuando los maíces criollos son utilizados para elaborar algún producto específico por sus características físicas y químicas, son llamados también maíces para especialidades, porque utilizan para la elaboración de productos especializados. Es reconocido que estos maíces tienen un mayor valor por su tradicional modo de producción, sus características culinarias, por el color, textura y sabor (Keleman y Hellin, 2013).

López-Torres y otros (2016)³⁷, realizó una interesante investigación y entre sus hallazgos destacan:

1. En los Estados de Tlaxcala, Guerrero y Estado de México existe una diversidad de producción de maíces nativos, los que más se producen son los maíces de colores. Sin embargo, por cuestiones de mercados, lo que más producen son maíces blancos.
2. En Tlaxcala los colores negros, crema, blanco y amarillo tienen una mayor proporción de comercialización; el morado prácticamente es para el autoconsumo y el que mayor proporción se destina al ganado es el amarillo.
3. Los maíces de colores que cultivan los productores de las zonas de estudio³⁸ son de régimen temporal, la variación de siembra, el ciclo y la cosecha están determinadas por la época de lluvias, el tipo de grano y las condiciones climatológicas.
4. Los productores tienen conocimiento de que los maíces nativos que producen tienen mayor valor que el pago por la producción de híbridos. Tendrían mejor precio si agregaran valor agregado al grano.
5. La problemática que tienen los transformadores del maíz nativo es que dirigen sus productos a consumidores que desconocen las propiedades y las cualidades de los maíces nativos y, por lo tanto, no están dispuestos a pagar un sobreprecio.

Los pequeños y medianos agricultores que generan muchos productos de maíz para después venderlos en mercados especiales, reportan un beneficio neto por hectárea que equivale al doble del que obtienen los productores que venden el grano en los mercados de productos comerciales (Keleman y Hellin, 2009).

V.2. Alternativas para la producción de tortillas artesanales

³⁷ Entrevistó a 492 actores de la cadena productiva relacionados con los maíces criollos (291 productores, 81 comercializadores intermediarios y 120 clientes transformadores).

³⁸ Estado de México, Guerrero y Tlaxcala.

Según el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, se han identificado algunas alternativas viables, para la producción de tortillas artesanales de mejor calidad entre ellas se han planteado las siguientes:

1. Como estrategia alimentaria fomentar el consumo de tortilla de calidad, la baja en su consumo coincide con el aumento en los indicadores de la malnutrición de la población, expresados en el aumento del sobrepeso y la obesidad, la cual se origina por el incremento del consumo de productos industrializados de alto contenido calórico y de bajo aporte nutricional.
2. La tortilla correctamente elaborada es un alimento que aporta además de calorías, otros nutrientes necesarios para una buena salud.
3. El fomento del consumo implica que exista la disponibilidad de producir una tortilla de calidad, condición que es difícil que cumplan las tortillerías mecanizadas que utilizan 100% harina de maíz.
4. Una parte de las familias elaboran tortillas de calidad para autoconsumo, por lo que la estrategia debe garantizar que sigan produciendo las cantidades suficientes de maíz o que puedan adquirir maíz de las calidades que acostumbran y a precios accesibles en los mercados locales.
5. La mayoría de los consumidores que adquieren tortillas calientes, requieren de una estrategia de reestructuración del sector manufacturero, para que inicie un proceso de transición hacia las formas artesanales de producción, que son las que pueden garantizar la producción de tortillas de calidad con las mejores propiedades en sabor, olor, color, textura y nutrición.
6. La reestructuración no implica la eliminación de las formas mecanizadas de producción de tortilla, sino de la reconversión al uso de maquinaria que mejor reproduzca las condiciones del sistema artesanal de nixtamalización y elaboración de tortillas manuales, En el mercado existe oferta de equipos semiautomáticos que optimizan el proceso artesanal.

7. La reestructuración también debe considerar la instalación de tortillerías en la forma clásica del sistema artesanal, pues las cualidades de sus productos son inigualables y existen experiencias exitosas en este tipo de establecimientos.
8. Las tortillerías mecanizadas son la base para la reestructuración, ya que cuentan con conocimientos y experiencias en la producción y el comercio de tortilla, por lo que, a partir de información y alternativas de financiamiento, podrán transitar hacia el modelo propuesto y permanecer en el mercado.
9. La adopción de las formas artesanales implica, por un lado, mayor trabajo, situación que por las condiciones de ocupación en el país, no es una limitante en el corto y mediano plazo y al contrario, es deseable que se generen empleos, Las formas artesanales se pueden realizar con equipos muy sencillos y de bajo costo, por lo que la inversión para la reconversión puede ser realizada por las empresas o mediante la disposición de un programa de crédito de las instituciones financieras dedicadas a atender a la pequeña y mediana empresa.
10. Hay que considerar que el incremento del trabajo por unidad de tortilla elaborada en la modalidad artesanal puede incrementar su costo y por tanto su precio de venta, lo cual puede compensarse con estrategias de optimización del proceso de elaboración y comercialización.
11. Los productores de tortilla artesanal o mecanizada requieren tener acceso a la diversidad de maíces nativos a precios accesibles, lo cual se puede lograr produciéndolos con eficiencia en áreas cercanas a los centros urbanos (circuitos cortos de comercialización) y perfeccionando el sistema de almacenamiento y distribución, de tal forma que se puedan pagar precios remunerativos al productor, que sea sean accesibles a los productores de tortilla y que permitan un precio accesible al consumidor.
12. Es fundamental que se otorguen opciones de consumo a la diversidad de maíces criollos que México conserva, por ser la expresión de la diversidad cultural de las eco-regiones y una reserva genética que debe mantenerse para que pueda ser utilizada en los procesos de adaptación de los sistemas productivos a nivel nacional e internacional, ante los efectos del cambio climático. Resulta preocupante que en la región donde se origina el

maíz y la mejor forma de utilizarlo en la alimentación humana, ahora consume una tortilla elaborada con híbridos comerciales.

13. El mejoramiento de la calidad de la tortilla requiere de estudios para caracterizar la diversidad de los maíces en términos de sus cualidades agronómicas, de nixtamalización, en aspectos organoléptico, de textura, de sabor y especialmente de sus propiedades nutricionales. También se requiere investigación y transferencia tecnológica para el perfeccionamiento de todos los sistemas de elaboración de tortillas, en aspectos como la optimización del uso de energía, el mejoramiento de la calidad y el manejo de residuos.

Una característica que tiene la producción de tortillas gourmet de alta calidad es el precio alto al consumidor final, lo cual limita que esta opción pueda ser utilizado de forma masiva y orientar a un nicho de mercado de alto poder adquisitivo, donde el factor de calidad supera el precio.

Existen experiencias exitosas en innovaciones sobre la producción de tortillas artesanales que deben ser analizadas, ya que, con pocos recursos invertidos, son una alternativa para el combate contra el hambre, la desnutrición y la obesidad.

Un ejemplo de éxito es la empresa MAISE GOURMET. www.maisegourmet.com.mx

- Creada en el 2006.
- Después de un año de investigación y pruebas de laboratorio desarrolló una formulación nutritiva que permite que una tortilla se "infla" a segundo o tercer calentamiento, con bajo peso calórico e ingredientes nutritivos, al proceso de nixtamalización se agrega amaranto.
- Las tortillas que tiene un peso de 22 gramos en su dimensión tradicional contra 40-45 de otras tortillas convencionales; con 45 calorías contra 70-85 de las convencionales.
- Una tortilla con calcio, fósforo, proteína, lisina, fibra dietética y potasio derivado de un proceso de nixtamalización que garantiza que los nutrientes estarán en la tortilla y no eliminados como sucede con las tortillas que vienen de procesos que convierten al maíz en harina para su posterior uso.
- Tortilla con cuerpo, resistencia y elasticidad que sabe y huele a maíz y que "se infla" en procesos de recalentados.
- La empresa empaca las tortillas en paquetes para abastecer comedores industriales, negocios y supermercados.
- Esta tortilla tiene certificación Kosher.
- Empacada en papel de colores muy mexicanos (un color de rosa que revitaliza la retina del ojo combinado con un verde claro) grado alimenticio, bolsa certificada Kosher con grado alimenticio, tintas con grado alimenticio, envasadas al alto vacío lo que le concede una vida de anaquel de al menos dos meses.
- Tortilla apta para ser consumida por diabéticos y por celíacos aprobada por la Asociación Nacional de Celíacos.

- Tiene vida de anaquel de al menos dos meses.

V.3. La semilla como factor competitivo

Entre el 2011 y 2012 hubo fuertes sequías en Chihuahua, al norte de México. Los habitantes de la Alta Tarahumara se organizaron con el Instituto de Biología de la UNAM, con la chef e investigadora gastronómica Alicia Gironella, y con el presidente de la Asociación de ExpoRestaurantes Alejandro Borja para poder asegurar el abastecimiento de semillas en la zona, sobre todo de maíz; para lo cual se creó el Semillatón³⁹, con el propósito de brindar apoyo a la recuperación de los maíces nativos de la Sierra Tarahumara, donde se ubica uno de los cuatro centros de diversificación del maíz en México que ha sido afectado por las pérdidas de cosecha debido a la sequía.

Estas son algunas variedades de maíz que el Semillatón ayuda a conservar para que sigan en las mesas y los rituales de todos los mexicanos:

- Maíz apachito
- Maíz cristalino
- Maíz amarillo
- Maíz rojo
- Maíz azul
- Maíz chupéame

El Semillatón representa la oportunidad de apoyar desde diferentes sectores de la sociedad civil, a la conservación de las razas de estos granos, que son la base de la alimentación y calidad de vida de los productores tarahumaras. Esta organización recibe donativos a nombre de Fundación UNAM, los cuales pueden ser deducibles de impuestos a partir de 3,000 pesos.

El proyecto beneficia al país, pues la pérdida de los maíces nativos afectaría a la ciencia ya que allí se ubica uno de los cuatro centros de diversificación del maíz en México, y también sería una pérdida para la gastronomía mexicana, que es considerada Patrimonio Cultural de la Humanidad.

³⁹ Es un proyecto creado por la Fundación n UNAM, el Instituto de Biología de dicha universidad, el Conservatorio de la Cultura Gastronómica Mexicana (CCGM) y los chefs Alicia Gironella y Enrique Olivera, entre otros.

La razón por la que sólo pueden sembrarse estas especies en la Sierra Tarahumara se debe al ciclo de crecimiento de los maíces nativos que es de tres meses (a diferencia de las variedades de otras regiones, cuyo ciclo es cinco meses), lo que permite a los campesinos cosecharlo al final de la primavera antes de que las temperaturas extremosamente frías o secas de las demás estaciones lo dificulten.

Los recursos de los donativos son para ayudar a la multiplicación de semillas de maíces nativos, que se reparten entre los agricultores indígenas de la zona para su siembra y autoconsumo, así como para la creación de bancos de semillas comunitarios y regionales.

La chef Alicia Gironella⁴⁰ ha trabajado durante décadas en la promoción y salvaguarda de la cocina tradicional en México y por el proyecto del Semillatón que está llevando a buen término, ha sido nominada a ganar el Basque Culinary World Prize, el premio que otorga el Basque Culinary Center en alianza con el gobierno del País Vasco a profesionistas gastronómicos involucrados en proyectos de responsabilidad social y ambiental.

Varias empresas como la cadena de restaurantes Sanborns y ExpoRestaurants han estado comprometidos con el proyecto el cual ha beneficiado a un importante número productores de 9 municipios y 80 comunidades de Chihuahua; también tiene el apoyo del chef Enrique Olvera propietario de Pujol, restaurante que ocupa el lugar 16 de los 50 mejores restaurantes del mundo, quien en 2015, eligió al Semillatón como la causa que abanderó en la campaña “Grandes Chefs, Grandes Causas” de los restaurantes Ibérica en Inglaterra.

V.3. Promoción y fomento del consumo de tortillas *gourmet* artesanales

Es importante explorar opciones de marketing que fomenten y promocionen la demanda de tortillas artesanales de alta calidad, producida bajo estrictos estándares de inocuidad, proveniente de maíces nativos con características especiales de color y calidad, producidos por pequeños agricultores de zonas rurales específicas y con la garantía de brindar un comercio justo para el productor.

⁴⁰ Fundadora del Semillatón, escritora de libros de cocina como Epazote y Molcajete (Larousse, 1993) o Cocina Mexicana para el mundo (Everest, 2002); es delegada de Slow Food en México, miembro de la Academia Culinaria de Francia y de la Asociación Culinaria Cordon Bleu.

En el caso de la producción primaria es importante definir los criterios técnicos para el desarrollo del cultivo en todos los aspectos agronómicos (semilla, nutrición, manejo de plagas y enfermedades, cosecha, manejo post-cosecha, etc.) y brindar acompañamiento técnico y capacitación a través de diversas estrategias como las escuelas de campo; se debe establecer la oferta disponible de maíz, la época de producción, el sistema de conservación post-cosecha y el mecanismo de comercialización.

Dentro de las innovaciones asociadas al productor primario se pueden considerar la certificación orgánica, el desarrollo de un sistema de selección y empaque hermético de grano de calidad; con etiquetado que especifique el tipo de maíz, la localidad de siembra, la fecha de cosecha y empaque y los aspectos de trazabilidad, que garanticen el origen del grano.

Resulta de gran utilidad conocer las razones que motivan la decisión de los actores de una cadena, para adoptar una innovación con el fin de diseñar estrategias que incrementen la probabilidad de adopción tecnológica en el menor tiempo posible y predecir el impacto del cambio tecnológico en los sistemas de producción en los diversos eslabones:

- Productor de maíz nativo: mejorar el precio de la producción; mejorar el sistema de producción, incrementar la productividad; así como conservar y fomentar el maíz nativo que producen.
- Organizaciones responsables del acopio del grano, su acondicionamiento, empaque y venta: un mejor mercado y precio para la producción de los pequeños productores,
- Transformadores de grano a masa nixtamalizada: tecnificar el sistema de procesamiento, incrementar los rendimientos y calidad; así como tener una materia prima diferenciada que pueda procesarse y venderse a diversos clientes,
- Productores de tortillas artesanales de alta calidad: tener un producto diferenciado de alta calidad y destinado a un nicho de mercado de alto precio.
- Comercializadores (restaurantes y supermercados): ofrecer al consumidor un producto fresco, de alta calidad y diferenciación.
- Consumidores: tener acceso a productos diferenciados de producción artesanal y alta calidad.

Es necesario que las tecnologías se generen considerando la idiosincrasia de los actores relevantes de cada eslabón de la agrocadena, su cultura, sus intereses y las condiciones

agroecológicas y económicas en que se desenvuelve, Si estos aspectos no se toman en cuenta, se limita seriamente la adopción de cualquier innovación tecnológica.

Muchas innovaciones tienen éxito al principio, pero no tardan en estancarse por las “discontinuidades” que se generan entre las diversas categorías de usuarios, Los diversos actores adoptan una innovación por motivos fundamentalmente diferentes y eso impide que un grupo acepte un producto del mismo modo que el grupo inmediatamente anterior, Una herramienta para los procesos de extensión y transferencia tecnológica pueden ser el uso de unidades móviles para realizar la transferencia tecnológica y la capacitación a productores, El uso de las “tecnomóviles” es una estrategia que ha utilizado la secretaría de Fomento Agrícola (SEFOA) del Gobierno de Tlaxcala.

La discontinuidad más importante se observa entre los productores visionarios que adoptan las innovaciones de forma temprana y el siguiente grupo que representan el mayor número de productores que deben adoptar la innovación, pero la cual no constituye una referencia para el siguiente nivel, Esto hace que las innovaciones se estancuen y no sean acogidas por el gran mercado.

La etapa de adopción debe considerarse una fase más del proceso de generación de tecnología, una oportunidad para hacer las modificaciones del caso, valorar si la tecnología es apropiada, si es compatible con el sistema agrícola local y si existen mercados que la apoyen.

Para explicar por qué unos actores de la agrocadena adoptan una nueva tecnología y otros no, es preciso analizar las características de la tecnología (facilidad para adoptarla, rentabilidad y riesgos), de los sistemas productivos (compatibilidad, validación por productores y apoyo institucional) y de los agricultores (experiencia, género, actitud, personalidad, escolaridad, recursos económicos, mano de obra, crédito, tenencia de la tierra, sistema de producción, clima, suelo, precios, mercado, insumos, información, etc.), así como la manera en que todas ellas se relacionan.

Las innovaciones tienen que responder a las demandas de los actores de la cadena y examinar qué factores retrasan el cambio (hacer un diagnóstico de dificultades), Ambos insumos son indispensables para diseñar programas de marketing dirigidos a incrementar la tasa y la velocidad de adopción de las innovaciones.

Para alcanzar los objetivos de un programa de ésta naturaleza, el IICA debe identificar a las instituciones y empresas con potencial interés en aportar los recursos económicos que permitan establecer una estrategia de marketing que se enfoque en todos los eslabones de la cadena, pero con especial énfasis en el consumidor y el productor, La estrategia de marketing debe incluir el diseño, la puesta en práctica y el monitoreo del programa de fomento del cultivo de maíces nativos en México para la elaboración de tortillas y productos gourmet, Esto exige investigar la población meta, analizar el entorno, definir el problema o la oportunidad y, finalmente, planear, ejecutar y evaluar el programa, Sin un plan de marketing nunca se sabrá cómo se van a alcanzar los resultados.

CAPÍTULO VI. LA CADENA PRODUCTIVA Y DE VALOR DEL MAÍZ NATIVO EN MÉXICO

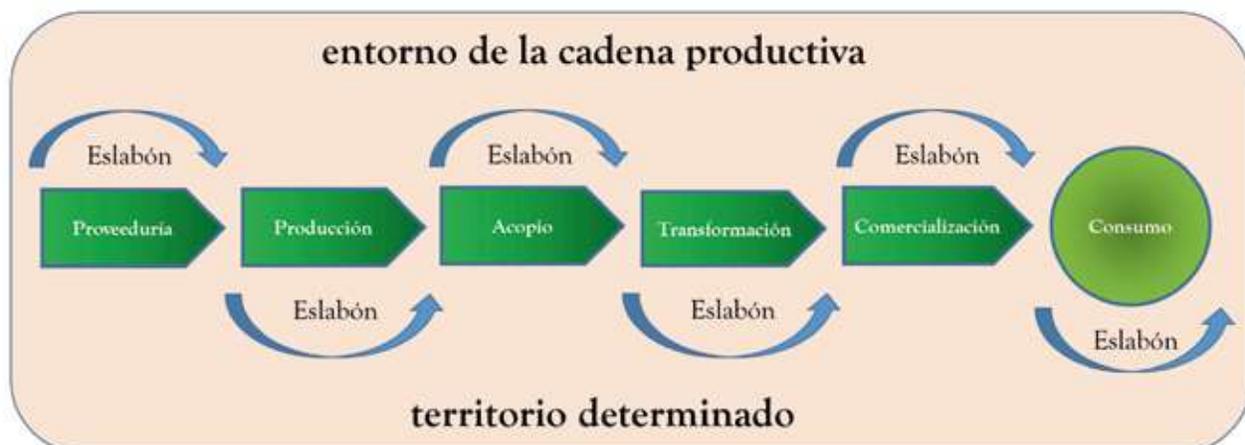
5.1. Aspectos conceptuales de cadena productiva y de valor

Analizar una cadena productiva es un ejercicio que busca conocer el estado en que se encuentra, así como y entender su funcionamiento. Permite identificar los puntos críticos que frenan la competitividad de la cadena y las ventajas competitivas que ayudan al desarrollo de esta. Este estudio debe permitir también reconocer y visualizar las principales barreras de participación y brechas de acceso a oportunidades y recursos que existen en las cadenas (Van der Heyden, 2007). Según Mitnik, F, y Magnano, C. (2011), desde el punto de vista geográfico, las cadenas productivas pueden estar en un único territorio, abarcar varias zonas o ser de naturaleza global.

Gottret (2011), señala que una cadena productiva se refiere a las funciones de producción, transformación, comercialización y consumo que realizan diferentes actores (individuos u organizaciones formales o informales). Estos actores se relacionan mediante una serie de transacciones (monetarias o no monetarias), las cuales permiten el flujo de productos desde la provisión de insumos y materias primas hasta el consumidor final, así como diferentes niveles de transformación y agregación de valor.

En muchos de los casos se tiene una visión estática de la cadena productiva, donde los actores siguen una secuencia casi lineal de manera autónoma (imagen 5). Sin embargo, en la práctica una cadena, es dinámica y tiene un alto nivel de complejidad (imagen 6).

Imagen 5. Visión estática de la cadena productiva



Fuente: elaborado por los autores.

Una cadena productiva, refiere Van der Heyden (2007), refleja una situación dinámica: sus actores cambian y pueden pertenecer también a otras cadenas productivas independientes. Su entorno también evoluciona y se modifica. Una cadena es un sistema en el cual intervienen muchos actores que mantienen entre ellos relaciones complejas.

Imagen 6. Visión dinámica de la cadena productiva



Fuente: Elaborado por los autores.

El fin último de una cadena productiva es ser competitiva y lo es cuando sus actores han desarrollado capacidades y condiciones para mantenerse y aumentar su participación en el mercado de manera sostenible. La competitividad tiene que ver con las habilidades, actitudes, talentos, competencias, visión empresarial de sus actores (Van der Heyden, 2007).

Algunos autores prefieren analizar la cadena desde la perspectiva de la competitividad sistémica⁴¹ porque consideran que una cadena es competitiva no solo cuando una empresa o un

⁴¹ Klaus Esser, Wolfgang Hillebrand, Dirk Messner y Jörg Meyer-Stamer del Instituto Aleman de Desarrollo fueron los primeros en hablar de competitividad sistémica. Señalan que los países más competitivos poseen: i) en el nivel meta, estructuras básicas de organización jurídica, política y económica, capacidad social de organización e integración, y capacidad de los actores para la interacción estratégica; ii) un contexto macro que exige mayor eficacia de las empresas; iii) un nivel meso estructurado donde el Estado y los actores sociales desarrollan políticas de apoyo específico, fomentan la formación de estructuras y articulan los procesos de aprendizaje a nivel de la sociedad, y iv) en el nivel micro un gran número de empresas que buscan simultáneamente la eficiencia, calidad, flexibilidad y rapidez de reacción, estando muchas de ellas articuladas en redes de colaboración recíproca. Se recomiendan visitar:

grupo de actores tienen rentabilidad, sino que el conjunto de actores que participan en todos los procesos (interno y externo) es competitivo.

Una forma de competir en los mercados es a través de la generación de valor agregado⁴² en la cadena productiva, ello implica desarrollar una cadena de valor, concepto que fue revitalizado por Michael Porter⁴³. Sin embargo, para su aplicación práctica en el caso de productos agropecuarios han sufrido algunas adecuaciones propias de las características del bien o servicio.

La cadena de valor parte de la definición de cadena productiva, pero se diferencia por su propósito, objetivo, visión y orientación, así como por la naturaleza de su organización y las relaciones entre los actores que participan de esta. Regularmente, las cadenas de valor están orientadas por la demanda y buscan la competitividad de la cadena como sistema, con una visión de sostenibilidad económica, social y ambiental; mediante la agregación de valor por productividad, calidad, trazabilidad, diferenciación, así como por medio de relaciones comerciales y de provisión de servicios de largo plazo que permitan relaciones comerciales y precios más estables a lo largo de la cadena. El desarrollo de cadenas de valor requiere que los involucrados en la cadena cedan y cooperen para alcanzar un nivel funcional de compromiso, el cual permite desarrollar procesos de colaboración estratégica entre éstos para su mutuo beneficio (Gottret, 2011).

En realidad, una cadena de valor es más compleja de la forma ordenada que regularmente se presenta, trata de describir las actividades relevantes y los principales actores que participan en cada uno de los eslabones, así como los elementos que interactúan en su entorno tanto externo como el inmediato. Es importante destacar, en el caso de la cadena de valor, que el fin último es ser competitivo e innovador.

En la imagen 7, se esquematiza como se genera valor e innova en la cadena, dando respuesta a las necesidades del mercado. Una vez identificado el bien o servicio que requiere el mercado, se detecta los socios y aliados estratégicos que permiten cumplir con la exigencia de los

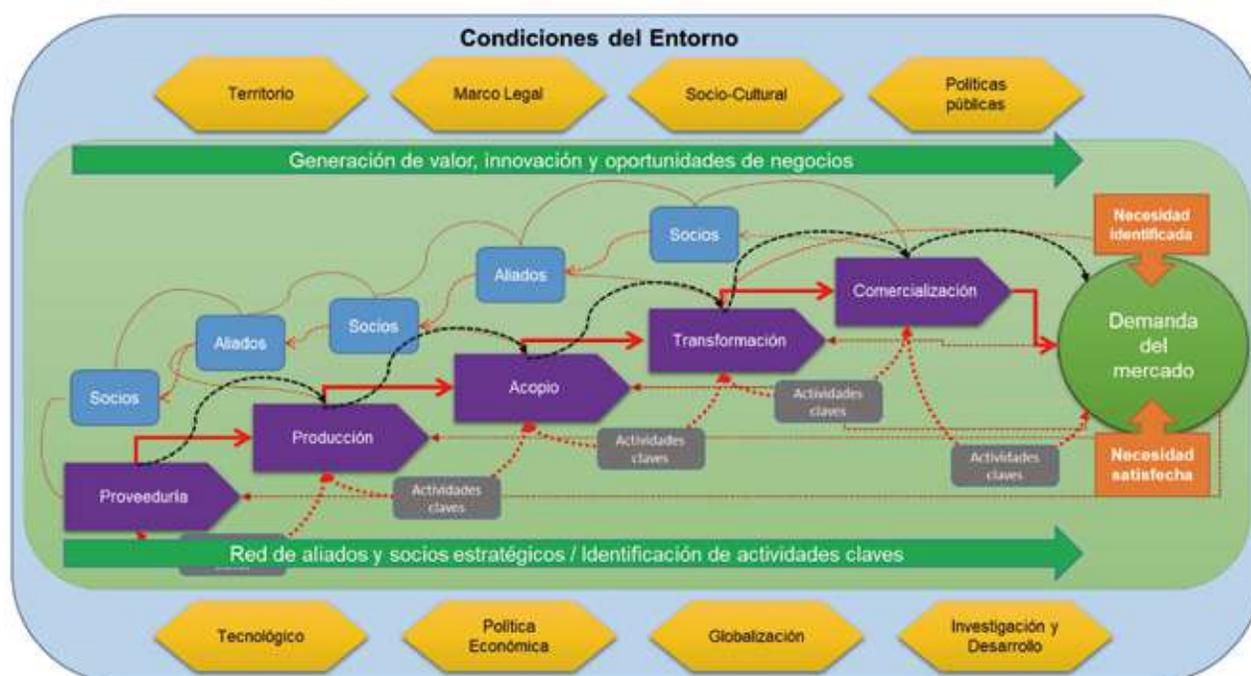
⁴² No hay que confundir "valor agregado" con "agregación de valor": el valor agregado es el resultado de la aplicación de estrategias o mecanismos de agregación de valor. La agregación de valor es el proceso mediante el cual se agrega valor a un producto (IICA, 2014).

⁴³ Este concepto ha evolucionado en las últimas décadas. En 1959, con Albert Hirschman nace el concepto de teoría de los encadenamientos productivos y sus famosos "eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante". En los años noventa del siglo XX, Michael Porter, colocó en primer plano la discusión de cadena de valor, la que definió "como un proceso en que la empresa crea valor para el consumidor en cada paso de la producción y venta del producto".

consumidores. Igualmente, nos permite conocer cuáles son las actividades claves y en que eslabón de la cadena se tiene que poner atención para cumplir con la demanda.

En resumen, para realizar un buen análisis, se tiene que partir a través de identificar actores y actividades en la cadena productiva, para saber qué tipo de encadenamiento existe y poder conocer en que eslabón se puede generar valor e innovar, ello significa trabajar en una cadena de valor.

Imagen 7. Cadena de Valor en función del mercado



Fuente: Elaborado por los autores.

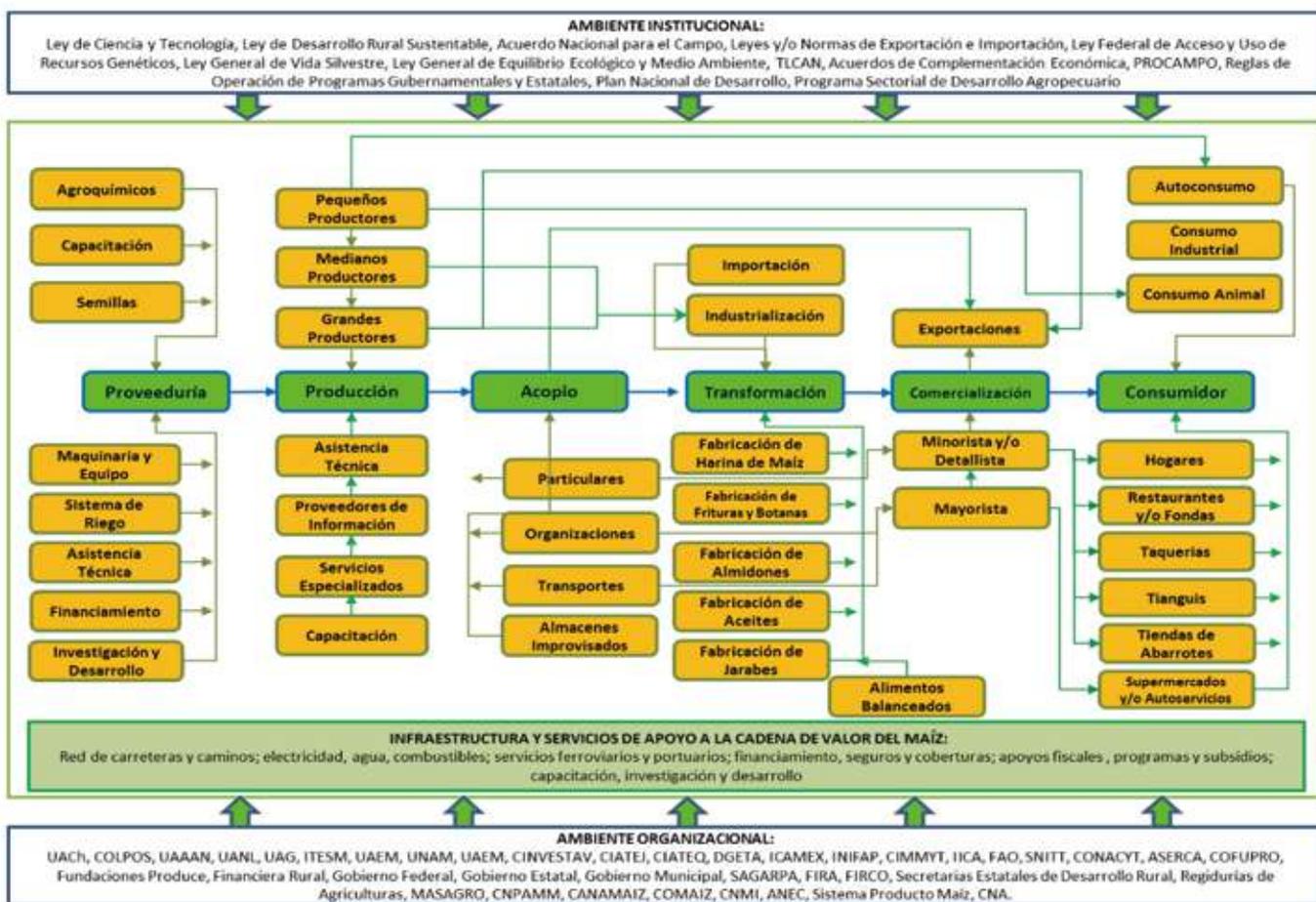
5.2. La cadena productiva del maíz nativo o criollo

En el caso de la cadena de valor del maíz que presentamos en la imagen 8, está integrada de los siguientes eslabones: proveedores de insumo, producción primaria, acopio, comercialización y distribución, procesamiento y/o transformación y consumo final. Además de un entorno donde destacan: la infraestructura y apoyo a la cadena de valor, el ambiente organizacional y el ambiente institucional. Es decir, a nivel nacional, la cadena productiva cuenta con la participación de todos los agentes económicos que se encuentran esparcido a lo largo y ancho del territorio mexicano.

En cada uno de los eslabones existen actores directos con características propias e intereses particulares que afectan el desarrollo y dinamizan la cadena. Asimismo, tenemos que la cadena se inserta en un sistema complejo de interacción entre diferentes actores indirectos, que pueden ser públicos, privados y sociales, que brindan apoyo, servicios e insumos para su funcionamiento.

Puesto que la economía del maíz difiere de una región a otra; cada uno de los eslabones de la cadena presentan diferentes características determinadas por aspectos territoriales, socioculturales, topográficos, financieros, climáticos, así como por el grado de organización productiva y de mercado que tengan las diversas regiones productoras de maíz.

Imagen 8. Cadena productiva del maíz en México



Fuente: elaborado por los autores

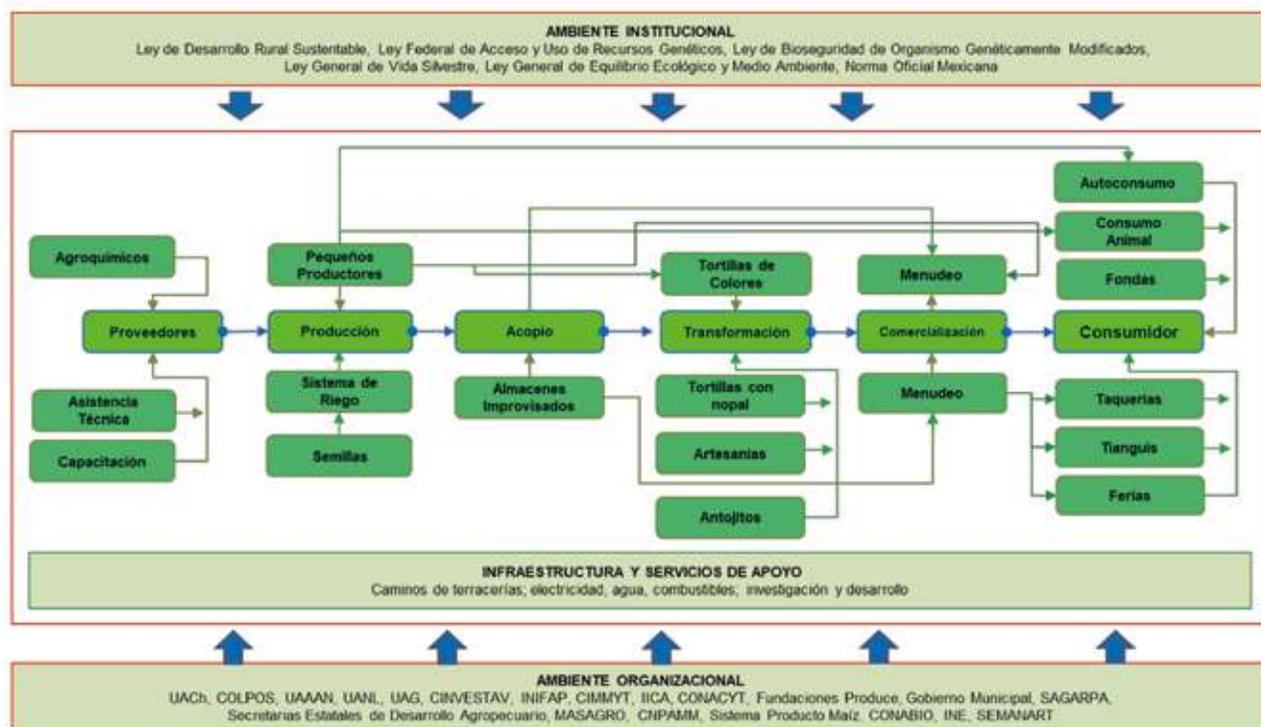
Tener un buen entendimiento de la cadena de valor del maíz, provee información acerca de los canales de comercialización y como estos canales pueden ser fortalecidos. De igual manera es vital conocer los factores externos que inciden en la cadena de valor, destacando actualmente entre ellos la inestabilidad mundial de la producción y el comercio; la utilización del grano para la

obtención de agrocombustibles; la volatilidad de los precios; así como las políticas agrícolas y los subsidios en los países desarrollados (Polanco y Flores, 2008).

En la imagen 8, se observa la estructura de la cadena de valor del maíz en México a partir del eslabón de acopio hacia adelante. Si bien es cierto que en cualquiera de los eslabones de la cadena se puede generar valor, en el caso del maíz, la incorporación de valor se da, principalmente, en el eslabón de transformación o procesamiento industrial del cereal. Aquí destaca la industria de la masa y la tortilla, la industria harinera, la industria almidonera, la industria refinadora y la industria de alimentos para animales. La comercialización o el mercadeo se realizan en tortillerías, tiendas de DICONSA, supermercados y tiendas de autoservicios.

En el caso de la cadena productiva del maíz nativo o criollo (imagen 9), se tiene una cadena muy limitada donde los actores se encuentran muy dispersos y las actividades claves para detonar competitividad, prácticamente, no están presente. Una cadena muy desestructurada y poco competitiva.

Imagen 9. Cadena productiva del maíz nativo o criollo



Fuente: elaborado por los autores

Una descripción por eslabón nos dará una idea del *status* que guarda la cadena productiva de maíz criollo.

- **Eslabón proveedor.**

La proveeduría en la cadena está muy limitada. Son muy pocos los productores que demandan agroquímicos existen escasa asistencia técnica y solamente algunos reciben capacitación de dependencias de gobierno, de organismos no gubernamentales o de organizaciones de la sociedad civil.

- **Eslabón producción.**

Destaca el pequeño productor que destina su producción, principalmente, al autoconsumo vía la elaboración de tortillas y múltiples platillos tradicionales en las zonas rurales. Si existe excedente se vende en los mercados locales.

En la producción de los maíces criollos es común observar la utilización de técnicas rudimentarias y una elevada participación de la mano de obra familiar.

Se estima que existe en el país 60 mil hectáreas donde se siembran maíces de colores y la producción asciende a 110 mil toneladas y se consume, aproximadamente, 107 mil toneladas, en algunos estados se destina toda la producción al autoconsumo, mientras que, en otros, una parte es para el consumo de sus animales, principalmente, gallinas y puercos.

El rendimiento en el eslabón producción está por debajo de la media nacional y, en promedio, es de 2.6 toneladas por hectárea. A nivel del pequeño productor el rendimiento fluctúa entre 1.8 y 3.2 toneladas por hectárea, dependiendo de las bondades del lugar donde se siembra.

Según el SIACON, los maíces nativos se producen en: Estado de México, Chihuahua, Chiapas, Jalisco, Puebla, Guerrero y Michoacán. Si bien no aparecen en las estadísticas oficiales, el Estado de Tlaxcala también destaca como un buen productor de maíces de colores.

Una característica importante de los pequeños productores es que no compran semillas, como en el caso de los productores de semillas mejoradas. Ellos guardan y coleccionan sus mejores semillas y en el peor de los casos intercambian con otros campesinos para mantener la calidad, la raza y origen del producto. Una gran falencia de la cadena es que no existe un paquete tecnológico probado que dé certidumbre a los productores.

- **Eslabón acopio.**

Lo que se acopia en la cadena es muy poca, porque casi toda la producción se consume. Los productores guardan gran parte de la producción en silos y/o almacenes improvisados sin el más elemental cuidado de inocuidad.

Por los volúmenes que se intercambian, no está tan arraigado la figura del “coyote” o el intermediario. En su gran mayoría son los propios productores quienes llevan sus maíces al mercado.

- **Eslabón de transformación**

La transformación inmediata de los maíces de colores es para la producción de tortillas, principalmente. Aunque también se ve en el mercado tortillas azul con nopal. En la Feria de Tlaxcala la semilla se utiliza para realizar dibujos, adornar las fiestas patronales, realizar una serie de artesanías con las hojas.

Los maíces de colores también se utilizan en la preparación de algunos platillos tradicionales, antojitos, que se ofrece en ferias, tianguis y fiestas patronales. Es decir, hay una oferta muy limitada.

- **Eslabón comercialización**

La única forma en que se comercializa los maíces criollos es al menudeo, siempre y cuando, exista excedente o en su caso el precio en el mercado sea atractivo para el productor o comercializador.

Regularmente, el precio de los maíces de colores está por encima del valor de los maíces de semillas mejoradas. En algunos casos, esta situación hace que los pequeños productores se animen a vender en ferias y tianguis, principalmente.

- **Eslabón del consumidor**

El mercado está muy acotado a una pequeña oferta de productos. Las tortillas de colores, producto estrella de la cadena, llega al consumidor, vía las fondas, tianguis, ferias y en menor cantidad en taquerías.

Existen muy pocos restaurantes que ofrecen este tipo de producto, allí que una opción para potenciar la cadena sea que la tortilla se ofrezca en mercados especializados, en restaurante *gourmet*, cuya tendencia se encuentra al alza en el mercado mundial.

En el entorno más cercano a la cadena se encuentran actores muy importantes para lograr la competitividad. La infraestructura y servicios de apoyo se compone, principalmente, de caminos de terracerías y trochas de difícil acceso, las parcelas están muy distantes y en promedio no pasa de una hectárea por productor, lo cual hace difícil mecanizar la producción y elevar la productividad. Las instituciones de investigación y desarrollo interesadas en potenciar la cadena se encuentran muy distantes y enfrentan problemas de presupuesto, lo que complica el éxito.

El ambiente organizacional, compuesta por instituciones de educación superior, organismos internacionales, organizaciones de la sociedad civil, secretarías federales y estatales, instituto y comisiones especializadas, están presente, empujando a la cadena productiva, pero muchos de sus hallazgos no permean hacia los productores, quedándose impreso y formar parte de los acervos bibliográficos.

No existe un ente articulador que empate los resultados de las investigaciones, de los foros y demostraciones que realizan investigadores e instituciones especializadas con conocimientos puntuales como ColPos, UACH, INIFAP, CONABIO, etc.

En el ambiente institucional, el aspecto legal cumple con marcar el espacio normativo de la cadena y coadyuva hacia un mejor desempeño. Sin embargo, se conoce muy poco y pierde su impacto, cuando los principales actores de la cadena, por decir, productores, transformadores y consumidores, desconocen la reglamentación. Un solo ejemplo, es la norma oficial mexicana del cual existe cerca de 15 que tienen que ver con el sector maíz y los principales actores de la cadena desconocen.

5.3. La cadena del maíz nativo o criollo: generación de valor e inclusividad

Desde la perspectiva de generar valor en la cadena de del maíz nativo o criollo, una de las posibilidades es el de participar en los mercados especializados. Según Hellin, J. y Keleman, A. (2013), en México existen oportunidades de mercado para los maíces criollos. Los maíces para

especialidades incluyen los de colores -azul, negro, rojo, morado, etc.-, el pozolero, el palomero, entre otros. Los consumidores aprecian estos tipos de maíz por sus características culinarias como el color, la textura, el sabor y porque usan en la preparación de varios platillos típicos.

Hoy en día ha resurgido el interés y el apoyo hacia el sector del maíz nativo en México y surge la posibilidad de que los productores de maíz criollo puedan incrementar los beneficios de estas oportunidades de mercado. El maíz para especialidades suele recibir un sobreprecio en comparación con el que se vende en los mercados a granel y en algunos mercados especializados. El maíz azul, por ejemplo, recibe un sobreprecio aproximado de 10 a 15% en comparación con el maíz blanco.

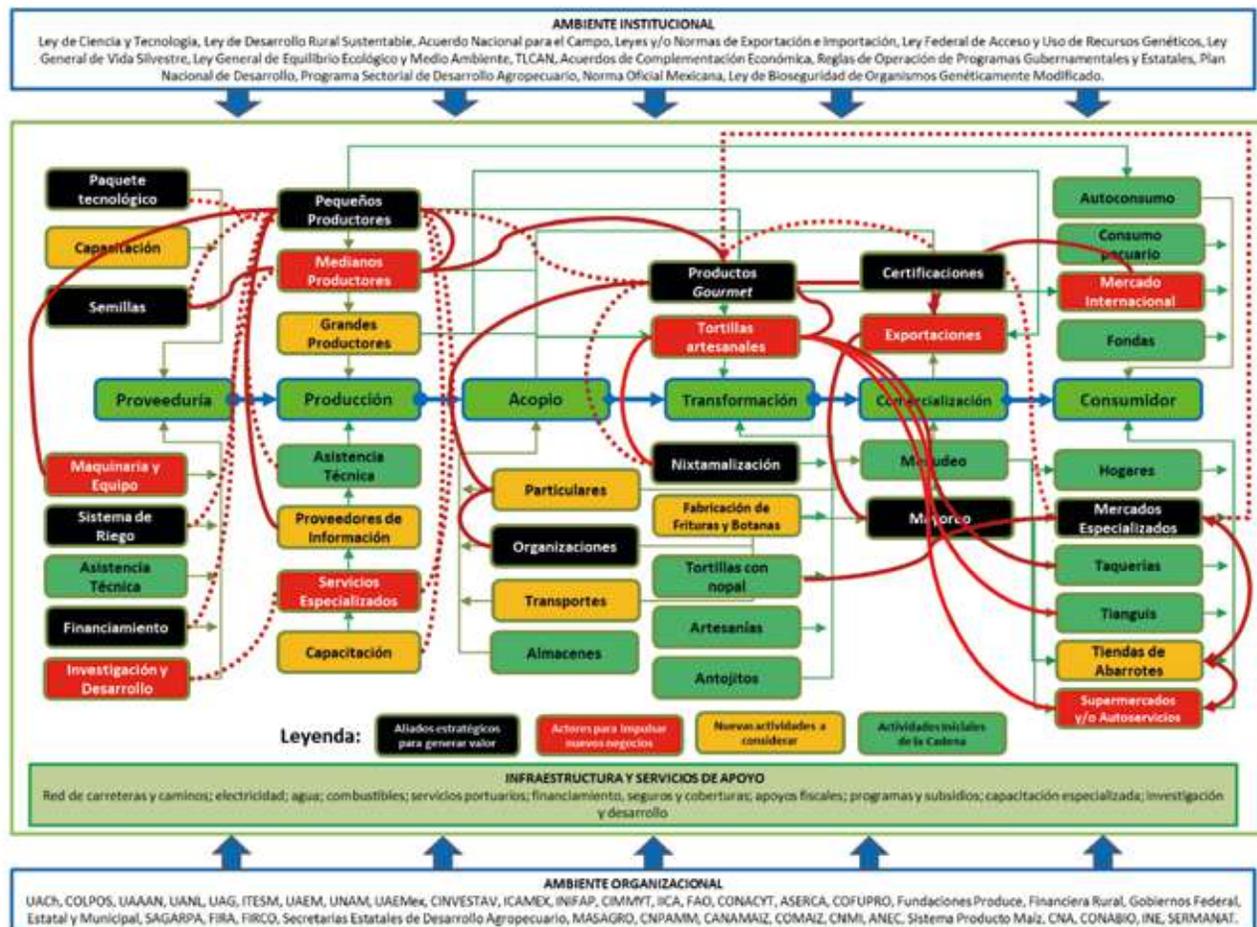
En el caso del sector maicero del país, los grandes productores prefieren orientar su producción hacia los mercados industriales y su rentabilidad depende de la producción de grandes volúmenes y de características propias que fija la gran industria. En cambio, un pequeño productor que cosecha una o dos hectáreas de maíz puede sacar su producto a la venta en los tianguis o ferias semanales, donde vende de forma directa a los consumidores y por kilo, ganando el doble o triple del precio que paga un intermediario. Aunque un agricultor vende pocos kilos por semana, su mercado es relativamente estable, ya que el poco volumen total disminuye el riesgo de saturar el mercado y traerse el precio hacia abajo (Hellin, J. y Keleman, A., 2013).

Si se desea potenciar la cadena de valor de los maíces criollos, en el caso de producir tortillas de colores o *gourmet* para mercados especializados, primeramente, se tiene que incorporar nuevos actores que en la cadena productiva (imagen 9), estaban ausente. Es decir, si desea detonar la competitividad se deberá de rediseñar el rol de los actores actuales y redefinir el papel de los nuevos aliados estratégicos en la cadena.

Ello implica (imagen 10), por ejemplo, que participar en los mercados especializados (eslabón del consumidor), se necesita de certificaciones para dar mayor certidumbre y confianza al consumidor (eslabón comercialización), la preparación de las tortillas gourmet implica producir una mayor nixtamalización del maíz criollo (eslabón de transformación), quizás comprar directamente a los pequeños productores o en su caso a medianos productores, quienes tendrán que ser capacitados, recibir servicios especializados y asistencia técnica (eslabón producción), deberá tener acceso a mejores semillas, adecuado sistema de riego, recibir financiamiento y un adecuado paquete tecnológico (eslabón proveeduría).

Si bien es cierto, que la ruta crítica señala, resulta muy compleja y podría ser considerada como la ideal para competir, muchos de estos actores existen en el mercado y deberían de incluirse en el proceso, de allí que la cadena de valor que se propone es inclusiva⁴⁴, lo que implica la participación de nuevos consumidores, incorporar más trabajadores y desarrollar capacidades de mejores productores, que sean participe desde la proveeduría hasta el consumidor.

Imagen 10. Generación de valor en cadena de maíz nativo o criollo



Fuente: elaborado por los autores

Las líneas puntuadas en la imagen 10, nos indica los aliados estratégicos de primer nivel que deben de estar presente en la cadena para generar valor y lograr competitividad en el mercado, las líneas continuas son socios de segundo nivel necesarios para detonar la competitividad. Los

⁴⁴ El enfoque de cadenas de valor inclusivas nos brinda herramientas para analizar y diseñar intervenciones endientes a impulsar cambios en las relaciones comerciales que permitan a las y los pequeños productores una participación más justa en el mercado. También incorporan a personas en situación de pobreza como clientes, por el lado de la demanda y, por el lado de la oferta, como empleados, productores y propietarios de negocios en los distintos eslabones de la cadena.

recuadros de negro son los agentes clave que se deben considerar para generar valor, en este caso que las tortillas gourmet lleguen a los mercados especializados. Los recuadros rojos y azul significan las nuevas oportunidades de negocios que se pueden generar y como se complementan con otros actores. Quizás se pudiera considerar a estos nuevos negocios como ingresos marginales para los pequeños productores de maíces criollos, como en una segunda etapa quizás exportar y satisfacer las necesidades de los mercados nostálgicos. Los recuadros verdes son las actividades con que cuentan actualmente la cadena productiva de maíces criollos.

Generar una cadena de valor de maíces criollos en México, implica crear una sinergia desde diferente ámbito del quehacer productivo. Se debe complementar con otros actores que interactúan en un entorno remoto pero que igual, tiene un peso significativo para “empujar” a la cadena hacia una mayor competitividad.

Por ejemplo, el ambiente institucional existe, la infraestructura y servicios de apoyo están presente, el ambiente organizacional ha desarrollado mucha investigación sobre el tema y los actores de la cadena, los existentes y los nuevos, pueden detonar la competitividad e impactar en un mejor nivel de vida de los productores de maíces criollos, desde la perspectiva de lo inclusivo.

La incorporación de nuevos actores a la cadena de valor también es una buena oportunidad para desarrollar emprendimiento social⁴⁵ entorno a las nuevas ventanas de oportunidades que se despliega. Ello impulsa a la organización y creación de microempresas donde se fomente la visión empresarial del campo a través de la capacitación de jóvenes para que mediante su creatividad puedan innovar en la cadena desarrollando novedosas formas de hacer rentable la cadena.

La cadena de valor y la incorporación de nuevos actores, permite impulsar el encadenamiento hacia atrás y hacia adelante⁴⁶, lo cual implica desarrollar estrategias de complementación e

⁴⁵ El emprendimiento social es una técnica de negocios que utilizan las empresas, startups, organizaciones con o sin fines de lucro e incluso gobiernos para financiar el desarrollo de soluciones a los problemas sociales, culturales y ambientales.

⁴⁶ El economista alemán Albert Hirschman (1915-2012), en su libro *La estrategia de desarrollo económico* de 1958, definió los encadenamientos productivos hacia atrás como aquellos que conducen a nuevas inversiones en instalaciones proveedoras de insumos y los encadenamientos hacia adelante como aquellos que conducen a nuevas inversiones en instalaciones usuarias del producto

integración productiva en cada uno de los eslabones, con la finalidad de dar robustez y fortalecer a los agentes que participan en la cadena.

En esta misma dirección, es de suma importancia considerar la necesidad de normar la gestión de la calidad en toda la cadena, pero especialmente en el eslabón de producción y transformación. Es decir, para dar confianza a los consumidores, se necesita diseñar e implementar certificaciones apegadas a normas internacionales de calidad e higiene teniendo como finalidad abastecer a los consumidores un producto de buena calidad y en óptimas condiciones sanitarias.

Todo esto deberá estar acompañado por un programa de sensibilización y campaña de publicidad donde se dé a conocer las bondades del producto respecto a otros tipos de maíces, la urgencia de rescatar prácticas ancestrales y milenarias que actualmente marca tendencia y se presenta como una oportunidad de apoyar a campesinos y acercarlo al mercado.

Quizás sería también importante, para fomentar el consumo, ofrecer sistemas de trazabilidad, calidad e inocuidad, en la producción de tortillas de colores.

CAPITULO VII: INSTITUCIONALIDAD, NORMAS Y CERTIFICACIONES: ELEMENTOS IMPORTANTES PARA COMPETIR

Existen instituciones que son muy importante para que los negocios fluyan y se hagan realidad. También se necesitan contar con normas y certificaciones que ayuden a tener un producto confiable, donde cada uno de sus procesos tengan en cuenta el marco normativo y demuestre con evidencia que las cosas se hacen bien.

VII.1. Instituciones involucradas en la competitividad de los maíces nativos.

La Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz de México (CNPAMM)⁴⁷, se creó el 29 de junio de 1993 con base en la Ley de Asociaciones Agrícolas, cuya ley la administra y opera, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) quien funciona a través del Registro Nacional Agropecuario.

La misión de la CNPAMM es representar los intereses comunes de los productores mexicanos de maíz ante los diferentes niveles de gobierno, los poderes ejecutivo y legislativo, la industria, los organismos no gubernamentales y otras organizaciones a nivel internacional para alcanzar mejores condiciones de equidad en aspectos de tipo social, productivo, comercial e industrial, mismas que permitirán el desarrollo sustentable y competitivo.

En noviembre del 2001, el Congreso de la Unión promulga la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, la cual pone en operación a nivel Federal y Estatal el Sistema Producto Maíz (SPM)⁴⁸, responsable de impulsar la competitividad de la cadena del maíz, respondiendo a las

⁴⁷ Es una organización cuyo objetivo es generar condiciones de justicia y modernidad en el campo para que el maíz mexicano pueda competir eficazmente en la economía global. Para ello promueve su producción en México por medio de la agricultura por contrato y la instrumentación de políticas agrícolas integrales, que generen las condiciones para lograr soberanía y seguridad alimentarias. La Confederación se constituyó con la participación de los delegados de las Uniones Agrícolas Regionales Estatales (UARE's) de los Estados de Jalisco, Sinaloa, Puebla y Durango. La CNPAMM se integra por las Uniones Agrícolas Regionales (UAR's), de cada entidad federativa; estas uniones se conforman, a la vez, por Asociaciones Agrícolas Locales, donde participan los productores de maíz de un mismo municipio.

⁴⁸ El SPM busca favorecer la interacción de los agentes económicos con fines de rentabilidad, enfocados a la producción, distribución y consumo, de un producto que compite en el mercado global, para lo cual se fomentan acciones de mejora en productividad, sustentabilidad y competitividad en el conjunto de eslabones que la conforman, así como la búsqueda constante de innovación tecnológica y generación de nuevos productos acordes a las demandas del mercado; para lo cual fomenta la organización de los productores de maíz con visión empresarial; promueve la planeación, formulación, evaluación y ejecución de proyectos integrales que conlleven mejoras en productividad y generación de valor agregado; impulsa el reordenamiento de la producción, fomentando el cultivo de maíz en zonas factibles técnica y económicamente, mediante el establecimiento de variedades demandadas y la implementación de

demandas de los mercados y a las necesidades del consumidor, respetando el medio ambiente, fomentando mejores condiciones de vida para sus agremiados.

En este sentido, es conveniente analizar la viabilidad de crear un subsistema dentro del SPM para los maíces nativos e involucre de manera participativa a todos los eslabones de la cadena, desde la proveeduría hasta el consumidor final, incorporando los sistemas para la conservación del grano, los procesos de valor agregado como la industrialización del cereal (nixtamalización), la producción de masa y la elaboración artesanal de tortillas y de otros productos gourmet; lo cual debe ser estudiado, valorado y analizado desde la perspectiva de los actores que participan en cada uno de los eslabones.

La autoridad en el sector es la Subsecretaría de Agricultura a través de la Dirección General de Fomento a la Agricultura. Esta instancia es la que dicta las líneas de acción y diseña la estrategia de fortalecimiento del SPM mediante un plan rector. El Comité Sistema Producto es la entidad ejecutiva que implementa la estrategia del plan y representa al sector; es convocado y regulado por la autoridad y corresponsable en el logro de las metas y objetivos.

El Plan Rector mantiene como hilo conductor el concepto competitividad del SPM desde la óptica de la rentabilidad⁴⁹ tanto para el mercado local como internacional; esto implica una transformación radical que puede representar incluso la sustitución parcial o total del esquema de producción.

En la actualidad la CNPAMM promueve cinco grandes proyectos en el sector de maíz, ellos son:

1. Proyecto Especial de Maíz de Alto Rendimiento (PROEMAR). Tiene como estrategia la “Producción de maíz amarillo en México 2020” que tiene como meta lograr la reconversión de un millón de hectáreas de maíz blanco por amarillo en regiones de riego y temporal, para abastecer con maíz amarillo los sectores que lo consumen; desarrollar proveedores permanentes mediante agricultura por contrato; y la sustitución de importaciones favoreciendo al producto nacional de calidad.

buenas prácticas agrícolas (BPA) y de manejo; busca el desarrollo de economías de escala para la adquisición de insumos productivos, equipo e infraestructura; y el fomento de nuevos nichos de mercado.

⁴⁹ La rentabilidad se analiza como la tasa de retorno sobre la inversión en cada uno de los eslabones del SPM.

2. Modelo para Fomentar Agronegocios Integrales Sustentables (MAIS). Consiste en crear y fortalecer Centrales de Servicios Agropecuarios (CSA's) propiedad de los productores, bajo un esquema de integración de empresas de prestación de productos y servicios, como la mecanización de las labores agrícolas, compras consolidadas y distribución de insumos, servicios de asesoría técnica y capacitación, así como de acopio, beneficio y comercialización de las cosechas, logrando con ello reducir significativamente los costos de producción y que el productor primario obtenga mayores beneficios por la venta de sus cosechas.

3. Agricultura por Contrato (AxC). Es el entendimiento entre productor y comprador antes de sembrar, mediante la firma de un contrato legal que contiene términos y condiciones a cumplir, que van desde pactar el precio y el volumen de grano (pesos por toneladas). La finalidad del programa es integrar a los productores de maíz con los consumidores pecuarios, industriales de alimentos balanceados y de derivados químicos del maíz sustituyendo importaciones de maíz amarillo, mediante un programa bien planeado y eficiente de desarrollo de proveedores, que proporcione certidumbre de precio y abasto.

4. Sustitución de fertilizantes sintéticos por biológicos. La CNPAMM promueve la producción sustentable del maíz que permita la protección del ambiente, con el propósito de obtener un producto más inocuo mediante la disminución del uso de insumos fósiles, el mínimo uso de maquinaria agrícola y el aprovechamiento de los residuos de las cosechas anteriores, apoyándose de la implementación de dos programas:
 - a. Pro – biofer: se trata de recuperar la calidad y fertilidad de los campos agrícolas y de las fuentes de agua, para contribuir a la reducción del impacto del cambio climático, mediante el impulso del uso de bio-fertilizantes, así como, bio-pesticidas en sustitución de los fertilizantes y pesticidas sintéticos en la producción de maíz. Promueve opciones viables y amigables con el ambiente para la reducción de los costos de producción en los paquetes tecnológicos y motivar el empleo gradual de bio-Insumos, también dar oportunidad a productores que deseen incursionar en la producción orgánica de maíz.

 - b. El programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO): es implementado por el CIMMYT en coordinación con la SAGARPA,

en el cual se promueve el esquema de agricultura de conservación⁵⁰ e integra a los actores de la cadena productiva en un esfuerzo coordinado de desarrollo, adaptación y adopción de soluciones sustentables a los problemas que existen en los sistemas de producción de maíz y trigo de temporal en las distintas zonas agroecológicas de México.

5. Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos⁵¹ (PMMM): está enfocado a integrar a campesinos e indígenas que desarrollan la agricultura tradicional y de autoconsumo, en acciones de protección y conservación de la diversidad genética de las razas y sus maíces criollos, en los centros de origen, para incidir de manera tangible y creciente en su calidad de vida a través del impulso del potencial industrial y la generación de valor agregado.

En atención al Artículo décimo primero transitorio de la Ley de Bioseguridad de OGM, donde se indica que "la SEMARNAT y la SAGARPA, en sus respectivos ámbitos de su competencia, podían determinar la información que se considere necesaria". De esta forma, con el fin de cumplir con lo indicado, la SEMARNAT realizó la presentación de una propuesta para la conservación *in situ* de maíces criollos y sus parientes silvestres. Asimismo, la CONANP, la Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables (DGSPRNR) de la SEMARNAT y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), llevó a cabo el diseño del Programa.

La SEMARNAT estableció el Programa de Conservación de Maíz Criollo, dada la importancia del maíz para México y el mundo y la responsabilidad social del país para conservar el maíz criollo. Así como por la falta de un programa específico para apoyar la conservación por parte de los campesinos y se reconozca el valor social de la actividad; la existencia de experiencias inéditas sin un programa de apoyo económico específico, todo apegado a los ordenamientos jurídicos nacionales e internacionales.

⁵⁰ Según la FAO, la agricultura de conservación es un sistema de cultivo que fomenta el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, alteración mecánica mínima (es decir, cultivo sin laboreo) y la diversificación de especies vegetales. Potencia la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el uso de nutrientes, así como a la mejora y sostenibilidad de la producción de cultivos. Se basa en tres componentes: 1. Retención de residuos del cultivo en la superficie del suelo, 2. Mínimo movimiento y 3. Rotación de cultivo.

⁵¹ El PMMM busca dar respuesta a la necesidad sentida de productores de maíz, de rescatar y conservar la diversidad biológica existente de maíces criollos y razas nativas, y reconocer a la mayor diversidad de maíz en el mundo.

A partir de 2009, la CONANP comenzó a operar el Programa de Conservación de Maíz Criollo (PROMAC)⁵², con la expectativa de ser parte de una estrategia integral para la conservación *in situ* de los maíces criollos y sus parientes silvestres.

Los beneficiarios del Programa son quienes a lo largo del tiempo han logrado mantener el cultivo del maíz criollo principalmente para autoconsumo, lo que ha permitido contar, con una gran diversidad genética de éstos. El PROMAC también busca aprovechar los terrenos ya habilitados para esta actividad, por lo que no fomenta la apertura de más áreas de cultivo dentro de las áreas naturales protegidas y las regiones prioritarias para la conservación.

El programa es inclusivo y está dirigido a mujeres y hombres que cuentan con terrenos dedicados al cultivo tradicional, a la conservación y recuperación de razas y variedades de maíz criollo y sus parientes silvestres en sus entornos naturales, así como que habiten en las localidades de las regiones prioritarias enlistadas en sus lineamientos. En el periodo inicial de operación 2009-2013, se establecieron mecanismos de validación de las razas criollas de maíz, lo que aseguró que los apoyos otorgados se destinaran propiamente a su conservación.

El PROMAC ha operado ininterrumpidamente por ocho años desde 2009, y durante este tiempo ha otorgado 209 millones de pesos; el 96% se destinó a acciones y el 4% en pago de asistencia técnica. En el 2016, la conservación del maíz criollo se integra como un componente del Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER).

Este Programa se implementó en ocho de las nueve regiones CONANP y durante los años de su ejecución se han logrado abarcar 28 estados, 296 municipios y 1,099 localidades; asimismo, 73 regiones prioritarias, de las cuales 51 corresponden a las ANP y 22 a otras RPC.

Del 2009 al 2016, el PROMAC cumplió un papel muy importante en la conservación de razas primarias de maíces criollos y sus parientes silvestres. Entre los apoyos destacan: pago por conservación *in situ*, apoyos para promover la conservación de razas y variedades de maíz criollo, financiar proyectos de infraestructura y de servicio para generar valor agregado. Sin embargo, este programa ha quedado desactivado en 2017, al no asignarle presupuesto.

⁵² El objetivo de PROMAC es promover la preservación y recuperación de razas y variedades de dicho grano y sus parientes silvestres en sus entornos naturales, en los diferentes sistemas de cultivo de acuerdo con las regiones y costumbres mediante apoyos dirigidos a la conservación *in situ*; actividades para el fortalecimiento comunitario, promoción y fomento de la agrobiodiversidad y proyectos productivos asociados a ésta.

Tabla 31. Principales acciones realizadas por PROMAC

Tipo de apoyo	Concepto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pago por conservación <i>in situ</i> de maíces criollos y sus parientes silvestres. ▪ Actividades para el fortalecimiento comunitario, apoyos destinados a promover y fortalecer la conservación de las razas y variedades de maíz criollo y su reconocimiento cultural, agronómico y biológico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se ha apoyado la siembra de maíz criollo en poco más de 125,000⁵³ hectáreas, lo que ha contribuido a la conservación de alrededor de 45 razas primarias. ▪ Intercambio de experiencias comunitarias entre productores cuya principal actividad fue la colecta y ubicación de maíces criollos, mediante exposiciones para el intercambio de semillas y para resaltar la importancia alimenticia y cultural de la conservación del maíz criollo nativo en las comunidades, así como métodos y sistemas que se implementan como estrategia para la conservación. ▪ Ferias comunitarias o regionales de maíz criollo como espacios donde la población local, las y los visitantes y comunidades aledañas organizaron conferencias, exposiciones gastronómicas, ornamentales e intercambio de semillas, entre otras. ▪ Cursos o talleres de capacitación a nivel comunitario en temas como agricultura orgánica; utilización de prácticas agroecológicas; conservación y control de la pureza de las variedades de los maíces nativos de la región; manejo y uso de abonos orgánicos y control de plagas; establecimiento de parcelas interpretativas; proceso de selección de las semillas de maíz criollo para el rescate de su pureza y la elaboración de diferentes productos derivados del maíz criollo. ▪ Bancos de semilla para el manejo y cuidado del maíz criollo que funcionan como almacén y resguardo comunitario. y que reducen el ataque de plagas.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyectos productivos, apoyos destinados a financiar proyectos de infraestructura y de servicio que generen valor agregado a los productos y derivados del maíz criollo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquisición de molinos de nixtamal y tortilladoras manuales. con el fin de darle un valor agregado al maíz criollo; así como apoyar el establecimiento de proyectos productivos y accesorios para la elaboración de productos derivados del maíz. tales como tortillas. raspadas. pinole. atole. entre otros. ▪ Empacadoras de productos derivados del maíz para fortalecer la actividad agrícola. Mediante la adquisición de equipo para el desgrane y envasado de maíz criollo y sus derivados que propicia la construcción de talleres y su equipamiento. para la transformación de los derivados del maíz criollo. ▪ Apoyo a la certificación de producción orgánica del cultivo de razas y variedades de maíz criollo.

Fuente: CONABIO, 2017.

El PROMAC ha beneficiado a 23 grupos indígenas, de los 65 reconocidos oficialmente en México. El cultivo y conservación del maíz criollo ejemplifica la relación cultura-territorio que involucra procesos de apropiación que los grupos indígenas y campesinos realizan para asegurar su reproducción y necesidades vitales, ya sea materiales o simbólicas, las cuales se dan principalmente en la transmisión oral o en la práctica de una generación a otra.

A lo largo de la domesticación del maíz, las mujeres, particularmente las pertenecientes a los grupos indígenas, han jugado un papel fundamental en la permanencia de los usos y costumbres

⁵³ Las 125,000 hectáreas de maíz criollo incluyen un porcentaje de las 60,000 hectáreas de maíz de colores, pero la cifra exacta de las áreas de cultivos de maíces nativos y tipo no se tiene con exactitud, ya que la misma puede variar de un año a otro por aspectos culturales, climáticos o de mercado, entre otros.

del maíz y en la selección del grano; mientras que los hombres lo han hecho en las cruzas y en el trabajo de campo, siempre con el apoyo de todos los integrantes de la familia.

VI.2. Actores relevantes en la competitividad de la tortilla y productos gourmet.

Desde la perspectiva institucional, los actores relevantes en un Proyecto de Fomento del Cultivo de Maíces Nativos para la Elaboración de Tortillas y Productos Gourmet serían:

- IICA: realiza las investigaciones preliminares y brinda la cooperación técnica para la preparación de un proyecto y plan de negocios; además de coordinar las actividades interinstitucionales e identificar al ejecutor.
- SAGARPA: brindaría apoyo económico y técnico, a través de los diversos programas a nivel federal y estatal para el fortalecimiento del Sistema Producto Maíz o la creación del Subsistema Producto Maíz Nativo; así como el respaldo para el desarrollo de iniciativas de diversificación y valor agregado en maíces nativos; a través de la identificación de organizaciones de productores y del acompañamiento para el desarrollo del programa o proyecto.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI): fortalecería las comunidades indígenas con capacidad de producir maíces nativos y aportaría recursos para fortalecer los programas de extensionismo que permitan apoyar la producción primaria, el almacenamiento del grano, la gestión para el aseguramiento de la calidad, la tecnificación de los procesos de nixtamalización, el desarrollo de sistema de empaque que aseguren la calidad e inocuidad, entre otros.
- SEDESOL: Apoyaría con recursos para desarrollar las iniciativas locales de generación de empleo y mejoramiento de la calidad de vida de localidades rurales productoras de maíces nativos, en el desarrollo organizacional de los productores para la producción de maíces nativos, almacenamiento, generación de valor agregado (producción tecnificada de la masa nixtamalizada) y comercialización.
- Centros de investigación y transferencia tecnológica:

- INIFAP: responsable de brindar apoyo para la investigación, rescate y mejoramiento de la productividad y rentabilidad de los maíces nativos, con potencial para la producción de tortillas artesanales de alta calidad y otros productos.
 - CIMMYT: participa como actor relevante del proyecto en el tema de rescate de maíces nativos en diversas comunidades y su vinculación al nicho de restaurantes gourmet dentro y fuera de México, el cual es un plan de trabajo que ya está en marcha y que se complementa perfectamente con esta iniciativa.
 - Red maíz del SINAREFI: brindar apoyo técnico a través de los programas de mejoramiento participativo para la creación de bancos comunitarios de semillas de maíces nativos, así como identificar las razas y las comunidades donde desarrollar el proyecto.
 - Colegio de Postgraduados, Universidad Chapingo: Ofertarían la asistencia técnica y transferencia tecnológica para la producción de maíces nativos, así como para la generación de valor agregado (procesamiento de masa nixtamalizada de calidad e inocuidad, para la producción de tortillas artesanales de alta calidad), manejo postcosecha, empaque, etiquetado, trazabilidad, etc.
- Asociaciones y agrupaciones de productores de maíces nativos: existen organizaciones de este tipo en las diversas comunidades rurales. Una vez identificados se le integraría al proyecto, con el propósito de identificar a los pequeños productores de maíces nativos interesados de participar en el plan de fomento y comercialización de la cadena.
 - Asociaciones y agrupaciones de nixtamaleros y productores de tortillas artesanales de México: identificar organizaciones de este tipo en las diversas comunidades y ciudades. Una vez localizados se les propondría integrarse al proyecto, con el propósito de conocer a las empresas y pequeños productores de masa nixtamalizada interesados de participar en el proceso de producción de tortillas gourmet, con maíces de colores, producidas de forma artesanal y con alta calidad.
 - Empresas proveedoras de equipo y maquinaria para el procesamiento artesanal (nixtamalización) de maíz: existen en el mercado diversos equipos y procesos para la nixtamalización del maíz, es importante identificar aquellas que tengan los equipos más eficientes y modernos, con capacidad de ahorrar energía y agua.

- Empresas proveedoras de equipo y maquinaria para la elaboración de tortillas artesanales: existen en el mercado diversos equipos para la producción artesanal de tortillas, es importante identificar aquellas que tengan los equipos adecuados en función a los requerimientos de producción.
- Empresas de alimentos, restaurantes especializados y supermercados de especialidades: existen en el mercado diversas empresas de alimentos (restaurantes, hoteles, supermercados) que venden productos de alta calidad y especializados en un nicho de mercado de consumidores de altos ingresos, que demandan productos diferenciados de alta calidad e inocuidad; es importante identificar aquellos que tengan interés de participar en un programa de rescate de razas milenarias de maíces de colores, ya sea mediante la producción artesanales o comercialización de productos terminados, Estos establecimientos adicionalmente pueden tener signos distintivos, publicidad o productos con diversas certificaciones, por ejemplo: tortillas orgánicas, comercio justo, HACCP, etc.

VI.3. Normas oficiales y certificaciones: elementos básicos para competir

Ante la preocupación mundial de consumir productos seguros e inocuos se han generado en el mundo diferentes certificaciones, algunas surgen como iniciativa de los miembros de la cadena de producción y comercialización y otras por iniciativa gubernamental.

A partir de la década de los setenta se inició el desarrollo y difusión, principalmente en la industria alimentaria, de sistemas de gestión para asegurar la inocuidad de los alimentos, tal es el caso del sistema HACCP⁵⁴ y año con año éstos han ido consolidándose y convirtiéndose en obligatorios para quienes pretenden incursionar en ciertos mercados.

Es así como se han desarrollado diversos sistemas de gestión, requeridos por diversos mercados, relacionados con la calidad e inocuidad de los alimentos. Las empresas, servicios, productos o personas que ostentan una certificación tienen un valor adicional, ya que ésta es un aval de seguridad y confianza para quienes los consumen o contratan.

⁵⁴ Hazard Analysis and Critical Control Points, Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control.

La certificación de cumplimiento con normas o estándares es considerada un proceso transparente que permite demostrar que un producto cumple con las características necesarias de seguridad para el consumidor; o bien, que una empresa opera apropiadamente un sistema de calidad y que cuenta con un sistema de gestión para garantizar el manejo de la información de socios, clientes, colaboradores, etc.

Debemos entender que la certificación o verificación no es factible si no existe en principio un estándar contra el cual comparar; la generación de estándares a nivel mundial ha creado una gran “red internacional de estándares”, que gradualmente se armonizan y son asimilados por todos los países del mundo. En la tabla 32 se resume de las normas oficiales que están relacionadas con el sector del maíz.

Tabla 32. Normas oficiales relacionadas con el sector maíz

Clave de la Norma	Fecha	Entidad que emite	Descripción
NOM-247-SSA1-2008	25/07/2017	SALUD	Productos y servicios: Cereales y sus productos, Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas, Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, Productos de panificación, Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales, Métodos de prueba,
NMX-FF-034/1-SCFI-2002		ECONOMIA	Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Cereales – Parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado – especificaciones y métodos de prueba
NOM-187-SSA1/SCFI-2002	18/08/2003	SALUD	Productos y servicios: Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan, Especificaciones sanitarias, Información comercial, Métodos de prueba,
NOM-251-SSA1-2009		SALUD	Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios,
NMX-F-046-S-1980			Harina de maíz nixtamalizado norma mexicana, Dirección general de normas, (Esta norma cancela la NMX-F-046-1976),
NOM-018-FITO-1995	10/12/1996	SAGARPA	Establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del maíz,
NOM-028-FITO-1995	12/10/1998	SAGARPA	Establece los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de granos y semillas, excepto para la siembra,
NOM-147-SSA1-1996	10/12/1999	SALUD	Bienes y servicios: Cereales y sus productos, Harinas de cereales, sémolas o semolinas, Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, Productos de panificación, Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales
NOM-056-FITO-1995	11/07/1996	SAGARPA	Establece los requisitos fitosanitarios para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo de organismos manipulados mediante la aplicación de ingeniería genética
NOM-050-SCFI-2004	01/06/2004	ECONOMIA	Información comercial: Etiquetado general de productos

NOM-051-SCFI-1994		ECONOMIA	Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados,
NOM-001-SEMARNAT-1996	06/01/1997	SEMARNAT	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
NOM-002-SEMARNAT-1996	03/06/1998	SEMARNAT	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado

Fuente: Cámara Nacional del Maíz Industrializado

Otro factor a considerar para la aplicación de los maíces nativos puede ser el uso de las indicaciones geográficas (IG); éstas son signos que diferencian los productos en el mercado y otorgan al consumidor mayor información sobre los atributos del producto. Las IG pueden emplearse de forma voluntaria sin generar costos de transacción o de registro y son empleados para dar referencias al consumidor sobre la región geográfica de producción.

Las indicaciones geográficas protegidas como las denominaciones de origen requieren registro y están en una etapa de crecimiento acelerado en los alimentos, y en el sector primario en general. Éstas se han convertido en ejes de estrategias de desarrollo rural, diversificación de oferta y demanda, y respuesta a la demanda de los consumidores por mayor calidad sobre los productos de consumo.

La protección defensiva es aquella que se obtiene cuando se actúa contra la competencia desleal y a través de la regulación del etiquetado. La protección positiva se obtiene mediante registro de signos distintivos.

En México existen 11 denominaciones de origen declaradas. Predomina el escaso uso de contraetiquetas o certificaciones y el sistema es hasta ahora rígido y con altos costos de transacción. Además, 30 marcas colectivas registradas, donde lo que se protege son los signos o diseños, pero no se protege el uso del nombre geográfico, por lo que se considera una protección débil.

Uno de los problemas para el mayor uso de indicaciones está ligado a los altos costos institucionales para la protección del uso de nombres geográficos en el comercio. Lamentablemente, no existen penalidades a los imitadores con lo cual la protección resulta insuficiente.

Para los productores, el uso de signos distintivos con contenido geográfico presenta oportunidades como:

- Dar información al consumidor sobre la procedencia y origen del producto sin necesidad de registrarlo.
- Etiquetar bien, de manera concisa y precisa.
- Organizarse regionalmente para competir juntos frente a otros productos y también de forma leal entre productores de un mismo sistema producto y región.

Los documentos normativos describen las reglas, el proceso de certificación y los requisitos, el más importante es contar con un programa de BPA documentado a través de procedimientos, formatos y registros que demuestren la operación del programa y faciliten la rastreabilidad de los productos certificados bajo este esquema,

Algunas de las certificaciones que se pueden utilizar en maíces nativos y sus subproductos pueden ser:



El comercio justo es un movimiento social que busca mejorar las condiciones de los productores en países en desarrollo, promoviendo la sustentabilidad y aumentando los estándares ambientales, económicos y sociales en los que se realizan las exportaciones, Por esta razón, la mayoría de los productos que se comercializan como de "comercio justo" son agrícolas (plátanos, café, azúcar, té) o de manufactura, como artesanías,

Según “Comercio Justo México”, estas son las cinco principales características de esta certificación:

- Los productos provienen de pequeños productores organizados, democráticos, transparentes e independientes.
- Los precios al productor cubren los costos de una producción sustentable y reconocen de su aportación al desarrollo integral.
- Se establecen compromisos de largo plazo entre los productores y las empresas del mercado.
- El mercado debe pagar oportunamente a los productores para que no sean obligados a malvender a los intermediarios.
- Con el sello, al consumidor se le garantiza la calidad, el origen y la sustentabilidad de los productos.

En México, existe la certificación “Comercio Justo México”, en productos como café, miel y limón. Su sello de garantía “es un instrumento de promoción a través de un logotipo en el producto, el cual garantiza el cumplimiento de la norma y reglamento de comercio justo, llevando implícitos los conceptos de calidad, precio mínimo de garantía y contribución al desarrollo rural”.

Algunas de las certificadoras disponibles son:

- México Calidad Suprema, A.C. esquema homologado con EurepGAP, “MEXICO-GAP,” ha sido diseñado y desarrollado técnicamente en coordinación con SAGARPA a través de SENASICA y con el apoyo de ASERCA.
- Comercio Justo de México, certifica la Norma General de Comercio Justo a partir del año 2000, la cual define los criterios y mecanismos generales que aplican para la certificación y aplicación del sello de garantía Comercio Justo México.
- SGS es una cadena de certificaciones agrícolas en México, direccionada al ámbito de la siembra ecológica. Se encarga de otorgar permisos anuales a cada uno de los productores cuya materia prima este totalmente libre de productos pesticidas, químicos y fertilizantes. La idea es que los alimentos a venderse sean completamente saludables y que garanticen calidad de vida a la población.
- Metrocert es otra de las empresas certificadoras de producción agrícola en México, orientadas al ámbito orgánico, se basa en la ley de producción orgánica y exige a sus pequeños empresarios asociados promover la biodiversidad a la hora de plantar, cosechar y recolectar cualquier tipo de alimentos.

- Mayacert para agricultores que desean exportar sus productos a territorio norteamericano y europeo, regida por las normas ISO, y orientado en pro de la siembra orgánica y convencional.
- Certimex Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos.
- OCIA apoya en Normas y regulaciones de las leyes estatales, con el fin de que cada uno de los alimentos a proveer estén en excelentes condiciones.
- Bioagricert se destaca por sus normativas en pro de la siembra orgánica, Estos otorgan certificados completamente sustentados en la ley.
- IMOCert, permite el crecimiento debido a su sello de excelencia.
- Naturland inspección y control del cumplimiento de normas para siembra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Es importante que los comités del SPM fortalezcan sus capacidades para el diseño de proyectos sustentables que valoricen, además de los híbridos de maíz blanco, los diversos maíces nativos y concreten acciones de mejora de toda la cadena, en este sentido es importante considerar lo siguiente:

- El Comité Nacional y los Comités Estatales están formados y liderados por los actores responsables del funcionamiento económico del SPM de cada uno de los eslabones que lo conforman; al ser los maíces nativos poco relevantes en la rentabilidad, no tienen la representatividad regional que facilite la convergencia de las necesidades particulares de las diferentes zonas productoras a nivel nacional.
- La visión del SPM no es del todo completa en términos geográficos, económicos y funcionales de una agrocadena.
- Debe ser capaz de plantearse una visión estratégica de largo plazo, que considere la definición las condiciones de rentabilidad por eslabón y actor económico; con escenarios de cambio climático y la valorización del potencial de los maíces nativos de adaptación y para generar oportunidades de desarrollo económico y social en zonas rurales.
- Debe plantear proyectos específicos que de manera integrada permitan la revalorización de todos los tipos de maíz.
- Debe desarrollar procesos de evaluación y seguimiento de las acciones, proyectos y políticas.
- Debe conocer las variables de oferta, demanda y precios, de los diferentes tipos de maíz, de manera oportuna y actualizada para la toma de decisiones.

Se debe realizar un mapeo de la cadena de valor del maíz nativo en México y su estructura; con el fin de desarrollar un programa federal, que permita integrar la cadena de producción de Maíz-Nixtamal-Masa-Tortilla y otros productos de interés gastronómico, para dar un mayor valor a la producción primaria de maíz y mejorar la calidad de vida de todos los integrantes de la cadena, desde los productores de maíz nativo, los empresarios del nixtamal y tortilla y los consumidores.

Además, se debe considerar la cadena de valor desde una visión inclusiva, una perspectiva de emprendimiento social y reconocer la capacidad de encadenamiento hacia atrás y hacia delante de manera que se pudiera impulsar nuevos tipos de negocios.

Para poder impulsar un proyecto de innovación integral de una cadena de valor como es el fomento del cultivo de maíz nativo para la elaboración de tortillas artesanales y productos gourmet, se deben tomar en consideración los siguientes elementos:

- a) Definir el ente político responsable del diseño y ejecución del programa, de la asignación de presupuesto y de la coordinación interinstitucional.
- b) Definir los materiales, razas o variedades de maíz que se van a utilizar,
- c) Ubicar donde se localizan estos materiales.
- d) Identificar a los productores que tienen esos materiales y que los pueden producir comercialmente; además es necesario fortalecer o desarrollar su capacidad organizativa,
- e) Analizar las opciones de mejora tecnológica para incrementar rendimientos y mejorar la productividad.
- f) Establecer el tamaño de la oferta actual y potencial; así como la demanda de mercado de estos tipos de maíz.
- g) Analizar cuál debe ser un rango de precio y el canal de comercialización que beneficia al productor.
- h) Estudiar el lugar y el tipo de valor agregado que debe dársele al maíz nativo, ya sea la producción de grano seco, limpio, empacado y etiquetado para su distribución y exportación a restaurantes gourmet; o la producción tecnificada de masa nixtamalizada de alta calidad y con un sistema de empaque que facilite su distribución y asegure su vida útil y calidad.
- i) Definir el lugar donde deben producirse y venderse las tortillas gourmet artesanales, ya sea en restaurantes o en supermercados.
- j) Definir la certificación que mejor se ajusta a la realidad del proyecto: México Calidad Suprema, Comercio Justo, Producto Orgánico, etc.
- k) Acordar cuáles instituciones deben apoyar el proyecto, que función deben realizar cada una de ellas y cuál será el tipo de aporte.

Lo elementos anteriormente señalados son complejos, especialmente cuando no existe la información del estado actual del maíz criollo que permita establecer una línea de base sobre el estado de los materiales y poder determinar qué prácticas o procesos se van a impulsar, en qué regiones se fomentará la producción, hacia qué mercado se dirigirá la producción y que metas y beneficios se esperan alcanzar.

Un programa integral debe tener varias estrategias como por ejemplo la conservación *in situ* de los maíces nativos, el mejoramiento genético de los materiales con mayor potencial para la producción de tortillas, fomentar y garantizar la producción de semilla con la población rural aplicando criterios de conservación y desarrollo orientado en el aprovechamiento y uso racional de la diversidad del maíz; así como la difusión de las semillas criollas mejoradas.

Algunos mecanismos que podrían emplearse en la promoción de nichos de mercados para maíces criollos son:

- El fomento de signos distintivos, certificaciones, marcas y reconocimientos oficiales de las razas o poblaciones cultivadas.
- Establecer sistemas de información sobre el monitoreo de las razas, poblaciones criollas, oferta de producción, precios, demandas de compradores, etc.
- El fomento del mercado del maíz criollo, entendido como los gustos y las preferencias de los agricultores (incluyendo la selección de variedades aptas según las condiciones de la región), que van a determinar o influir en las decisiones del agricultor para la siembra de maíces criollos.
- Diseñar proyectos para la producción y comercialización bajo una estrategia enfocada a nivel local o regional.
- Apoyar la infraestructura que permita la opción de manejar pequeñas bodegas de almacenaje para facilitar la distribución y apoyar los mercados locales y regionales.
- Remoción de los subsidios, políticas o recomendaciones técnicas de cultivo que estén afectando la conservación o restringiendo el uso de la diversidad.
- Proporcionar a los consumidores más información sobre las razas de maíz criollo a través de generar denominaciones de origen, eco-etiquetados y reconocimientos oficiales.
- Abrir la posibilidad de que haya precios diferenciados, de libre mercado, para las tortillas hechas con este tipo de maíces.
- Fomentar las cadenas productivas de maíz criollo a través de préstamos preferenciales y subsidios directos a proyectos que ligen a productores con transformadores del maíz.

El programa para el fomento de la cadena del maíz nativo debe ser rentable y sustentable; con el fin de ofrecer a los diversos nichos de mercado, tortillas artesanales y otros productos de interés gastronómico de alta calidad; para lo cual es necesario tener en consideración los siguientes puntos:

- Es necesario formalizar, organizar y fortalecer los grupos de productores con el fin de ordenar la oferta y las oportunidades de generación de valor en la cadena alimenticia y a nivel de artesanías a base de maíces nativos.
- En la mayoría de los Estados existen organizaciones de productores, empresas artesanales de masa nixtamalizada, productores de tortillas artesanales y la institucionalidad de apoyo para los temas de investigación y transferencia tecnológica de la cadena; así como la cercanía a grandes centros de consumo.
- Una vez identificados los grupos de productores, identificar las necesidades de mejoramiento tecnológico, investigación, transferencia y capacitación en la cadena; así como las instituciones que deben apoyar el programa.
- Existen opciones para innovar en la generación de valor agregado de la cadena, vinculando la producción primaria de maíz con industriales de la masa y la tortilla; fortalecer los procesos industriales y vincular la producción de tortillas de alta calidad, con restaurantes y supermercados.
- Se debe desarrollar una plataforma electrónica que facilite el desarrollo de alianzas estratégicas entre la oferta y demanda de los maíces nativos y productos de interés gastronómico; su operación debe ser reglamentada y promocionada para facilitar la vinculación de la oferta y la demanda de productos sustentables, amigables con el ambiente, de origen ancestral y bajo el concepto de un comercio justo.

Es necesario avanzar en el desarrollo de un estudio de factibilidad, que permita integrar la producción del maíz nativo con la producción artesanal de tortillas y otros productos de interés gastronómico o de artesanías; sobre los siguientes factores:

- Integrar la cadena de producción de maíz nativo.
- Identificar las opciones para la innovación en la generación de valor agregado.
- Facilitar el desarrollo de alianzas estratégicas e integrar a las instituciones que deben apoyar el plan piloto.
- Fortalecer la base de conocimiento para la toma de decisiones.
- Perfeccionar el modelo de gestión y organización; para lo cual es necesario incidir sobre los SPM y los diversos Comités para diseñar, implementar y evaluar acciones integradas, encaminadas a garantizar la generación de excedentes por parte de todos y cada uno de los eslabones que conforman el sistema.
- Desarrollar un esquema de evaluación y seguimiento.

- Perfeccionar el proceso productivo en los eslabones del sistema producto mediante el uso de la ciencia, la tecnología, la mejora en procesos administrativos, la innovación en logística, en empaque y embalaje, en mecanismos de distribución, procesos físicos o químicos, la mejora genética y la mejora en sanidad e inocuidad; para lo cual se pueden utilizar unidades móviles para realizar la transferencia tecnológica y la capacitación, tanto a productores, como a los empresarios y el personal de planta de las empresas procesadoras de nixtamal y a los industriales de la tortilla.
- Asignar eficientemente los recursos auxiliares de la intervención gubernamental.
- Perfeccionar la forma en la que los diferentes eslabones se relacionan para obtener ganancias y diseñar un indicador de rentabilidad para cada uno de los eslabones del sistema producto.
- Desarrollar infraestructura básica que determine la competitividad y productividad en términos de rentabilidad de una economía globalizada.
- Planear el mercado con el fin de favorecer el aseguramiento de la rentabilidad.
- Desarrollar y perfeccionar los mecanismos de financiamiento y cobertura de riesgo.
- Analizar el marco legal y regulatorio, a nivel de patentes, denominaciones de origen, normas de calidad y reglamentaciones sobre el proceso productivo.

Algunos de los ejes estratégicos del programa pueden ser los siguientes:

- I. Pago por conservación in situ de maíces criollos y sus parientes silvestres: apoyar la siembra de maíz criollo y contribuir a la conservación del maíz nativo.
 - a. Apoyos destinados a promover y fortalecer la conservación de las variedades de maíz criollo.
 - b. Ferias y exposiciones para el intercambio de semillas en las comunidades,
 - c. Exposiciones gastronómicas.

- II. Desarrollo de cursos o talleres de capacitación:
 - a. Para el sector primario a nivel de las comunidades en temas como agricultura orgánica; utilización de prácticas agroecológicas; conservación y control de la pureza de las variedades de los maíces nativos de la región; manejo y uso de abonos orgánicos y control de plagas; establecimiento de parcelas interpretativas; proceso de selección de las semillas de maíz criollo para el rescate de su pureza y la elaboración de diferentes productos derivados del maíz criollo.

- b. Para las empresas de nixtamal y tortillas en buenas prácticas de manufactura, principios de calidad e inocuidad, desarrollo de innovaciones, reducción de costos, mercadeo y finanzas.
 - c. Utilizar unidades móviles equipadas para realizar la transferencia tecnológica y la capacitación, tanto a productores, como a los empresarios y el personal de planta de las empresas procesadoras de nixtamal y a los industriales de la tortilla.

- III. Creación de bancos de semilla para el manejo y cuidado del maíz criollo.

- IV. Financiamiento de proyectos de infraestructura, que generen valor agregado a los productores y derivados del maíz criollo:
 - a. Centros de acopio y empaque de maíz mediante la adquisición de equipo para el desgrane y envasado de maíz criollo.
 - b. Adquisición de molinos de nixtamal y tortilladoras manuales, con el fin de darle un valor agregado al maíz criollo; así como apoyar el establecimiento de proyectos productivos y accesorios para la elaboración de productos derivados del maíz.

- V. Fomento de certificaciones en la cadena:
 - a. Apoyo a la certificación de producción orgánica del cultivo de razas y variedades de maíz criollo.
 - b. Apoyo a la certificación de buenas prácticas de manufactura,
 - c. Establecer como requisito para los operarios y empresas, tener un carnet que certifique la capacitación en higiene y manipulación de alimentos, para garantizar la inocuidad en el procesamiento de la masa, de la harina y de la tortilla.

- VI. Desarrollar un plan nacional de fomento al consumo de la tortilla, basado en sus características nutricionales y el rescate de valores ancestrales.

- VII. Fortalecimiento de la gobernanza:
 - a. Desarrollo de una política sectorial.
 - b. Fortalecimiento institucional (creación de institucionalidad especializada en el fomento de maíces nativos y en la producción de masa nixtamalizada, tortilla y alimentos a base de maíz).

Referencias

ASERCA (2012). *La industrialización del maíz*. Boletín ASERCA Regional Peninsular. SAGARPA. México.

Banco Mundial (2017). *Estadísticas del precio del maíz*. Consultado en: www.indexmundi.com

Brieva, S. y Costa, A. (2013). *Visión prospectiva de la cadena del maíz al 2030*. Serie documentos de trabajo N° 19. INTA-UNL-Centro REDES-FBC. Argentina.

Calatayud, A., Fernández, C. y De Groote, R. (2017). *Gestión de riesgos en cadenas de valor: guía para el diseño de programas*. BID. Washington D.C.

Castro, R. (2013). *La tortilla de maíz y su evolución*, Vitricas maíz INIFAP. Presentación PDF.

Castro, L. (2010). *Envase inteligente a partir de harina de cereales*, Consultado en: <http://www.elempaque.com/temas/Envase-inteligente-a-partir-de-harina-de-cereales+4079683?pagina=1>

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (2014). *Consumo, distribución y producción de alimentos: el caso del complejo maíz-tortilla*, México.

CEFP, (2007). *México: el mercado del maíz y la agroindustria de la tortilla*. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Cámara de Diputados, LX Legislatura. México.

CEPAL, FONTAGRO, BID, IICA, CIRAD (2016). *Encadenamientos productivos y circuitos cortos: innovaciones en esquemas de producción y comercialización para la agricultura familiar*. Naciones Unidas. Santiago, Chile.

CEPAL-FAO-OMS. (2014). *Agricultura familiar y circuitos cortos, Nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición*, Memoria del seminario sobre circuitos cortos realizado el 2 y 3 de septiembre de 2013, Serie Seminarios y Conferencias N° 77, Naciones Unidas, Chile.

CentraRSE (S/F). *Guía de cadenas productivas socialmente responsables*. Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial. Guatemala.

Comercio Justo de México (2000). *Norma General de Comercio Justo*. México.

CONABIO (2012). *Razas de maíz en México*. Consultado en <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/razas2012.html>

CONANP (2016). *Programa de Conservación de Maíz Criollo en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

De León, C. y Rodríguez, R. (2010). *El cultivo del maíz*. Temas selectos II. Colegio de Posgraduados- Universidad Autónoma de Chapingo-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Dussel, E. (2018). *Cadenas globales de valor. Metodología, teoría y debates*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Economía. México.

Escalante, A y Otros (2013). *La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados*. Revista Fitotec, México, Vol, 36 (4): 429 – 437.

Esteva, G. y Marielle, C. (2003). *Sin maíz no hay país*. Culturas Populares de México. CONACULTA. México.

Evia, M. (s/f). *Que es el comercio justo y quienes lo certifica*, Consultado en <http://www.expoknews.com/que-es-comercio-justo-y-quienes-lo-certifican/>

FAO (1993). *El maíz en la alimentación humana*. Roma, Italia. Consultado en: www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S06.htm

FIRA. (2015). *Panorama Agroalimentario Maíz*. México.

Flores, C., Ponce, P. y Ramírez, P. (2007). *Situación del maíz y la tortilla*. Reporte de Investigación N° 80. CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Gaytan, M., Figueroa, J. y otros (2013). *Selección de maíces criollos para su aplicación en la industria con base en su valor agregado*. Revista Fitotecnia Volumen 36. Suplemento 3. México.

Gaytan, M. y otros (2013). *Selección de maíces criollos para su aplicación en la industria con base en su valor agregado*. Revista Fitotecnia Mexicana. Volumen 36. Suplemento 3-A. México.

Goizueta, M., Castellano, A. y Covacevich, M. (2013). *Alternativas de agregado de valor en la cadena del maíz Argentina. Estrategias y actores diferenciales por agroindustria derivada*. INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación.

Gottret, M. (2011). *Orientación estratégica con enfoque de cadena de valor para la gestión de empresas asociativas rurales*. CATIE-GIZ. Costa Rica.

Guadarrama, A., Aragón, F. y Willcox, M. (2014). *Mejoramiento de maíces nativos*. Revista Enlace N° 5.

Hellin, J., Keleman A., y otros (2013). *La importancia de los nichos de mercado. Un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México*. Revista Fitotecnia. Volumen 36. Especial 6. México.

Herr, M. y Muzira, T. (2011). *Desarrollo de cadena de valor para el trabajo decente. Una guía para profesionales del desarrollo, funcionarios gubernamentales e iniciativas del sector privado*. Organización Internacional del Trabajo. Italia.

IICA (2010). *Hacia la Consolidación de un Sistema Mexicano de Innovación Agroalimentaria*, Caso 3 Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos.

IICA (2014). *La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible*. San José, Costa Rica.

IICA (2014). *Agregación de valor a productos de origen agropecuario. Elementos para la formulación e implementación de políticas públicas*. Manual de capacitación. San José, Costa Rica.

INTA (2010). *Maíz, cadena de valor agregado. Alternativas de transformación e industrialización*. Ediciones INTA. Argentina.

Instituto Nacional de Ecología y SERMARNAT (2008). *Taller sobre Agrodiversidad en México: el caso del Maíz, Incentivos para la conservación*. Memorias, 12 y 13 de junio, Ciudad de México,

Kaplinsky, R. (2000). *Globalisation and unequalisation: what can be learned Fromm value chain analysis?*, Journal of Development Studies, vol. 37, N° 2, Taylor & Francis.

Kaplinsky, R. y Mike M. (2002). *A Handbook for Value Chain Research*, Brighton, Institute of Development Studies.

Kato, T, y otros. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Keleman A. y Hellin J. (2009). *Speciality maize varieties in Mexico: a case study in market-driven agro-biodiversity conservation*. Journal Latin America Geography.

Keleman A. y Hellin J. (2013). *Las variedades criollas del maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores*. LEISA. Revista Agroecológica N° 29.

King, A. (2006). *Trade and totonoxtle: livelihood strategic in the tontonacan región of Veracruz, México*. Agriculture Human Values.

Kotler, P y Armstrong, G. (2013). *Fundamentos de marketing*. 11a edición. Pearson Educación. México.

La Gra, J. (2016). *Metodología de evaluación de cadenas agroalimentarias para la identificación de problemas y proyectos. Un primer paso para la disminución de pérdidas de alimentos*. IICA. San José, Costa Rica.

López, G. (2013). *Maíz nixtamalizado, quebrado y deshidratado*. CIBIOTEC, Presentación PDF.

López-Torres, B. y otros (2016). *La comercialización de los maíces de especialidad en México: condiciones actuales y perspectivas*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas N° 15. INIFAP, Estado de México. México.

Matarranz, A. (2008), *Marketing de productos tecnológicos, ¿Cómo romper el equilibrio de un mercado e introducir una innovación?*

Mitnik, F. y Magnano, C. (2011). *Acordando significado en Desarrollo de cadenas productivas, clusters y redes empresariales. Herramientas para el desarrollo territorial*, Mitnik, F. Coordinador. FOMIN-BID-ADEC.

Nuñez, F. y Sempere, J. (2017). *Estudio del mercado de producción, procesamiento, distribución y comercialización de la cadena de maíz-harina/nixtamal-tortilla en México*. El Colegio de México.

Oddone, N. y Padilla, Ramón (2017). *Fortalecimiento de cadenas de valor rurales*. CEPAL-FIDA. Naciones Unidas. Santiago, Chile.

Ordinola, M. y Horton, D. (2018). *Experiencias latinoamericanas de aplicación del enfoque de cadenas de valor inclusivas*. Centro Internacional de la Papa. Perú.

Ortega, A; Guerrero, M y Preciado, R. (2013). *Diversidad y distribución del maíz nativo y sus parientes silvestres en México*. México.

Padilla, R. y Oddone, N. (2016). *Manual para el fortalecimiento de cadenas de valor*. CEPAL-FIDA. México.

Paredes, O., Guevara, F. y Bello, L. (2009). *La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Revista digital consultada en <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/41-revistas/revista-ciencias-92-93/205>

ProChile (2015). *Estudio de canal de distribución gourmet en España*. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en España. Chile.

Quirós, E. (2015a). *Estrategia de trabajo por agrocadena y formulación de acuerdos de competitividad 2015*. San José, Costa Rica. SEPSA.

Quirós, E. (2015b). *Los sistemas de innovación agropecuarios en Centroamérica y Panamá, oportunidades para su modernización*, San José, Costa Rica. PRIICA-IICA.

Ramos, Félix (2013). *Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo*. Primera edición. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

Riveros, H. y Heinrichs, W. (2014). *Valor agregado en los productos de origen agropecuario: aspectos conceptuales y operativos*. San José, Costa Rica.

SAGARPA (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030*. México.

SAGARPA, Tecnológico de Monterrey e INCA Rural (2005). *Plan rector nacional del Sistema Producto Maíz*. México.

SAGARPA-SIAP (2011). *Situación actual y perspectivas del cultivo del maíz en el período 1996-2010*. México.

SAGARPA-SIAP (2018). *Atlas agroalimentario 2012-2018. El mundo es cada vez más mexicano*. México.

Santana, F. y otros (s/f). *Caracterización de la cadena de valor del maíz*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Saravia, P. (2013). *Cadena de valor del maíz. Caso México*. Presentación electrónica.

Secretaría de Economía (2012). *Análisis de la cadena de valor maíz-tortilla: situación actual y factores de competencia local*. Dirección General de Industrias Básicas. México.

Semillaton, <http://www.exporestaurantes.com.mx/semillaton.html#!/>

Serrano, I. y Kahan, A. (2014). *El espíritu del maíz. De México para el mundo*. Primera Edición. Editorial Océano de México.

SIECA-CEPAL-SICA-CENTROMYPE (2018). *Articulación productiva y cadenas regionales de valor. Una propuesta metodológica para la región SICA*. México.

Trueba, A. (2012). *Semillas mexicanas mejoradas de maíz. Su potencial productivo*. Biblioteca Básica de Agricultura. Colegiado de Posgraduados. México.

Turrent, A., Wise, T., y Garvey, E. (2012). *Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México*. Mexican Rural Development Research Reports. Reporte 24. Woodrow Wilson International Center for Scholars.

USAID (2011). *Maíz. Análisis de la cadena de valor*. ACDI-VOCA. México.

Van der Heyden, D. (2007). *Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas*. Segunda Edición. SNV-InterCooperation-VSF-CICDA-Plataforma Ruralter. Ecuador.

Vargas, G y Pérez, L. (2014). *Gruma: Un análisis microeconómico*, Economía Informa, número 386, mayo – junio. UNAM. México.

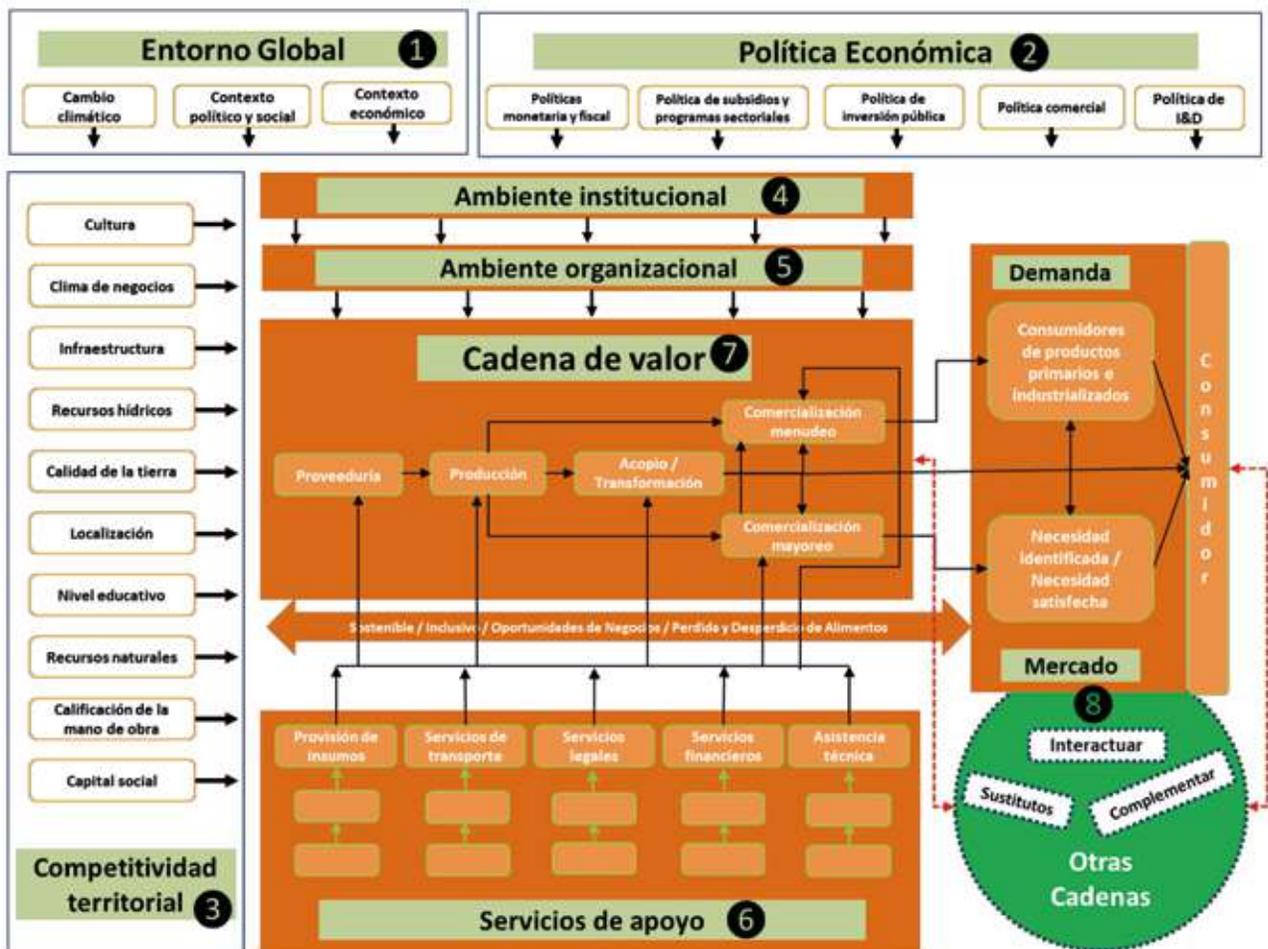
Zamudio, B., Castro, R. y Félix, A. (2015). *Producción, rendimiento y calidad de la tortilla de grano de cinco híbridos de maíz en valles altos del Estado de México.*

Zamudio, B. y otros (2017). *Híbridos de maíz de Valles Altos con relación a su calidad y rendimiento de nixtamal y tortilla*, INIFAP, México, Presentación Power Point.

Anexo 1. Enfoque sistémico de la cadena productiva

Desde una perspectiva sistémica, una cadena productiva se encuentra inmersa en un contexto global cambiante, una política económica cuyos efectos no puede controlar y un territorio que puede crear un entorno fértil para competir (imagen 11). Sin embargo, sobre estos factores, los actores directos e indirectos que interactúan en la cadena tienen poca o nula incidencia, no lo pueden controlar e impactan positiva o negativamente. Es decir, pueden darle o quitarle competitividad.

Imagen 11. Enfoque sistémico de la cadena productiva



Fuente: elaborado por los autores

A continuación, una breve explicación respecto a los ocho elementos que se deben considerar cuando se realiza un análisis de una cadena productiva.

1. Entorno global:

- *Los fenómenos climáticos.* Una sequía, una helada o, recientemente, el cambio climático afecta los niveles de producción.
- *Contexto político y social.* Una crisis de gobierno, una oposición intolerante, huelgas de trabajadores, alta tasas desempleo a nivel mundial repercute en el comportamiento de la cadena.
- *Contexto económico.* Una devaluación, incremento desmedidos de los precios (hiperinflación), estancamiento productivo, especulación, volatilidad en los mercados, etc., crean un panorama complicado.

2. Política económica:

- *La política monetaria.* El comportamiento de la tasa de interés y el tipo de cambio, principalmente, son los instrumentos que seguir.
- La política fiscal. Es importante conocer el manejo tributario del gobierno vía impuestos o derechos.
- *La política de subsidios y los programas sectoriales.* Está relacionada con la política de gasto que tenga el Gobierno. La autoridad gubernamental diseña e implementa subsidios y programas para apoyar a determinados sectores o ramas productivas por su impacto socioeconómico que tenga.
- *La política de inversión pública.* También está vinculada al gasto público. El gobierno puede crear infraestructura adecuada para promover cierto tipo de producto o servicios o dar facilidades para el establecimiento de industrias.
- *La política comercial.* La autoridad puede firmar acuerdos comerciales bilaterales o multilaterales, con el propósito de promover determinados sectores o ramas productivas.
- *La política de investigación y desarrollo.* Se trata de crear o impulsar centros o instituciones de investigación o en su caso fomentar la investigación y desarrollo de productos innovadores en el mercado.

3. La competitividad territorial:

- Destaca el clima de negocios que ofrece a productores o empresarios.
- La infraestructura con que cuenta o se pueda desarrollar.
- La cantidad de recursos hídricos que existe en la zona.
- La calidad de la tierra y cantidad disponible
- La ubicación o localización del territorio (orografía)

- Los niveles educativos de la población.
- La cantidad de recursos naturales que se pueda aprovechar
- El grado de calificación de la mano de obra y el capital social, entendido como la capacidad para realizar trabajo conjunto, la de colaborar y llevar a cabo la acción colectiva.
- También es importante considerar el aspecto cultural definido como el conjunto de saberes, creencias y pautas de conducta de un grupo social.

4. Ambiente institucional: es el entorno inmediato de la cadena de valor, donde se consideran el aspecto normativo-legal, que fomenta y/o regula la actividad productiva.

5. Ambiente organizacional: aglutina a las diversas instituciones, gremios, asociaciones, públicas y privadas, que apoyan el desempeño de la cadena de valor.

6. Servicios de apoyo: están relacionados con todas aquellas actividades que participan indirectamente en la cadena de valor, pero que son muy importantes desde la perspectiva de la competitividad e innovación.

7. Cadena de valor: en este caso, es mucho más amplia que la tradicional. La cadena inicia con el eslabón de proveeduría y termina en el eslabón del consumidor considerando el aspecto del reciclaje que está relacionado con el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, en la práctica la cadena de valor puede ser desagregada en muchos eslabones de acuerdo con el tipo de bien o servicio bajo análisis.

A lo largo de los eslabones de la cadena se puede detectar las oportunidades de negocios que ofrece el bien o servicio, para ello es importante conocer a los actores, como se relacionan, las actividades que desarrollan, la capacidad innovadora y las ventajas que ofrecen el territorio.

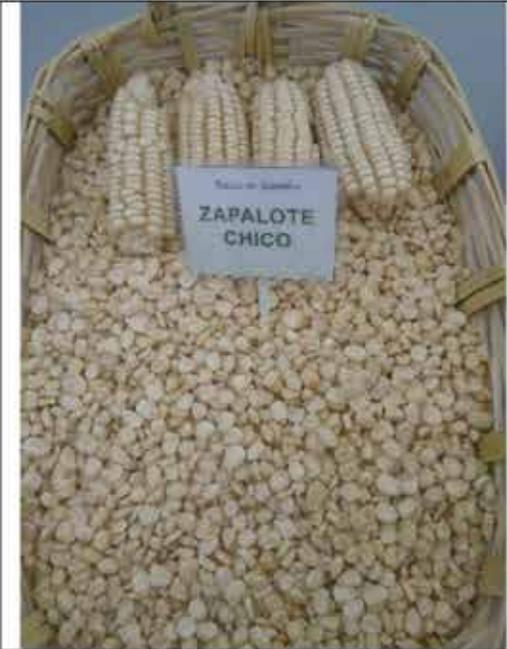
8. Otras cadenas: una cadena también está relacionada con otras cadenas productivas la que puede detonar no solo la competitividad local si no también regional, nacional hasta global. Ello implica que el aparato productivo de una nación es la suma de muchas cadenas de valor que se enlazan para generar bienes o servicios.

Es decir, en una fase superior, se desarrollan clusters que son redes de empresas organizadas, especializadas que se ubican en determinado territorio donde la colaboración y la asociatividad de las unidades productivas son elementos claves para impulsar la competitividad.

Anexo 2. Galería fotográfica de maíces nativos mexicanos. Colección del CIMMYT

El CIMMYT tiene una importante reserva de materiales nativos de maíz recolectados en los diversos territorios de México, de los cuales algunas muestras se presentan a continuación:



 <p>Mejores razas para tortilla</p> <p>ZAPALOTE CHICO</p>	 <p>Mejores razas para tortilla</p> <p>PEPITILLA</p>
<p>Razas de hambre</p>	<p>Mejores razas para tortilla</p>
 <p>Mejores razas para tortilla</p> <p>CELAYA</p>	 <p>Mejores razas para tortilla</p> <p>TUXPEÑO</p>
<p>Mejores razas para tortilla</p>	<p>Mejores razas para tortilla</p>

	
<p>Mejores razas para tortilla</p>	<p>Razas de altura</p>
	
<p>Razas de altura</p>	<p>Razas de altura</p>



Razas de altura



Razas de altura



Razas de altura



Razas de altura



Razas de altura



Mejores razas para tortilla



Razas para pozole

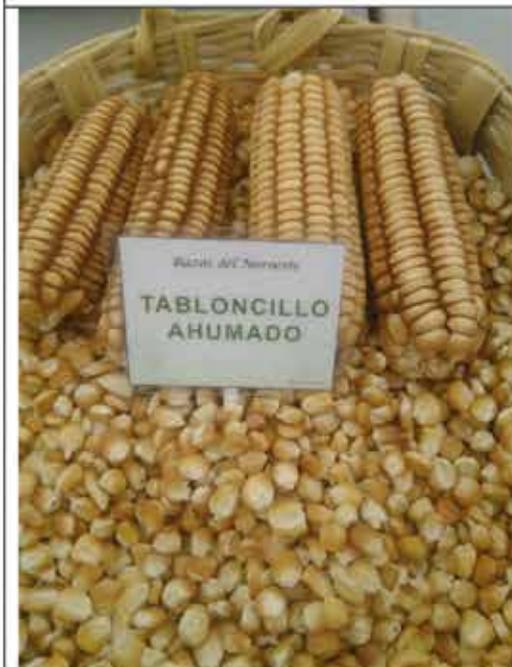
 <p>Razas para pozole ANCHO</p>	 <p>Razas para pozole ELOTES OCCIDENTALES</p>
<p>Razas para pozole</p>	<p>Razas para pozole</p>
 <p>ELOTERO DE SINALOA</p>	 <p>Razas del Noroeste BLANDO DE SONORA</p>
<p>Razas del Noroeste</p>	<p>Razas del Noroeste</p>



Razas del Noroeste



Razas del Noroeste



Razas del noroeste



Razas del Noroeste



Razas del Noroeste



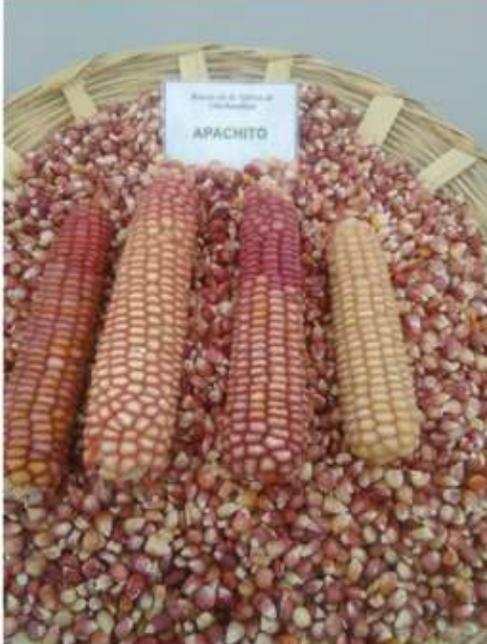
Razas de altura



Razas de la Sierra de Chihuahua



Razas de la Sierra de Chihuahua

	
<p>Razas de la Sierra de Chihuahua</p>	<p>Palomeros</p>
	
<p>Palomeros</p>	<p>Maíz de altura</p>

Fuente: Fotografías propias tomadas en CIMMYT, gracias a la colaboración de la Dra. Martha Wilcox, marzo 2017.

