

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE MAÍZ PARA MEJORAR SU COMPETITIVIDAD: ESTUDIO DE CASO EN EL ESTADO DE HIDALGO\*

### AGROALIMENTARY MAIZE CHAIN TECHNOLOGICAL INNOVATION TO IMPROVE ITS COMPETITIVNESS: CASE STUDY AT HIDALGO STATE

Georgel Moctezuma-López<sup>1§</sup>, José Antonio Espinosa-García<sup>2</sup>, Venancio Cuevas-Reyes<sup>3</sup>, José Luis Jolalpa-Barrera<sup>3</sup>, Fernando Romero-Santillán<sup>4</sup>, Alejandra Vélez-Izquierdo<sup>2</sup> y Diana Elisa Bustos Contreras<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Red de Socioeconomía. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. Av. Progreso No. 5, Barrio Santa Catarina, Del. Coyocán, D. F. México. <sup>2</sup>Red de Socioeconomía. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. (espinosa.jose@inifap.gob.mx), (velez.alejandra@inifap.gob.mx). <sup>3</sup>Red de Socioeconomía. Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México. INIFAP. (cuevas.venancio@inifap.gob.mx), (jolalpa.jose@inifap.gob.mx). <sup>4</sup>Red de Bovinos de Leche. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales. INIFAP. (romero.fernando@inifap.gob.mx). <sup>5</sup>Red de Transferencia de Tecnología. Centro de Investigación Regional Centro. Sitio Experimental Querétaro. INIFAP. (bustos.diana@inifap.gob.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: moctezuma.georgel@inifap.gob.mx.

#### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar la oferta y demanda tecnológica para plantear alternativas en la innovación de la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo, México. Se realizaron las siguientes etapas: 1) caracterización de la cadena; 2) identificación de los factores críticos; 3) distinción de demandas tecnológicas de conocimiento y política; 4) reconocimiento de la oferta tecnológica y 5) cuantificación de proyectos de investigación y política pública. Se aplicó el enfoque de cadenas agroalimentarias y se realizaron dos foros de consulta para captar las demandas de los eslabones de la cadena. Mediante revisión bibliográfica se integró la oferta tecnológica de la cadena en estudio, posteriormente se contrastó con la demanda obtenida para identificar proyectos que impulsen la cadena. Se identificaron 23 demandas: seis de capacitación, tres de validación y transferencia de tecnología, seis de nuevo conocimiento, tres de nueva tecnología y cinco de política pública. Se detectó que existe tecnología y conocimientos para atender 10 de ellas, por lo que existe la necesidad de apoyar 13 proyectos tendientes a mejorar la innovación tecnológica de la cadena maíz en el estado de Hidalgo.

**Palabras clave:** cadena agroalimentaria, demandas de investigación, maíz, oferta tecnológica.

#### ABSTRACT

The objective of this research was to identify the technological supply and demand and to raise agroalimentary maize value chain alternatives innovation at the state of Hidalgo, Mexico. The following stages were realized: 1) value chain characterization; 2) identification of critical components; 3) identification of technological knowledge and policy demands; 4) identification of technological supply and 5) identification of research and policy projects. The agroalimentary value chain focus was applied and two consulting forums to identify demands and chain links were realized. Through bibliographical consultation the technological supply was integrated, and when the supply was contrasted with the demand, the chain projects to impulse were identified. Twenty-three demands were identified: six related to training, three to validation and technology transfer, six to new knowledge, three to new

\* Recibido: julio de 2009  
Aceptado: enero de 2010

technologies and five to public policies. Technology and information were identified to take care of 10 of the demands. In addition, there is a need to support 13 new projects to improve the maize value chain technological innovation at the state of Hidalgo.

**Key words:** agroalimentary chain, maize, research demands, technological supply.

Los avances científicos y el desarrollo de nuevas tecnologías han sido elementos cruciales para mejorar las condiciones de la agricultura; sin embargo, la simple generación de ciencia y tecnología no es suficiente para obtener los impactos técnicos, económicos y sociales que ella conlleva; en contraste, es necesaria la difusión amplia y oportuna para lograr su adopción por una gran cantidad de productores. Esto representa un enorme reto, el cual debe ser encarado tanto en el ámbito empresarial como en el ámbito gubernamental e institucional; con creatividad, talento, voluntad política, organización, cooperación y recursos financieros.

Aunque las diversas definiciones de innovación van desde la simple noción de inventar, alterar un estado de cosas o introducir novedades, las definiciones más recientes enfatizan la importancia de considerar el beneficio social de la aplicación de nuevas ideas o conocimientos (Muñoz *et al.*, 2008). Es decir, cuando se inventa o descubre algo nuevo, debe aplicarse exitosamente en un sistema productivo concreto para que la gente pueda disfrutar de los cambios provocados por esa invención o descubrimiento. La meta de cualquier proceso innovador es la generación de riqueza; si esta no se logra, podrá hablarse de que se han realizado quizás inventos o descubrimientos, pero no innovación (COTEC, 2006). De igual manera (Valdes, 2006), conceptualiza que innovación tradicional es básicamente, la capacidad de estructurar una idea y traducirla en un producto o servicio que tenga impacto en el mercado. Innovación es el arte de crear algo nuevo, novedoso y original y también menciona que innovar es la capacidad de visualizar una oportunidad antes que los demás y tener el coraje de plasmarla en un producto o servicio real, tangible y vendible.

Para los países, empresas y agricultores que se encuentran a la vanguardia de la economía mundial, el balance entre conocimientos y recursos se ha desplazado hacia los primeros hasta llegar al extremo de que han pasado a ser el factor más determinante del nivel de vida. Así, las economías más desarrolladas están firmemente basadas en conocimientos y tecnologías (Muñoz *et al.*, 2007).

El maíz (*Zea mays* L.) es una aportación de México al mundo, y su origen es la región geográfica denominada Mesa Central que se ubica a 2 500 m de altitud y en específico el Valle de Tehuacán en el Estado de Puebla. Por el gran número de productores que siembran maíz, se considera el cultivo más importante en México; su importancia socioeconómica radica en su uso como ingrediente principal en la alimentación humana y como producto que aglutina a más de dos terceras partes de productores agrícolas. En 2007 el maíz ocupó el primer lugar en superficie sembrada con 8 millones de hectáreas y una producción de 21 millones de toneladas; con 93% maíz blanco y 7% maíz amarillo (SIACON, 2008).

El maíz aporta 5.3% del PIB agropecuario y genera 29.3% del valor de la producción agrícola nacional; la producción de maíz blanco cubre la demanda interna, mientras que para abastecer los requerimientos del maíz amarillo se importan 7 millones de toneladas de grano entero y 3 millones de maíz quebrado para cubrir la demanda nacional de uso pecuario e industrial (SAGARPA-SIAP, 2007). Se produce una amplia gama de variedades, con las cuales se generan una gran cantidad de productos finales: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustible (SAGARPA, 2008); también es un insumo importante para la fabricación de alimentos balanceados para consumo animal.

El estado de Hidalgo posee una superficie de 2 098 700 ha, de las cuales 618 532 ha son destinadas para el uso agrícola, que representa 29.5% del área total. De esta superficie agrícola se establecen con maíz 253 016 ha (40.9%), de las cuales 89.7% (227 021 ha) se siembran en el ciclo agrícola primavera-verano y el resto (10.3%) en otoño-invierno. Particularmente, en la región conocida como la Huasteca hidalguense se siembran cerca de 31 mil ha de maíz bajo condiciones de temporal, que representa 16.4% de las siembras realizadas de este grano en el estado de Hidalgo (SAGARPA, 2002). No obstante, esta zona cuenta con una precipitación pluvial superior a los 1 500 mm anuales y con unidades de suelos aptas para la producción agrícola (INEGI, 1992); con rendimiento promedio en grano de 1.95 t ha<sup>-1</sup>. Este bajo rendimiento es debido a que esta zona se caracteriza por su alta y muy alta marginación, donde el uso fertilizante es bajo o nulo.

Lo anteriormente expuesto ha propiciado que las instituciones relacionadas con la generación y transferencia de tecnología destinen múltiples recursos a esta cadena agroalimentaria. A pesar de ello aún existen unidades de producción con rezago tecnológico, también existen productores e industriales que demandan nuevos conocimientos y tecnologías que les permitan mejorar sus procesos productivos, para ser más competitivos (Trejo *et al.*, 2004). Por esta razón se planteó este escrito que tiene como objetivo, identificar la oferta y demanda tecnológica para plantear estrategias de innovación en la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo.

Para alcanzar los objetivos planteados se integró un equipo multidisciplinario de investigación de las áreas de economía, agronomía, desarrollo rural, zootecnia, ingeniería agroindustrial y sociología, se aplicó el enfoque de “cadena productiva” (Gomes *et al.*, 1999; Cuevas *et al.*, 2007); con la finalidad de contar con una visión amplia de la cadena, y como resultado se identifican alternativas de solución y estrategias de intervención más efectivas de mayor impacto. Para obtener la competitividad del sector se llevaron a efecto las siguientes etapas.

**Caracterización de la cadena agroalimentaria de maíz.** Se definió el modelo conceptual de la cadena de maíz para el estado de Hidalgo y se detectó su problemática. La información se obtuvo de consultas bibliográficas, datos estadísticos y de entrevistas directas a investigadores expertos en el cultivo del maíz.

**Identificación de los factores críticos de la cadena.** De la problemática detectada en la etapa anterior, se definió una lista de los principales factores críticos que afecta la competitividad de la cadena de maíz en Hidalgo. La validación y priorización de dichos factores críticos, se realizó en dos foros de consulta que se llevaron a cabo en: Mixquiahula y Huejutla del estado de Hidalgo; con la participación de 73 integrantes de los diferentes eslabones que componen la cadena de maíz, 25 productores primarios, 5 industriales, 3 distribuidores, 22 técnicos, 7 investigadores y 11 funcionarios; en ambos foros, cada participante validó y priorizó la importancia que tienen para él cada uno de los factores críticos detectados. La información generada se capturó en una matriz de doble entrada diseñada en Excel y fue analizada por medio de frecuencias y promedios. La escala de valor utilizada en la priorización fue de 1 a 10, donde el valor 1 indica la máxima importancia y 10 la mínima.

**Identificación de las demandas de investigación.** En los mismos foros realizados y mediante una plenaria, los asistentes identificaron las principales causas que originan cinco factores críticos más importantes, así como sus posibles soluciones, mismas que se convirtieron en demandas, las cuales se clasificaron en: demanda de nuevo conocimiento (DNC), la cual se refiere a la generación de información técnica, económica, social o ambiental, y que actualmente no existe, para la solución de algún problema específico (factor crítico) identificado en la cadena de maíz; demanda de capacitación (DCA); demanda de validación, adaptación y demostración (DVAD) sobre cierto conocimiento y/o tecnología que actualmente existe y que está disponible para la cadena de maíz; demanda de política pública (DPP); demanda de creación de nueva tecnología (DNT), es decir, la generación de tecnología que actualmente no existe y que es importante su generación para la solución de algunos de los problemas identificados en la cadena de maíz y demanda de transferencia de tecnología (DTT).

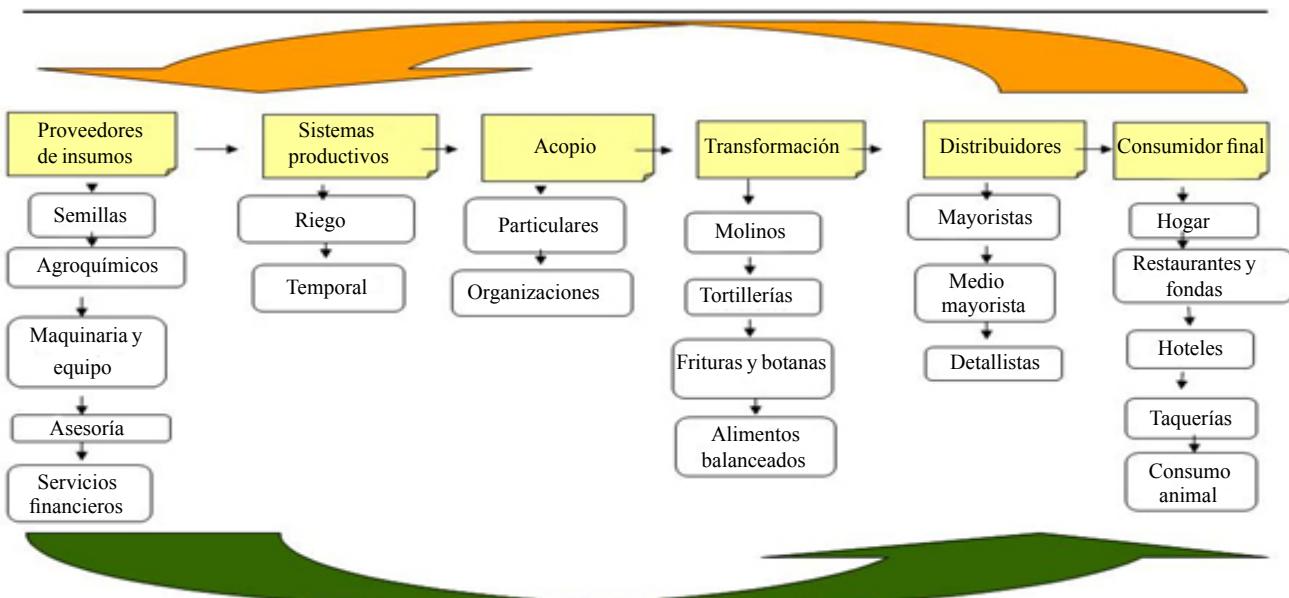
**Identificación de la oferta tecnológica.** Se consultó el acervo bibliográfico de seis instituciones de investigación y docencia: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (CP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); donde se localizaron los productos disponibles generados por estas instituciones en apoyo a la cadena productiva de maíz; la información obtenida se capturó en una hoja electrónica de Excel y fue organizada en ocho apartados: eslabón de la cadena, tema, título, autor, año, tipo de documento, institución y cobertura geográfica.

**Identificación de proyectos de investigación y de política pública.** Al contrastar las demandas captadas en los foros con la oferta tecnológica disponible, se definieron los proyectos que se requieren para mejorar la competitividad de la cadena de maíz en el estado de Hidalgo.

### **Factores críticos y modelo conceptual de la cadena agroalimentaria del maíz**

La cadena agroalimentaria en el estado de Hidalgo, fue estructurada en seis: proveedores de insumos agrícolas, productores primarios, acopio, industria de transformación, distribución y consumidor final, cada uno de ellos a su vez se divide en segmentos como se puede apreciar en la Figura 1.

**Ambiente institucional:** Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Plan Nacional de Desarrollo del Sector Rural, Ley de Ciencia y Tecnología, Acuerdo Nacional para el Campo, Leyes y Normas, y PROCAMPO.



**Ambiente organizacional:** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno del Estado, SAGARPA, SIDRUS, INIFAP, Comité sistema producto, FIRA y FIRCO.

**Figura 1. Modelo conceptual de la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo.**

De la producción del maíz depende un alto porcentaje de la población rural, cuyo cultivo se practica bajo diferentes condiciones agroclimáticas con diferencias en tecnología, que van desde la producción temporalera más atrasada que obtiene rendimientos de  $0.7 \text{ t ha}^{-1}$ , hasta los sistemas de riego, con semillas mejoradas, uso de fertilizantes y mayor uso de prácticas agronómicas que pueden llegar a obtener de 12 a  $14 \text{ t ha}^{-1}$ . Esta amplia variabilidad en rendimientos sugiere la hipótesis de una amplia gama de problemas o factores críticos que lo impactan, en ese sentido, el punto de partida para la definición de los factores críticos analizadas en el presente estudio fue la cadena en general y los segmentos de productores de riego y de temporal en particular.

Con base a estudios previos de la cadena de maíz en México (Pérez *et al.*, 2006); sistema producto maíz (SPMH, 2004; Vega y Ramírez, 2004) y de las entrevistas con informantes clave de la cadena, se elaboró un listado de 20 factores críticos más relevantes que afectan la productividad y competitividad de la cadena, los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Se observó que el eslabón que tiene mayor porcentaje de factores críticos, es el sistemas de producción con

55% de la lista, en segundo lugar y con el mismo nivel de frecuencia aparecen los eslabones de acopio y temas transversales (impactan a toda la cadena) con 15%, en la transformación representan 10% y al final el eslabón de distribución con 5%.

Por otra parte, se tiene que aunque no se identificó de manera específica un factor crítico dentro del eslabón de los consumidores finales, estos juegan un papel importante dentro de la cadena de maíz y no pasan desapercibidos, ya que como se observa en el Cuadro 1, existe en el eslabón de distribución un factor crítico que tiene que ver con la identificación de nichos de mercado, y en el eslabón de transformación se tiene otro factor sobre la necesidad de controlar la calidad en la nixtamalización.

Lo anterior, es producto de las señales de mercado que envía el consumidor como el principal determinante de las demandas primarias de una cadena agroalimentaria; además se debe a que el mercado consumidor es el principal determinante de demandas primarias para una cadena agroalimentaria, el cual no ha sido estudiado apropiadamente.

**Cuadro 1. Factores críticos de la cadena agroalimentaria de maíz, detectados con base a revisión bibliográfica y consulta a informantes clave, 2008.**

No.	Problema	Eslabón	No.	Problema	Eslabón
1	Pérdidas pos-cosecha	Acopio	11	Falta de variedades mejoradas con calidad	Sistemas
2	Ausencia de contratos de compra-venta	Acopio	12	Falta desarrollo y mantenimiento de infraestructura hidroagrícola	Sistemas
3	Falta centros de acopio	Acopio	13	Fertilización desbalanceada	Sistemas
4	No se tienen identificados nichos de mercado	Distribuidores	14	Ineficientes en el uso de agua de riego	Sistemas
5	Altos costos de producción	Sistemas	15	Bajo aprovechamiento de la tecnología existente	Sistemas
6	Erosión de suelos	Sistemas	16	Alcalinización por la nixtamalización	Transformación
7	Erosión genética(pérdida de variedades criollas) en sistemas tradicionales	Sistemas	17	Control de calidad en nixtamalización	Transformación
8	Falta de análisis de suelos	Sistemas	18	Ausencia de proyectos de integración vertical	Transversal
9	Falta de asistencia técnica de calidad	Sistemas	19	Escasa integración entre los eslabones de la cadena de la cadena	Transversal
10	Falta organización de productores	Sistemas	20	Falta de tecnologías adecuadas a las diferentes regiones	Transversal

Nota: 11 factores críticos del eslabón de sistemas de producción, tres factores críticos para el eslabón de acopio y temas transversales, dos factores en transformación y finalmente un factor crítico para el eslabón de distribuidores.

### Validación y priorización de factores críticos

La etapa de validación y priorización por los actores de la cadena constituyó una gran interacción entre los actores participantes. Esta interacción se dio a través de la implementación de dos foros de consulta. En ellos, además de validar y priorizar los 20 factores críticos detectados, también se agregaron nuevos factores por parte de los asistentes a los foros. Los factores críticos priorizados para los sistemas de temporal y riego se presentan en el Cuadro 2, donde se aprecia que uno de los problemas principales son los

altos costos de producción, otro problema detectado es la falta de variedades mejoradas adaptadas al temporal, el siguiente factor tiene que ver con la tecnología existente para las zonas.

No obstante, que los sistemas productivos de maíz de riego difieren sustancialmente de los de temporal, no se detectaron grandes diferencias en cuanto a la percepción de problemas que los afectan, lo que si cambió fue la prioridad, como se puede observar en cuadro mencionado, siendo un factor crítico los altos costos de producción, otro factor es el uso eficiente de agua de riego y la asistencia técnica de calidad.

**Cuadro 2. Factores críticos priorizados por los actores de la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo.**

Foro Mixquiahuala: maíz temporal	Foro Mixquiahuala: maíz riego	Foro Huejutla: maíz temporal
Falta de variedades mejoradas con calidad	Altos costos de producción	Altos costos de producción
Falta de asistencia técnica con calidad	Falta de asistencia técnica con calidad	Falta de variedades mejoradas de calidad
Falta organización de productores	Falta organización de productores	Falta de asistencia técnica con calidad
Bajo aprovechamiento de la tecnología existente	Bajo aprovechamiento de la tecnología existente	Falta organización de productores
Altos costos de producción	Ineficiencias en el uso de agua de riego	Falta de tecnologías adecuadas a la región de la Huasteca

Como se observa en el Cuadro 2, existen tres factores críticos que fueron coincidentes en los dos foros: altos costos de producción, falta de asistencia técnica con calidad y falta de organización de productores.

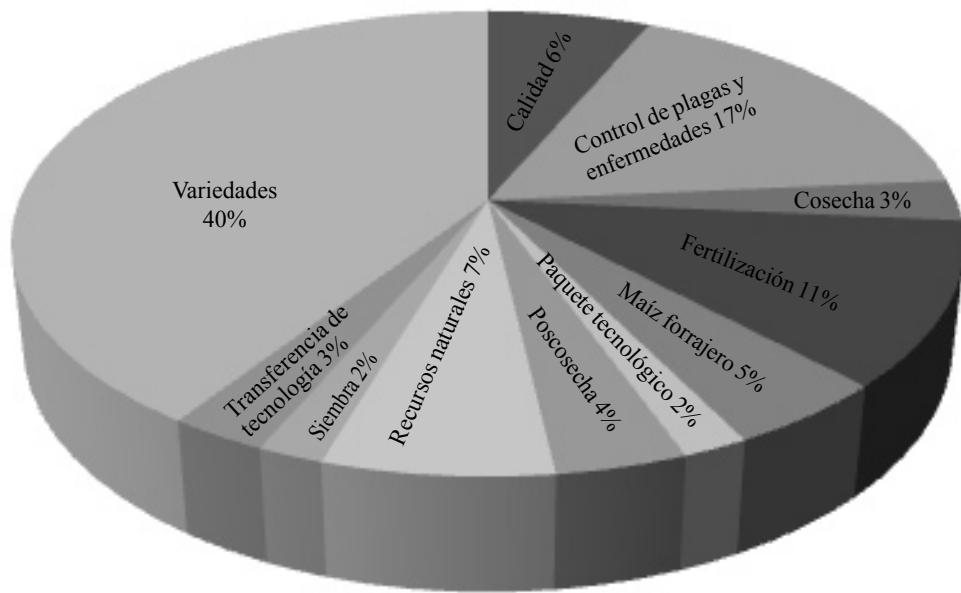
### Mercado de innovaciones tecnológicas

En el lenguaje económico un mercado se define, como el lugar teórico en el que las demandas de los compradores encuentran ofertas de los vendedores (productores) y se ajustan conjuntamente a un precio determinado (Guerra y Aguilar, 1995). Para el caso de la oferta y demanda de proyectos de innovación para la cadena agroalimentaria de maíz en México, se detectó que la oferta es una de las más altas en el país, en total se ubicaron 1 305 títulos de documentos que contienen información sobre la cadena productiva de maíz. El mayor número de títulos encontrados fueron: 592 en el CP, seguido de 277 del INIFAP, 233 de la UAEM y 138 la UNAM, las otras instituciones consultadas son la UACH y la UAM.

Es de notar, que solamente se hace referencia a los títulos de documentos que se encontraron en su acervo bibliográfico de la respectiva institución. De los documentos anteriores se ubicaron 159 documentos que contienen información sobre un estudio o tecnología que atienden los diferentes eslabones que contempla la cadena de maíz, y que se puede considerar como la oferta tecnológica.

Con relación al eslabón que se atiende por medio de la oferta tecnológica (información disponible), destacó por su importancia la producción primaria con 85% y el de transformación con 11%, el resto corresponde al eslabón de distribución. No se encontró información que esté relacionada con el eslabón de consumo.

En la Figura 2, se observa que la principal oferta tecnológica tiene que ver con la evaluación y generación de variedades que representó 40%; seguida del control de plagas y enfermedades con 17% y la fertilización con 11%.



**Figura 2. Oferta tecnológica disponible para la cadena de maíz de acuerdo al tema.**

La demanda fue obtenida en los dos foros realizados través de la identificación de las causas que originan los principales factores críticos detectados y sus respectivas soluciones. En total se identificaron 23 demandas (Cuadro 3), de las cuales 60.9% corresponde a demandas que no han sido cubiertas, en

tanto el resto (39.1%) ya se encuentran cubiertas con los temas encontrados en la oferta tecnológica. El 52.2% de las demandas captadas correspondieron a las de carácter tecnológico, 26.1% fueron demandas por conocimiento y el resto (21.7%) fueron demandas de acciones de política pública.

**Cuadro 3. Demandas identificadas para la cadena de maíz.**

Área	Demanda	Eslabón	Tipo	Oferta
Política pública Conocimiento Tecnologías	Capacitación a técnicos y productores sobre el uso eficiente de agroquímicos	Primario	DCA	Si
	Capacitación al productor para el uso eficiente de fertilizantes orgánicos y químicos	Primario	DCA	Si
	Capacitación a técnicos y productores en el manejo eficiente del agua	Primario	DCA	Si
	Capacitación a técnicos y productores en la producción y selección de la semilla a utilizar	Primario	DCA	Si
	Capacitación al productor en gestión, administración, transformación y comercialización	Primario	DCA	Si
	Capacitación en formación y manejo de organizaciones de productores	Primario	DCA	Si
	Validación de las variedades disponibles en el mercado a través de parcelas demostrativas en las principales regiones del estado	Primario	DVDA	No
	Transferencia de tecnología sobre labranza de conservación	Primario	DTT	Si
	Variedades más precoz adecuadas al temporal	Primario	DNT	No
	Variedades con calidad molinera para la nixtamalización	Transformación	DNT	Si
	Producto más uniforme en variedades y tipos de maíz para uso industrial	Transformación	DNT	No
	Validación de variedades con criterios industriales (harina o gluten)	Transformación	DVDA	No
	Programa de difusión y promoción de la tecnología disponible para cada región	Primario	DNC	No
	Alternativas de fertilización de bajo costo	Primario	DNC	Si
	Catálogos de tecnologías disponibles aplicables a las diferentes regiones del estado	Primario	DNC	No
	Desarrollo de paquetes tecnológicos diferenciados apropiados a la tipología de productores y a las características regionales específicas	Primario	DNC	No
	Programa de concientización sobre las ventajas de uso de análisis de suelos	Primario	DNC	No
	Planeación de la siembra en base a las diferentes variedades	Transformación	DNC	No
	Programas de fomento a la organización de productores para que realicen compras consolidadas y compren insumos a menores precios	Primario	DPP	No
	Programa para la regulación de los precios de venta de las semillas	Primario	DPP	No
	Programa de fomento a la organización de los productores para la contratación de la asistencia técnica	Primario	DPP	No
	Programa para la regulación de venta y uso de agroquímicos	Primario	DPP	No
	Programa de fomento a la integración de los diferentes eslabones de la cadena	Transformación	DPP	No

DNC= demanda de nuevo conocimiento; DCA= demanda de capacitación; DVDA= demanda de validación, adaptación y demostración; DPP= demanda de política pública; DNT= demanda de nueva tecnología; DTT= demanda de transferencia de tecnología.

Con relación a los eslabones, el primario (sistemas productivos) fue más demandado, ya que representó 78.3% de las demandas de la cadena y 21.7% restante los representó el eslabón de transformación agroindustrial. En cuanto al tipo de demandas, se establecieron seis cajones de clasificación, de las cuales, las más demandadas fueron la capacitación y nuevo conocimiento, cada una con 26.1%, siguieron en orden de importancia la política pública que representó

21.7%, entre estos tres tipos de demanda se tuvo 73.9% y el resto (26.1%) de las demandas fueron de nuevas tecnologías, validación, adaptación y demostración, y de transferencia de tecnología.

Los temas que no han sido cubiertos son los relacionados a variedades, (fechas de siembra y cosecha con características que satisfacen a la agroindustria de transformación),

que representaron 35.7%, le siguen en orden de importancia y ambos con el mismo porcentaje (14.3%) los relativos a organización de productores y paquetes tecnológicos con 7.1% cada uno de ellos, temas relacionados con agroquímicos, integración de la cadena, fertilización, mercados y transferencia de tecnología.

Con relación a la generación de variedades con calidad molinera para la nixtamalización y variedades para diferentes usos industriales, se encontró información generada en otros estados del país, para la primera de ellas; sin embargo, para la segunda se encontró poca información e inclusive en los proyectos que están realizando no se detectó ninguno, por lo que se sugiere plantear un proyecto de investigación para atenderla. Otra demanda importante que se detectó fue en el tema de fertilización, en específico el diseño de alternativas de fertilización de bajo costo, por el precio actual tan elevado de los fertilizantes.

### **Portafolio de alternativas de innovación para la cadena**

El portafolio es un conjunto de alternativas plausibles de un inversionista, en este sentido, se maneja para el concepto de la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo, como un conjunto de alternativas factibles de realizar en el corto plazo, con el objetivo de alcanzar la competitividad y sostenibilidad de la cadena agroalimentaria.

Para generar este portafolio de alternativas de innovación se organizó la demanda a través de diferentes tipos de proyectos; en primer lugar, los de investigación, que son aquellos proyectos para los cuales no se detectó oferta alguna y que a juicio de los actores de la cadena son importantes de realizar. En segundo lugar se encuentran los proyectos de validación, difusión y transferencia de tecnología, son aquellos para los que de una u otra forma ya existe oferta tecnológica disponible pero que por diversos motivos no han sido aplicados directamente con los actores de la cadena. En tercer lugar los proyectos de capacitación, que son las necesidades sentidas por los distintos actores de la cadena y acciones de política pública, en donde los participantes señalan la importancia del sector gubernamental, para orientar las decisiones en el medio rural.

Los dos proyectos señalados tanto en los foros de consulta como los proporcionados por informantes clave y expertos de la cadena son: 1) generación de variedades de maíz

para usos industriales distintos a la industria de la masa y la tortilla; y 2) diseño e identificación de alternativas de fertilización de bajo costo para el cultivo de maíz.

Es importante mencionar que la experimentación genera el conocimiento que sustenta la validez de la tecnología (Damián *et al.*, 2007); es por ello que la investigación para satisfacer las necesidades distintas a la industria de la masa y la tortilla resulta de gran importancia, ya que en algunas ocasiones, como lo menciona (Rangel *et al.*, 2004), las variedades de maíz mejoradas son inadecuadas para los productores porque en su proceso de obtención se ignoran los patrones varietales y las características de calidad de los criollos tales como: fácil nixtamalización, dureza y adhesividad de la masa, extensividad, tiempo de cocción, perfiles nutricionales, suavidad, sabor y durabilidad de la tortilla.

Existen más estudios en donde la importancia de la nixtamalización y la calidad de la tortilla ha sido abordada por Rangel *et al.* (2004). Proyectos de validación, difusión y transferencia de tecnología, como la labranza de conservación aplicada al cultivo del maíz. Validación de las variedades disponibles en el mercado a través de parcelas demostrativas en las principales regiones del estado. Adaptación y validación de variedades de maíz más tempranas adecuadas al temporal del estado. Adaptación y validación de variedades de maíz con calidad para la nixtamalización. Integración de catálogos de tecnologías de maíz disponibles aplicables a las diferentes regiones del estado. Difusión de los resultados de los análisis de suelo realizados en el estado. Paquetes tecnológicos acordes a la tipología de productores y características regionales específicas del estado.

Sólo se enfatiza en proyectos que caen en el ámbito de responsabilidad de los institutos de investigación, y no se destaca la importancia de proyectos de extensión. La tecnología generada por los centros de investigación para la producción de maíz, debe ser validada y transferida a los sistemas de producción, con la finalidad de mejorar el rendimiento y la calidad, sin embargo, debe ser utilizada en forma adecuada (Damián *et al.*, 2007).

Los proyectos de capacitación, se refieren a temas específicos en los cuales los actores participantes en los foros mencionaron, la importancia que reviste contar con capacitación referida al uso eficiente de los diversos tipos de fertilizantes y al tema de organización de productores. Los tópicos en específico que mencionaron fueron los siguientes:

capacitación al productor para el uso eficiente de fertilizantes orgánicos y químicos, sobre tecnologías de uso eficiente de agua, en gestión, administración, transformación y comercialización y para la selección de semilla criolla, y capacitación al asesor técnico en formación y manejo de organizaciones de productores y en el manejo de los componentes tecnológicos de la producción de maíz.

### **Acciones de política pública**

Se refieren a programas de desarrollo del gobierno estatal y/o nacional, ya sea a través de sus instituciones relacionadas o de centros, universidades o institutos de investigación y entre los cuales se mencionaron los siguientes: a) programa de difusión y promoción de la tecnología disponible para cada región; b) programa de concientización sobre las ventajas de uso de análisis de suelo; c) programas de fomento a la organización de productores, para que realicen compras consolidadas y compren insumos a menores precios; d) programa para la regulación de los precios de venta de las semillas; e) programa de fomento a la organización de los productores para la contratación de la asistencia técnica; f) programa para la regulación de venta y uso de agroquímicos; y g) programa de fomento a la integración de los diferentes eslabones de la cadena.

El campo mexicano requiere de aumentos considerables de la inversión pública y privada en servicios de apoyo que promuevan el avance técnico, la intensificación del proceso productivo y la productividad (González y Orrontia, 2006); además de lo anterior se debe promover la integración de los productores en redes productivas y comerciales para que puedan ser competitivos, ya que al ser el campesino el único que decide sobre el tipo y destino de su producción, los hace vulnerables en el contexto internacional (Lutz y Herrera, 2007).

Adecuados niveles de organización y capacitación permitirán a las asociaciones aprovechar y establecer economías de escala, desarrollar su infraestructura y crear sus propios instrumentos de apoyo económico, tales como las uniones de crédito y los fondos de aseguramiento (Lutz y Herrera, 2007).

Estas cuatro líneas de acción, proyectos o acciones en consenso con los actores participantes, redundarían en la mejoría de la competitividad de la cadena agroalimentaria de maíz en el estado de Hidalgo. En conjunto conforman el portafolio de alternativas tecnológicas para su desarrollo.

Se identificó el modelo conceptual de la cadena agroalimentaria del maíz, el cual puede servir para organizar los recursos disponibles (técnicos, financieros y de infraestructura) para mejorar su productividad, eficiencia y sostenibilidad, en beneficio de los productores de las áreas de temporal y de riego en el estado de Hidalgo.

La participación de los actores de la cadena resultó de vital importancia, dado que a través del conocimiento y sus experiencias se lograron identificar los principales factores críticos y a través de ellos generar la demanda tecnológica que apoye a la solución; en este sentido, se identificó que existe en la literatura una amplia oferta disponible que tiene relación directa con 90% de las demandas planteadas, por lo que sería importante, analizar cada una de ellas e identificar cuáles podrían tener un mayor impacto en la solución de los factores críticos que afectan de manera negativa la competitividad de la cadena de maíz en el estado de Hidalgo. De ahí que se requiere destinar recursos públicos para promover la capacitación y la transferencia de tecnología, así como el diseño de estrategias de política pública que promuevan la innovación tecnológica y la investigación científica básica y aplicada en la cadena de maíz.

Las alternativas de innovación tecnológica recaen principalmente en proyectos de validación y de capacitación tecnológica, lo cual exige un gran compromiso por parte de las instituciones relacionadas con el desarrollo del sector primario en México. Por lo que se deben buscar sinergias entre los recursos destinados a la cadena para que esta pueda tender a la competitividad. En este sentido, el enfoque de cadena permite la búsqueda de alianzas entre los diferentes actores de la cadena y/o grupos de interés para el logro de sinergias. Esto permite hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles y ser eficaces en el logro de resultados.

### **AGRADECIMIENTO**

El equipo de investigadores de la Red de Socioeconomía de los Centros Regionales de Investigación, Centro y Pacífico Sur y de los Centros Nacionales de Investigación Disciplinarios en Fisiología, Mejoramiento Animal, Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,

Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), agradecen a la Fundación Produce Hidalgo su colaboración y financiamiento para realizar esta investigación.

## LITERATURA CITADA

- Cuevas, R. V.; Espinosa, G. J. A.; Moctezuma, L. G.; Jolalpa, B. J. L.; Romero, S. F.; Vélez, I. A.; Flores, M. A. B. y Vázquez, G. R. 2007. La cadena agroalimentaria de leche de vaca en el estado de Hidalgo: diagnóstico y prospección al año 2020. INIFAP. Pachuca, Hidalgo, México. 194p.
- Consultora en Tecnología (COTEC). 2006. La persona protagonista de la innovación. Fundación COTEC para la innovación tecnológica y club asturiano de la innovación. Madrid, España. 275 p.
- Damián, H. M. A.; Ramírez, V. B.; Parra, I. F.; Paredes, S. J. A.; Gil, M. A.; Cruz, L. A. y López, O. J. F. 2007. Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Agric. Téc. Méx. 33(2):163-173.
- Guerra, E. G. y Aguilar, V. A. 1995. Glosario para administradores y economistas agropecuarios. UTEHA Noriega Editores. Distrito Federal, México. 238 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo.
- Lutz, B. y Herrera, F. 2007. Organización de productores de maíz en el Estado de México: papel de las instituciones e importancia de las coyunturas políticas. Ciencia Ergo Sum. 14(1):15-26.
- Muñoz, R. M.; Altamirano, C. J. R.; Aguilar, A. J.; Rendón, M. R.; García, M. J. G. y Espejel, G. A. 2008. Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria, políticas y estrategias para que en México ocurra. UACH. CIESTAAM. Fundación Produce Michoacán. 310 p.
- Muñoz, R. M.; Aguilar, A. J.; Rendón, M. R. y Altamirano, C. J. R. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH. CIESTAAM. Fundación Produce Michoacán. 72 p.
- Pérez, C. J. P.; Zácatenco, G. M. G. y Martínez, M. M. 2006. Evolución del rendimiento y de la producción de maíz de riego en el Valle del Mezquital. INIFAP-SAGARPA. Pachuca, Hidalgo. Publicación especial. Núm. 14.
- Rangel, M. E.; Muñoz, O. A.; Vázquez, C. G.; Cuevas, S. J. y Merino, C. J. 2004. Nixtamalización, elaboración y calidad de tortilla de maíces de Acatlán, Puebla, México. Agrociencia. 38(1):53-61.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Subdelegación Agropecuaria. 2002. Uso actual del suelo de los DDR del estado de Hidalgo.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesa (SIAP). 2007. Anuario estadístico 2006. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Situación actual y perspectivas del maíz en México, 1996-2012. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/estudio/maiz96-12.pdf>.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2008. Anuarios estadísticos 2001-2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.
- Sistema producto maíz Hidalgo (SPMH). 2004. Plan rector del sistema producto maíz en el estado de Hidalgo. URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/sistemas/producto/>.
- Trejo, L. M.; García, G. E.; Meneses, C. A. y Velásquez, M. R. 2004. Programa estratégico de investigación y transferencia de tecnología del estado de Hidalgo. Documento en CD. INIFAP-Universidad Autónoma de Hidalgo. 34 p.
- Valdes, B. L. A. 2006. Innovación. El arte de inventar el futuro. Grupo Editorial Norma. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 231 p.
- Vega, V. D. D. y Ramírez, M. P. 2004. Situación y perspectivas del maíz en México. URL: [http://economia.gob.mx/pics/p/p763/Maiz\\_270304.pdf](http://economia.gob.mx/pics/p/p763/Maiz_270304.pdf).