



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
**Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y
Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial**

**EL MERCADO DE SEMILLAS DE VARIETADES MEJORADAS DE MAÍZ EN
MÉXICO**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO
AGROINDUSTRIALES**

P R E S E N T A

BETHEL MARINA LUNA MENA



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**



Febrero, 2016

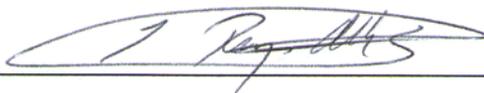
Chapingo, Estado de México

**EL MERCADO DE SEMILLAS DE VARIEDADES MEJORADAS
DE MAÍZ EN MÉXICO**

Tesis realizada por **Bethel Marina Luna Mena** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

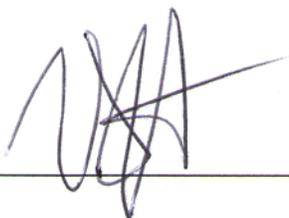
DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

DIRECTOR:



Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas

ASESOR:



Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés

ASESOR:



Dr. Roberto Rendón Medel

LECTOR EXTERNO:



Dr. Ramón Valdivia Alcalá

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para el financiamiento de mis estudios de Doctorado.

Al Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas, por su dirección y guía, tanto en el trabajo de tesis como en mi formación como investigadora. Por su gran ejemplo y compromiso con la investigación. También por la confianza depositada en mis decisiones para el desarrollo y conclusión de este proyecto durante toda mi estadía en CIESTAAM ¡Gracias por todo su apoyo Sensei!

Al Dr. V. Horacio Santoyo Cortés, por su valioso tiempo dedicado a la revisión y mejoramiento de la investigación, por sus asesorías y por compartir sus amplios conocimientos siempre de manera paciente y solidaria.

Al Dr. Roberto Rendón Medel, por creer y confiar en mi desempeño y capacidades, por la oportunidad académica que me brindó y por su ayuda crucial para la culminación de esta investigación.

A todos mis profesores del CIESTAAM, especialmente a los arriba mencionados, junto con: Dr. Víctor Palacio, Dr. Juan Antonio Leos, Dr. Jorge Aguilar, Dr. Pedro Pablo Ramírez y Dr. Jorge Ocampo. Siempre les agradeceré su apoyo incondicional y consejos.

A mi Alma Mater, Universidad Autónoma Chapingo, por los más de 10 años que me recibió, colmándome de enseñanzas y experiencias de vida inolvidables.

DEDICATORIA

A lo más grande y hermoso que poseo, mi tesoro invaluable, mis padres: **Mario Luna Osorio** y **María de la Luz Mena Medina**. Por tercera vez, esto es por y para ustedes. Gracias a su amor, apoyo y ejemplo soy lo que soy. Todos mis logros han sido posibles por tenerlos a mi lado siempre, acompañándome y guiándome con su luz. Son los mejores. Los amo profundamente.

A **Jorge**, amor de mi vida y cómplice eterno en el logro de mis sueños más anhelados. Tu confianza en mí, me ha dado la fuerza e inspiración para superar esta y cada una de las pruebas presentadas hasta ahora. Gracias por estar a mi lado. Te amo incondicionalmente.

A **Jacqueline**, mi amada y adorada hija. Eres todo para mí: la felicidad, la plenitud, la verdad, lo que siempre soñé, mi más grande orgullo y la mayor bendición que Dios me ha enviado. Todo lo que hago es por ti. Te amo infinitamente.

A los verdaderos, especialmente a mi querida amiga **Graciela Sánchez Soria**, por su preciada amistad y compañía en esta aventura. Gracias por tu respaldo, tus consejos y palabras de aliento que siempre me ayudaron. Te quiero y te admiro.

A mí, **Bethel Marina**, por ser y estar...fin del camino...del primer viaje!

DATOS BIOGRÁFICOS

Bethel Marina Luna Mena, nació el 3 de marzo de 1984 en México, Distrito Federal. Es Licenciada en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios por la Universidad Autónoma Chapingo y Maestra en Ciencias en Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas por el Colegio de Postgraduados, egresando en los años 2006 y 2011, respectivamente. De enero de 2012 a diciembre de 2015, cursó sus estudios de Doctorado en Problemas Económico Agroindustriales, en el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).

Ha participado en el II Congreso Internacional de Ciencias Básicas y Agronómicas, con la ponencia titulada “Oferta de semilla certificada de maíz: el caso del Estado de México” en 2013 y en el II Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas, con la exposición “El programa de semillas certificadas de maíz 2013 en Oaxaca” en 2014, ambos llevados a cabo en la Universidad Autónoma Chapingo.

Entre sus publicaciones se encuentran “Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México”, en la revista Fitotecnia Mexicana, publicada por la Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. en 2012 y “Maíz transgénico: ¿Beneficio para quién? en la revista Estudios Sociales, publicada por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. en 2015.

Desde 2006 y hasta la fecha colabora como consultora de la empresa Semillas Texcoco, en aspectos relacionados con la producción y comercialización de semilla certificada de maíz.

Sus principales áreas de investigación son adopción de innovaciones agrícolas; producción y comercialización de semillas certificadas; propiedad intelectual e investigación de mercados.

EL MERCADO DE SEMILLAS DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAÍZ EN MÉXICO

THE MARKET OF IMPROVED SEED OF MAIZE IN MEXICO

Bethel Marina Luna Mena¹ y J. Reyes Altamirano Cárdenas¹

RESUMEN

Aumentar los rendimientos de maíz puede contribuir a disminuir las importaciones y a satisfacer la demanda para consumo familiar. Las semillas mejoradas son una opción para lograrlo. En México se han implementado diversos programas para fomentar su uso, pero con resultados limitados, ya que no consideran las diferencias regionales en la disponibilidad de semillas mejoradas y en los incentivos que tienen los agricultores para adoptarlas. Por ello, se analizó el mercado de semillas y la experiencia del estado de Oaxaca que implementó un Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz en 2012. Los resultados revelaron que el mercado de semillas mejoradas está concentrado en empresas transnacionales y, aun así, la producción y distribución de semilla no es suficiente para cubrir la demanda nacional. Es necesario incentivar la investigación agrícola, así como los procesos de innovación, sin que se fomenten las prácticas oligopólicas. Políticas que articulen adecuadamente y fortalezcan la relación entre el sector público y las pequeñas empresas productoras de semilla son fundamentales para desconcentrar la industria. En Oaxaca el uso de semilla mejorada de maíz es bajo. En una muestra de 2,118 agricultores, sólo el 25 % usaron semilla mejorada. Mediante modelos Logit, se identificaron los factores que influyen en la decisión de adopción. Ellos fueron tener ventas por contrato, acceso a crédito, riego y alcanzar un mayor rendimiento. Las innovaciones fueron análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, además de control de plagas y enfermedades. Se confirmó que el uso de semillas mejoradas está asociado a la adopción integral de un paquete tecnológico, que minimice el riesgo, para el logro de los objetivos técnicos y comerciales del uso de una nueva tecnología. También, se detectaron nichos de mercado potenciales para el uso de semilla mejorada de maíz en Oaxaca, con una segmentación de mercados. Ellos pueden ser atendidos por pequeñas empresas productoras de semilla a nivel local, lo que confirma la viabilidad de la conformación de un sistema formal de oferta de semilla mejorada en el estado. Se debe comenzar por los Distritos de Desarrollo Rural de Tuxtepec, Huajuapán y Costa, seguidos del Istmo junto con Valles Centrales.

Palabras clave: adopción de innovaciones, empresas de semillas, Logit, CHAID

ABSTRACT

Increase the maize yields can help to reduce imports and meet the demand for family consumption. Improved seeds are an option to achieve it. In Mexico several programs to encourage their use have been implemented but with limited results, because they do not consider the regional differences in the availability of improved seeds and in the incentives of farmers to adopt them. Therefore, the seed market and the state of Oaxaca experience who implemented a State Program of Certified Seed of Maize in 2012 were analyzed. The results revealed that the market of improved seeds is concentrate in transnational corporations and even this way, the production and distribution of seed is insufficient to meet the domestic demand. It is necessary encourage agricultural research and innovation processes, without encourage the oligopolistic practices. Policies who articulated and strengthen properly the relationship between the public sector and small seed companies are essential to decentralize the industry. In Oaxaca the use of improved maize seed is low. In a sample of 2,118 farmers, only 25% used improved seed. The factors that influence the decision-making to adopt improved seeds were identified by Logit models. They were having sales contract, access to credit, irrigation and achieve higher yields. The innovations were to do soil testing, balanced and fractional fertilization, besides pests and diseases control. It was confirmed that the use of improved seeds is associated with the adoption of a whole technology package, which minimizes the risk for the achievement of the technical and commercial objectives for the use of a new technology. Also, potential market niches for the use of improved maize seed in Oaxaca were detected, with a market segmentation. They can be served locally by small seed companies, confirming the feasibility of the establishment of a formal supply system of improved seed in the state. It should start by the Rural Development Districts of Tuxtepec, Huajuapán and Costa, followed for the Isthmus and Central Valleys.

Keywords: adoption of innovations, seed companies, Logit, CHAID

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Antecedentes y justificación	7
1.2 Objetivos de investigación	17
Objetivo general	17
Objetivos particulares	17
1.3 Preguntas de investigación	18
1.4 Hipótesis.....	18
1.5 Estructura de la tesis	19
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL DE LAS SEMILLAS MEJORADAS	24
2.1 ¿Qué es una semilla mejorada?	24
2.2 El mercado mundial de semillas	24
2.2.1 Estados Unidos de América.....	24
2.2.2 China	25
2.2.3 Francia	26
2.2.4 México	27
2.3 El mercado mundial de semillas de maíz	28
2.4 El mercado nacional de semillas	31
2.4.1 Consumo de semillas mejoradas de maíz.....	33
2.4.2 Producción de semillas mejoradas de maíz	35
2.4.3 Características de las empresas comercializadoras de semillas mejoradas.....	36
2.5 Marco regulatorio y legislación en materia de semillas mejoradas.....	38
2.5.1 Certificación de semillas.....	39
CAPÍTULO 3. EL MERCADO DE SEMILLA DE MAÍZ EN MÉXICO	40
3.1 El proceso de concentración y privatización en la oferta de semilla mejorada.....	40
3.3 Protección de propiedad intelectual: patentes biotecnológicas y derechos de obtentor	44
3.4 Las semillas transgénicas: el caso del maíz modificado genéticamente	49
3.5 Reformas propuestas a la Ley Federal de Variedades Vegetales	54
3.6 Discusión	56
3.7 Conclusiones	60

CAPÍTULO 4. FACTORES E INNOVACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE MAÍZ EN OAXACA	63
4.1 Introducción	63
4.2 Materiales y métodos	68
4.3 Resultados y discusión	71
4.3.1 Características de los agricultores que usan semilla mejorada	71
4.3.2 Factores que influyen en la adopción de semilla mejorada de maíz	74
4.3.3 Innovaciones que influyen en la adopción de semilla mejorada de maíz	75
4.4 Conclusiones	80
CAPÍTULO 5. NICHOS DE MERCADO PARA LA OFERTA DE SEMILLA MEJORADA DE MAÍZ EN OAXACA.....	82
5.1 Introducción	82
5.2 Materiales y métodos	87
5.3 Resultados y discusión	88
5.3.1 Nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en Oaxaca	88
5.3.2 Caracterización de los Distritos de Desarrollo Rural y perfil de productores de Oaxaca	90
5.4 Conclusiones	98
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSION GENERAL	101
6.1 Discusión general	101
6.2 Conclusión general	104
6.3 Contribuciones de la investigación	106
6.4 Limitaciones y futuras investigaciones	107
LITERATURA CITADA	109

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2-1. Consumo promedio de semillas mejoradas de maíz en México 2008-2010

Cuadro 3-1. Principales compañías comercializadoras de semillas patentadas

Cuadro 3-2. Principales compañías comercializadoras de agroquímicos

Cuadro 3-3. Maíces genéticamente modificados por empresa 1997-2007

Cuadro 3-4. Patentes de ingeniería genética

Cuadro 3-5. Solicitudes de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales por especie

Cuadro 3-6. Solicitudes de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales por aplicante

Cuadro 4-1. Relación de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca

Cuadro 4-2. Relación del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, control de malezas, enfermedades y plagas, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Cuadro 4-3. Efecto de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Cuadro 4-4. Efecto del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada y control de malezas, enfermedades y plagas, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Estructura de la tesis

Figura 2-1. Valor de las importaciones de semillas de legumbres y hortalizas a nivel mundial

Figura 2-2. Valor de las importaciones de semillas de hortalizas de México

Figura 2-3. Países exportadores de semillas de hortalizas para México

Figura 2-4. Valor de las exportaciones de semillas de maíz

Figura 2-5. Valor de las importaciones de semillas de maíz

Figura 2-6. Valor de las importaciones de semillas de maíz de México

Figura 2-7. Producción de semilla certificada de maíz, trigo, cebada y avena

Figura 2-8. Producción de semilla certificada de sorgo, arroz y soya

Figura 2-9. Producción de semilla certificada de frijol, cártamo y garbanzo

Figura 2-10. Producción de semilla mejorada de maíz en Oaxaca 2002-2013

Figura 5-1. Árbol de decisión con nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en Oaxaca

LISTA DE ABREVIATURAS

AC Asociación Civil

ADN Ácido Desoxirribonucleico

AMSAC Asociación Mexicana de Semilleros

ASTA American Seed Trade Association

BV Besloten Vennootschap

CCVP Comité Calificador de Variedades de Plantas

CHAID Chi-squared Automatic Interaction Detection

CIAD Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

CIESAS Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

CIESTAAM Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

CIMMYT Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

DDR Distrito de Desarrollo Rural

DOF Diario Oficial de la Federación

DOV Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales

ETC Erosion, Technology and Concentration

FAO Food and Agriculture Organization

GNIS Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants

IIA Instituto de Investigaciones Agrícolas

IMPI Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

INC Incorporated

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INIA Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

ISF International Seed Federation

LLC Limited Liability Company)

LPCCS Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas

LVV Ley de Variedades Vegetales

MASAGRO Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional

OCE Oficina de Campos Experimentales

OEE Oficina de Estudios Especiales

PIMAF Programa de Incentivos para Productores de Maíz y Frijol

PRONASE Productora Nacional de Semillas

RNVP Registro Nacional de Variedades de Plantas

SA de CV Sociedad Anónima de Capital Variable

SA Sociedad Anónima

SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SAS Statistical Analysis System

SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

SNICS Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

SNS Sistema Nacional de Semillas

SPR Sociedad de Producción Rural

SPSS Statistical Package for the Social Sciences

UPOV Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales

USDA United States Department of Agriculture

USF Union Française des Semenciers

USPTO United States Patent and Trademark Office

WIPO World Intellectual Property Organization

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y justificación

El maíz es el cultivo más importante de México, desde el punto de vista alimentario, económico, político y social (SIAP, 2007). Durante el ciclo agrícola 2013, el volumen de producción fue de 22.7 millones de toneladas, en una superficie sembrada de 7.5 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 3.2 t ha⁻¹ (SIAP, 2014 a). Sin embargo, aunque a nivel nacional el país es autosuficiente en la producción de maíz blanco (no así a nivel estatal, pues hay estados que no satisfacen su demanda para consumo), se importaron 7 millones de toneladas de maíz amarillo (SIAP, 2014 b).

El aumento de la productividad es un factor que puede mejorar la producción para disminuir las importaciones y satisfacer la demanda para el abasto familiar. De acuerdo con González *et al.* (2011), el incremento en los rendimientos de maíz en 15 % elevaría la producción en 2,053 toneladas, provocando una reducción de las importaciones en 23 %, equivalente a 1,493 toneladas. Además, el aumento de los rendimientos incrementaría el consumo de maíz en 9 % a nivel nacional.

La producción de maíz se lleva a cabo en todas las regiones del país bajo dos sistemas bien diferenciados: el comercial y el tradicional. La producción comercial es llevada a cabo por grandes y medianos productores, que producen maíz blanco y/o amarillo, mientras que la producción tradicional se refiere a pequeños agricultores y de subsistencia, que se especializan principalmente en maíz blanco (USDA, 2013). Para

ello, los agricultores se abastecen de semilla a través de sistemas de suministro formal o informal.

El sistema formal, oferta semillas mejoradas que se producen específicamente para propósitos de siembra. Puede ser privado, a través de grandes empresas transnacionales; o público-privado, en el que instituciones y centros de investigación, proveen de semillas originales a empresas nacionales que se encargan de su producción y comercialización. El sistema informal provee semillas nativas. Tiene que ver con la práctica ancestral de los agricultores de seleccionar las mejores semillas de su producción y conservarlas para la próxima siembra. Ambos sistemas coexisten de forma paralela y son complementarios, cada uno ocupándose de las partes del sistema de suministro en el que tienen ventaja (Bishaw y Turner, 2008).

Las semillas nativas, además de ser imprescindibles para la preservación y conservación de la diversidad genética del país, desempeñan un papel importante dentro del contexto agronómico y socioeconómico del agricultor, pues tienen atributos únicos que satisfacen necesidades en términos de adaptación, preferencias culinarias, minimización de riesgos y otras de índoles cultural (Li *et al.*, 2011). Sin embargo, considerando que el uso y adopción de innovaciones agrícolas contribuye al aumento de la productividad y competitividad, la presente investigación hace énfasis en el estudio de las semillas mejoradas, como una opción para incrementar los rendimientos de maíz.

En las diferentes etapas del desarrollo agrícola nacional, se han implementado varios programas para fomentar el uso de semillas mejoradas con el fin de mejorar la

productividad de maíz, pero los resultados han sido limitados (Trueba, 2011). Por ejemplo, de acuerdo al mismo autor, con el Programa Kilo por Kilo, el uso de semillas mejoradas tuvo efectos positivos en zonas de riego y de buen potencial productivo en los estados de Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco y Michoacán, donde los productores reconocieron incrementos en los rendimientos de maíz. En Campeche, Puebla, Tlaxcala, Nayarit y Estado de México se incrementó el número de productores que utilizaban semillas mejoradas, pero no las adoptaron, porque esperaban el subsidio del gobierno para continuar en los ciclos posteriores. Una situación similar se presentaba con los productores de autoconsumo y minifundistas, que a pesar de conocer las bondades de las semillas mejoradas no contaban con recursos para adquirirlas.

La evaluación del programa Kilo por Kilo derivó en una serie de recomendaciones. Una de ellas indicó la necesidad de estudios de diagnóstico regionales, donde se contemplaran las demandas y necesidades reales de los productores, además de los potenciales productivos, para una adecuada planeación del programa. También sugirió dar un seguimiento más estricto a los orígenes y calidad de la semilla suministrada por los proveedores, para garantizar que las semillas utilizadas se asignaran a sus zonas geográficas correspondientes (FAO-SAGARPA, 2001).

Actualmente, el gobierno federal sigue impulsando programas con el fin de incrementar la producción de maíz y reducir los déficits de rendimiento. Uno dirigido a grandes productores, que privilegia la introducción de maíces transgénicos y se encuentra en las etapas experimental y piloto en la parte norte del país (Turrent *et al.*, 2012). El denominado Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO),

cuyo objetivo es aumentar la productividad de los pequeños y medianos productores, mediante el uso de semillas mejoradas.¹ Por último, el Programa de Incentivos para Productores de Maíz y Frijol (PIMAF), que también incluye a las semillas mejoradas como incentivo para aumentar la productividad en regiones con vocación y potencial.²

Para entender la situación actual de la actividad semillera es determinante conocer la evolución histórica de la investigación agrícola y la consecuente producción de semilla mejorada, (Luna *et al.*, 2012). Las variedades mejoradas de maíz, son el resultado de la actividad de los programas de mejoramiento de la década de los 40's.

Las primeras investigaciones en mejoramiento genético de maíz fueron realizadas a principios de 1940 por investigadores de la Oficina de Campos Experimentales (OCE). Los rendimientos de maíz en esa época eran de 600 kg ha⁻¹, que al obtenerse en 3.4 millones de hectáreas permitían lograr una producción de 2 millones de toneladas, apenas suficientes para cubrir la demanda de 21 millones de habitantes (Arellano *et al.*, 2009).

El Gobierno Mexicano con el fin de impulsar la producción agrícola, invitó a la Fundación Rockefeller a que tomara parte activa en el desarrollo de un programa básico de investigación. Para ello se dieron a la tarea de elaborar un diagnóstico sobre los

¹ <http://masagro.mx/index.php/es/que-es-masagro/descripcion-general>

²

http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2015/fomento_agricultura/PIMAF/Paginas/Descripción.aspx

problemas y las causas que limitaban la producción. Las conclusiones fueron: a) agotamiento de la fertilidad de los suelos agrícolas, b) utilización de variedades de maíz, frijol y trigo obsoletas e inapropiadas para una agricultura moderna, c) variedades de maíz, frijol y trigo susceptibles a patógenos ampliamente diseminados y d) semillas mezcladas con diferentes variedades que complicaban el cultivo y cosecha (Arellano *et al.*, 2009).

De ese diagnóstico surgió un convenio de cooperación entre ambos para colaborar en la modernización de la investigación agrícola y en la capacitación de técnicos mexicanos. El convenio de cooperación fue formalizado en 1943, con la creación de la Oficina de Estudios Especiales (OEE).

La investigación agrícola en el programa de maíz de la OEE inició en 1944. La prioridad fue producir variedades mejoradas. Sus primeras acciones fueron: 1) recolección sistemática del germoplasma regional y su clasificación racial, 2) selección de variedades sobresalientes, 3) formación e introducción de híbridos, 4) formación de maíces sintéticos que se pudieran sembrar en generaciones avanzadas y 5) mejoramiento de maíces con tolerancia a la sequía. (Arellano *et al.*, 2009).

En 1946 fue creado el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), el cual adquirió las funciones de la OEE. El IIA en colaboración con la OEE fueron las instituciones que formaron los primeros maíces mejorados en México. Las primeras variedades mejoradas de maíz se liberaron en 1947 (Arellano *et al.*, 2009).

La disponibilidad de variedades mejoradas y la expectativa de lograr incrementos en la producción, propiciaron la creación de la Comisión del Maíz en 1947, con el propósito de multiplicar, promover y fomentar el uso de semilla mejorada de esta especie. En 1949, dado su crecimiento, se le reconoce como Comisión Nacional del Maíz. Para 1950 la OEE y el IIA habían liberado 23 variedades de maíz (Ayala *et al.*, 2006).

En 1954 se implementó un programa de emergencia para incrementar la producción agrícola, que propició se multiplicaran los campos de producción de semillas de variedades de los tres principales cultivos básicos. Ante la necesidad de establecer un control de calidad de semillas y su certificación, surgió el Departamento de Semillas de la Dirección de Agricultura. En 1958 se creó el Comité para la Producción y Distribución de Semillas Mejoradas. En 1959 se logró la autosuficiencia en grano de maíz, frijol y trigo (Luna *et al.*, 2012)

Ante ese éxito y dado que las necesidades de semillas de variedades mejoradas de buena calidad eran crecientes, en diciembre de 1960 se decretó la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LPCCS), publicada el 14 de abril de 1961. Así, por mandato de la LPCCS, se estableció el Sistema Nacional de Semillas (SNS), con la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), que surgió de la fusión del IIA y la OEE; el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP), el Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP) y la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), evolución de la Comisión Nacional del Maíz (Luna *et al.*, 2012).

En la LPCCS de 1961 se establecía que el mejoramiento genético de plantas correspondía al INIA y que las semillas originales generadas se entregarían a la PRONASE para su aprovechamiento en los programas de producción de semillas en escala comercial. De esta manera, el Estado era el responsable de la producción y comercio de semillas, para lo que se disponía de un esquema institucional que atendía cada una de las funciones específicas del sistema agrícola del país (Luna *et al.*, 2012).

El sector privado dedicado a la producción de semilla consideraba restrictiva esta Ley y comenzó a presionar para participar en aspectos relacionados con la investigación y el desarrollo de variedades mejoradas propias. En 1968 se crea la Asociación Mexicana de Semilleros, A. C. (AMSAC), uno de cuyos objetivos fue conseguir autorización para que sus asociados realizaran investigación, y obtuvieron el primero en 1976. Así, en 1983 se autorizó la venta de semilla de variedades mejoradas de maíz producto de la investigación privada en algunas áreas de México (Ayala *et al.*, 2006).

A principios de 1990, se promulgó una nueva Ley de Semillas que permitió la participación sin restricciones al sector privado en la investigación agrícola, y particularmente en la producción y comercialización de semillas. Además, se abrió la posibilidad de que otros usuarios multiplicaran y comercializaran semilla de variedades generadas por instituciones públicas, como las del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, antes INIA), además de la PRONASE (Luna *et al.*, 2012).

En 1996 se emitió la Ley de Variedades Vegetales (LVV); que junto a su reglamento publicado el 25 de octubre de 1998, detallaban las condiciones y elementos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades, lo cual se consolidó en noviembre de 1997 con el ingreso de México a la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) (Espinosa *et al.*, 2002).

Con la LPCCS de 1991 y la LVV de 1996, se permitió la participación del sector privado en la industria de semillas, lo que influyó entre otros factores, al paulatino desmantelamiento hasta la total desaparición de la PRONASE. Con la creciente compactación e integración mundial de los suministradores de insumos agrícolas, el mercado de semillas mejoradas se concentró en pocas empresas que mantienen la exclusividad de un número considerable de variedades. Su control sobre la propiedad intelectual del germoplasma y las redes de distribución de semillas, ha influido en el desarrollo del sistema alimentario, además de que ha aumentado las barreras que impiden que nuevas empresas entren en el mercado, lo que les permite imponer precios, reducir la competencia y garantizar su dominio dentro del sector (Tansey y Rajotte, 2009).

Una consecuencia de ello es que el abastecimiento de semillas también sea dirigido a regiones de mayor potencial productivo y hacia agricultores de mayores recursos económicos, en desatención de áreas de subsistencia y agricultura tradicional. Por ello, se vislumbra un segmento de mercado potencial, conformado por agricultores de pequeña escala en regiones agroecológicas especiales, cuyas necesidades de semilla mejorada las atendía parcialmente la PRONASE (Luna *et al.*, 2012). Esto último es

relevante, si se considera que el alto grado de fragmentación de la tierra en México, es una de las principales limitaciones estructurales para aumentar la productividad de maíz. De los 2 millones de productores de maíz que hay en el país, más del 85 % tienen parcelas de menos de 5 hectáreas, que además no tienen acceso a semillas mejoradas, fertilizantes, crédito ni oportunidades de comercialización (USDA, 2013).

La entrada masiva de empresas en el mercado de semillas, constituida principalmente por transnacionales, no garantizó elevar la producción de semilla certificada como se hubiera esperado (Luna *et al.*, 2012). En la actualidad, la producción de semilla no ha sido suficiente para cubrir la demanda interna. La mayor parte del territorio nacional presenta déficits de semilla mejorada y los más altos se presentan en Chiapas, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Estado de México (García y Ramírez, 2014).

Particularmente en el caso de Oaxaca, el gobierno estatal implementó por primera vez, el Programa de Semillas Certificadas de Maíz en 2012, con el objetivo de aumentar los rendimientos y lograr la autosuficiencia en su producción para consumo. Ello, debido a que el estado enfrenta un déficit en su producción de maíz y que sólo 8 % de la superficie sembrada con maíz utiliza semilla mejorada. De acuerdo con Badstue *et al.* (2006), en el estado no existe un sistema formal de oferta de semilla, lo que implica que se tenga un déficit de semilla mejorada de maíz de 1,544 toneladas (García y Ramírez, 2014).

La baja cobertura de superficie sembrada con semilla mejorada se atribuye a limitaciones para su difusión, la adaptación ambiental y a los aspectos culturales y

gastronómicos, que no cumplen con las expectativas, usos y costumbres de los agricultores. Pero existe un complejo causal más completo que explica el hecho de que los agricultores no estén usando semillas mejoradas. Éste no ha sido lo suficientemente estudiado en México y menos aún en un estado con características tan diversas y particulares a la vez como lo es Oaxaca, donde más del 75 % de los agricultores producen en menos de 2 hectáreas (USDA, 2013).

La recurrencia de las políticas públicas que involucran a las semillas mejoradas como un medio para incrementar los rendimientos de maíz, obedece a que se considera que efectivamente son una alternativa viable para ello, no obstante, hay una serie de interrogantes por resolver, de cuyo conocimiento dependerá el éxito e impacto de los actuales programas gubernamentales basados en esta estrategia. Ha hecho falta analizar cuestiones tales como la disponibilidad de semillas mejoradas y las motivaciones de los agricultores para tomar la decisión de adoptarlas.

Por todo lo anterior, esta tesis tiene la intención de contribuir a resolver tales interrogantes a través del análisis de manera general el mercado de semillas en México y de manera particular la experiencia del estado de Oaxaca.

Así se plantearon los siguientes objetivos, preguntas de investigación e hipótesis respectivas.

1.2 Objetivos de investigación

Objetivo general

Analizar el mercado de semillas en maíz en México, mediante la identificación de los actores clave involucrados y del rol que desempeñan, para proponer mejoras en el diseño e implementación de los programas de fomento de uso de semilla mejorada de maíz, como opción para aumentar los rendimientos del cultivo.

Objetivos particulares

1.- Describir la situación actual del mercado de semillas de maíz en México, a través del diagnóstico de la industria de semillas, para la valoración de su cumplimiento efectivo en el abastecimiento de semilla.

2.- Identificar los factores e innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores del estado de Oaxaca, a través de modelos Logit, para el conocimiento de las motivaciones y limitaciones para fomentar el uso de semilla mejorada de maíz en el estado.

3.- Establecer nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca, mediante una segmentación de mercados, para tener una perspectiva sobre la viabilidad de la conformación de un sistema formal de oferta de semilla en el estado.

1.3 Preguntas de investigación

1.- ¿Qué componente ha establecido la configuración actual del mercado de semillas de maíz en México y cuáles han sido sus implicaciones?

2.- ¿Qué aspectos intervienen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores del estado de Oaxaca?

3.- ¿Por dónde comenzar la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca y cómo continuar el abastecimiento de semilla?

1.4 Hipótesis

1.- La oferta de semilla de maíz en México está concentrada en pocas empresas. El componente que ha establecido tal configuración es el marco legal en materia de protección de propiedad intelectual. Las consecuencias de la concentración y poca competencia, es que se tiene una estructura de mercado imperfecta, que afecta a los agricultores tradicionales y a las pequeñas empresas nacionales de semilla.

2.- Las características del agricultor y de su unidad de producción, además del acceso a recursos financieros, de infraestructura y a mercados, relacionados con la rentabilidad esperada y el riesgo percibido, son los factores que influyen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores del estado de Oaxaca. En cuanto a las

innovaciones, se espera que, si el agricultor ya usa o ha adoptado ciertas innovaciones, también adoptará semilla mejorada de maíz, aunque exista una fuerte competencia de estas con las semillas nativas, debido a que su uso está relacionado con la adopción de un paquete tecnológico.

3.- Existen nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca. Las regiones del estado con mayor vocación productiva para maíz son por donde se debe iniciar la oferta. La conformación de un sistema formal de oferta de semilla es posible, con el establecimiento de pequeñas empresas productoras de semilla locales, que dirijan sus esfuerzos de venta a tales nichos de mercado identificados.

1.5 Estructura de la tesis

Esta tesis consta de seis capítulos y su esquema de organización se muestra en la Figura 1-1.

El capítulo 1, que es el actual, corresponde a la introducción general y contiene los antecedentes del tema, el planteamiento del problema y su justificación. Después se presentan los objetivos de la investigación, con sus respectivas preguntas e hipótesis.

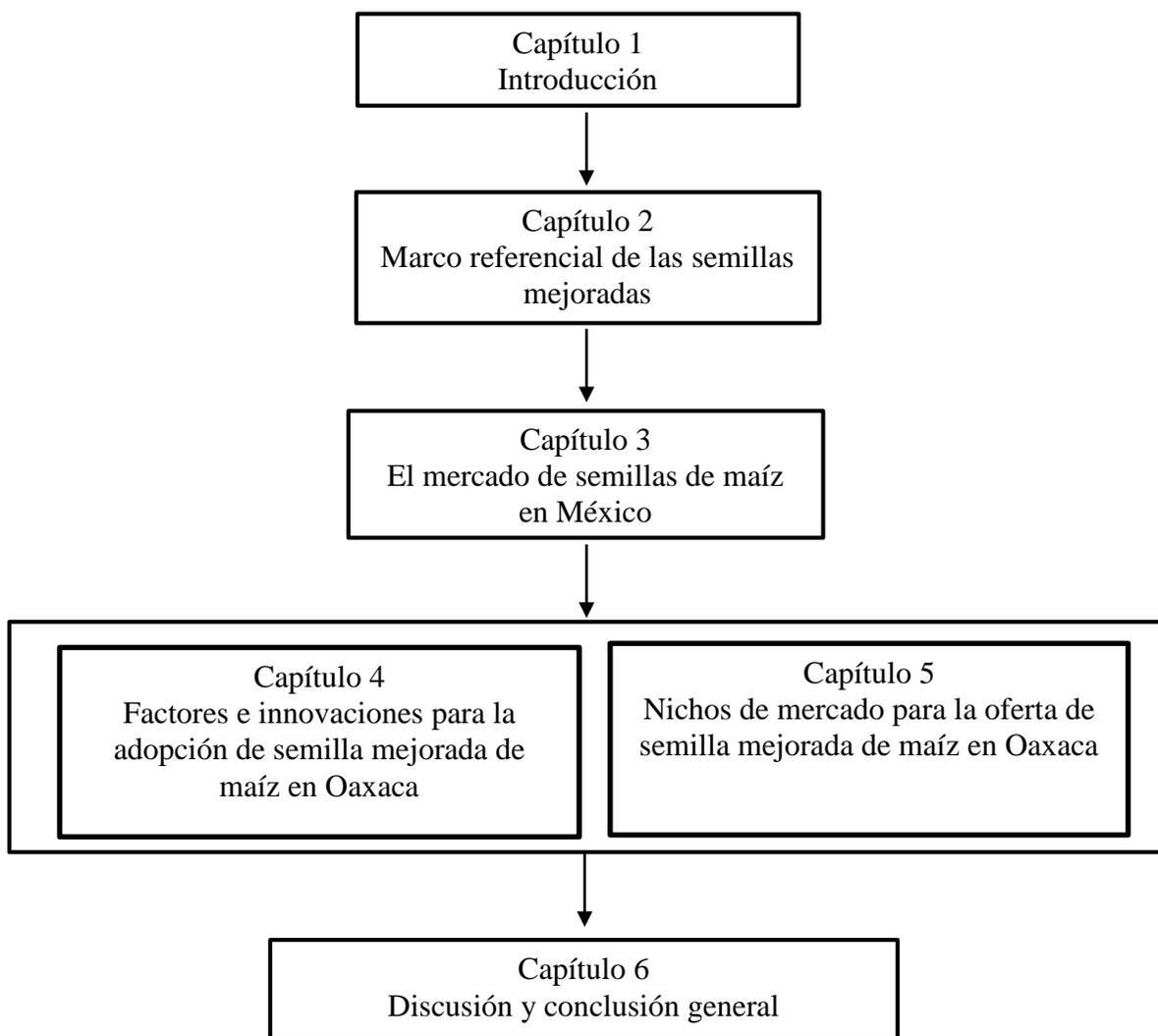


Figura 1-1. Estructura de la tesis

En el capítulo 2, se expone el marco referencial de la investigación, con el fin de ubicar el contexto de las semillas mejoradas. Primero se indica el concepto de semilla mejorada. Después se muestra un panorama del mercado mundial de semillas de manera general y el caso del mercado mundial de semillas de México de manera particular. Se da también una breve explicación sobre el mercado mundial de semillas específicamente de maíz, resaltando el caso de México. Posteriormente se aborda a grandes rasgos el

mercado nacional de semillas, para profundizar sobre el consumo y producción de semilla mejorada de maíz en el país, con énfasis en el análisis del caso del estado de Oaxaca. Aunado se mencionan las características de las empresas comercializadoras de semillas, basadas en aspectos generales de sus modelos de negocio. Finalmente se explican los aspectos del marco regulatorio y legislación en materia de semillas mejoradas.

El capítulo 3, aborda la situación actual del mercado de semillas de maíz en México. Se señalan las principales compañías productoras y comercializadoras de semilla mejorada, así como los porcentajes que tienen del mercado mundial, lo que muestra el grado de concentración que existe en la oferta de semilla. Se resalta que es un fenómeno no ajeno a México que sigue la tendencia. Posteriormente, se indican las afectaciones para la continuidad tanto del sistema informal de oferta de semilla como para la parte público-privada del sistema formal, con la introducción y comercialización de maíz transgénico, una de las estrategias más recientes de dichas empresas. Después, se analiza el marco legal en materia de protección de propiedad intelectual, específicamente la propuesta de modificación de la Ley Federal de Variedades Vegetales, y las repercusiones que tendría en la configuración actual del mercado de semillas.

El capítulo 4, presenta los factores e innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores del estado de Oaxaca.

El capítulo 5, indica los nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca, así como la caracterización de los Distritos de Desarrollo Rural y

del perfil de los productores. También se discute sobre la viabilidad de la conformación de un sistema formal de semillas.

El capítulo 6, retoma las preguntas de investigación y las conclusiones particulares, para proceder a la discusión de los resultados y al establecimiento de una conclusión general. Se mencionan las contribuciones de la presente tesis y se concluye con las limitantes de la investigación y las perspectivas del tema.

Cabe mencionar que los capítulos 3, 4 y, 5 se presentan con una estructura de artículos científicos. El capítulo 3 fue publicado bajo el título “Maíz transgénico: ¿beneficio para quién?”, en la revista Estudios Sociales, volumen XXIII, número 45, enero-junio de 2015, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). El capítulo 4 está en proceso de revisión por parte de la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, del INIFAP. El capítulo 5 será enviado próximamente para ser sometido a un proceso de arbitraje y considerar su publicación.

Pese a que los capítulos 3, 4 y 5, son artículos independientes que responden a cada pregunta de investigación y cumplen con su objetivo particular, se considera tienen un “hilo conductor” que los enlaza a todos ellos.

Para llevar a cabo ésta investigación, se recurrió a fuentes de información primaria y secundaria. Para ubicar el contexto que permitió identificar las principales características estructurales del mercado de semillas, se recopilaron datos secundarios. Se recurrió a bases de datos y estadísticas de institutos y servicios nacionales.

En el periodo 2012 a 2014, se hizo trabajo de campo para obtener información directa relacionada con el funcionamiento y naturaleza del mercado de semillas mejoradas de maíz. Para ello, se aplicó encuestas a productores de maíz y se entrevistó a informantes clave como productores de semillas, representantes de organizaciones de agricultores, expertos en producción de semillas, investigadores y representantes de instituciones gubernamentales. Para analizar de manera particular al estado de Oaxaca, el insumo principal fueron los datos derivados del mapeo de redes de innovación del estado, realizado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo en 2013.

Con la información tanto del trabajo de campo como del mapeo de redes de innovación, se construyó una base de datos integrada por variables cuantitativas y cualitativas. Se incluían entre otras, características del agricultor y de su unidad de producción, innovaciones agrícolas practicadas, rendimientos obtenidos, acceso a recursos en general y aspectos de riesgo percibido.

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL DE LAS SEMILLAS MEJORADAS

2.1 ¿Qué es una semilla mejorada?

Las semillas mejoradas son aquellas que provienen de la aplicación de técnicas de mejoramiento genético tradicionales. Son resultado de la identificación, selección y multiplicación de varias generaciones de genotipos sobresalientes a través de los años, con el fin de obtener plantas que presenten caracteres de interés. Entre ellos se encuentran un mayor rendimiento, tolerancia a heladas, sequías, plagas y enfermedades, además de atributos como precocidad y adaptabilidad a las condiciones actuales y futuras de los diferentes ambientes (Besnier, 1989).

2.2 El mercado mundial de semillas

El mercado mundial de semillas se estima en 45 mil millones de dólares. Estados Unidos tiene el mercado más grande, con un valor de 12 mil millones de dólares, seguido de China con 9,034; Francia con 3,600; Brasil con 2,625 y la India con 2 mil millones de dólares (ISF, 2012).

2.2.1 Estados Unidos de América

La industria de semillas de Estados Unidos, cuenta con aproximadamente 750 empresas, así como con más de 60 mil variedades de semillas para siembra. Representa el 26 % del mercado mundial de semillas. La Asociación Americana de Comercio de Semillas (ASTA por sus siglas en inglés), considera que se tiene un gran potencial para la introducción de variedades mejoradas de Estados Unidos, debido a que, en muchos mercados emergentes, el comercio formal de semillas representa sólo el 10 ó 20 % de su mercado total.

La cuota nacional de semilla exportada de Estados Unidos es igual a 1,390 millones de dólares, lo que equivale al 12 % del valor total de su industria de semillas. En cuanto al mercado interno y su relación con el mercado internacional, la ASTA reconoce como debilidad, la incompatibilidad de los sistemas de regulación en materia de semillas. Por lo anterior, abogan por la necesidad de implementar regulaciones sólidas en materia de propiedad intelectual, sobre todo en los mercados emergentes (ASTA, 2012).

México ha sido identificado como un mercado prioritario con grandes oportunidades de negocio y comerciales para la industria de semillas de Estados Unidos. Las exportaciones de semillas para siembra de Estados Unidos a México tuvieron un valor de 232 millones de dólares en 2012. Aunque las exportaciones disminuyeron un 10 % comparado con 2011, Estados Unidos mantiene una fuerte posición, atendiendo aproximadamente el 66 % del mercado mexicano (ASTA, 2012).

2.2.2 China

China es el segundo mercado de semillas más grande del mundo. El 65 % de su mercado de semillas, corresponde a maíz y arroz híbridos, además de semillas de frutas y vegetales. China es autosuficiente en la producción de semillas de arroz, maíz, trigo, algodón y soya. Produce 80 % de las semillas de frutas y vegetales que utiliza. Los agricultores adquieren semillas comerciales de calidad mediante los subsidios otorgados por programas gubernamentales (USDA, 2014).

La industria de semillas en China está altamente fragmentada y depende principalmente de las instituciones de investigación públicas. El 19 de enero de 2014, China dio a conocer un documento de política agrícola, que llama al desarrollo de una industria de semillas moderna. Para el país, es una cuestión apremiante, debido a la creciente demanda de alimentos y la limitada tierra cultivable con que cuenta. Se espera que los esfuerzos que está realizando el gobierno, permitan consolidar la industria de semillas y desarrollar empresas integradas con capacidades de investigación independientes. El Ministerio de Agricultura indicó que había 5,200 empresas de semillas en mayo de 2014, comparado con las 8,700 de 2011. El gobierno espera reducir aún más este número en el futuro (USDA, 2014).

2.2.3 Francia

Francia es el principal productor de semillas de Europa y primer exportador mundial de semillas de cultivos básicos, vegetales y flores (ISF, 2013).

En Francia 310 mil hectáreas se dedican a la producción de semillas. Las semillas más producidas considerando la superficie en hectáreas son, las de trigo con 83 mil, maíz con 45 mil y cebada con 37 mil. De semillas de hortalizas se siembran 16 mil hectáreas, de papa 15 mil, de girasol y chícharo 9 mil respectivamente (GNIS, 2007).

La industria de semillas francesa, está compuesta por 71 empresas de mejoramiento, 237 empresas de producción, 17,800 agricultores productores de semillas y 23,000 puntos de venta tales como cooperativas, agro supermercados y comercios (USF, 2015).

2.2.4 México

México es el tercer importador de semillas de legumbres y hortalizas en todo el mundo, con un valor de 265,872 dólares en 2014 (Figura 2-1).

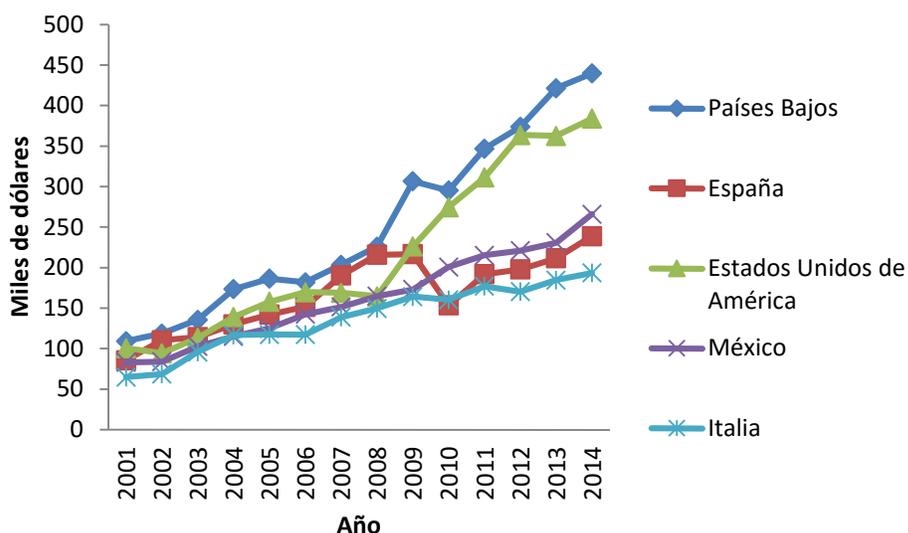


Figura 2-1. Valor de las importaciones de semillas de legumbres y hortalizas a nivel mundial

Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

Según datos del SNICS, sobre producción de semillas durante 1988-2013, el país ha hecho intentos de producir semilla de chile, ajonjolí, algodón, cacahuate, haba, jícama, tomate, melón y triticale sin mucho éxito (SNICS, 2014). Ello muestra la crisis que existe en la producción de semilla nacional de los diferentes cultivos. Así, el país es 100 % dependiente de los mercados extranjeros para el acceso a diferentes tipos de semillas, especialmente de vegetales y frutas.

Las semillas de hortalizas que más se importan considerando su valor son las semillas de jitomate, cebolla, calabaza y pepino, seguidas de las semillas de brócoli, zanahoria y

lechuga (Figura 2-2). Los mercados que abastecen a México de tales semillas se muestran en la figura 2-3

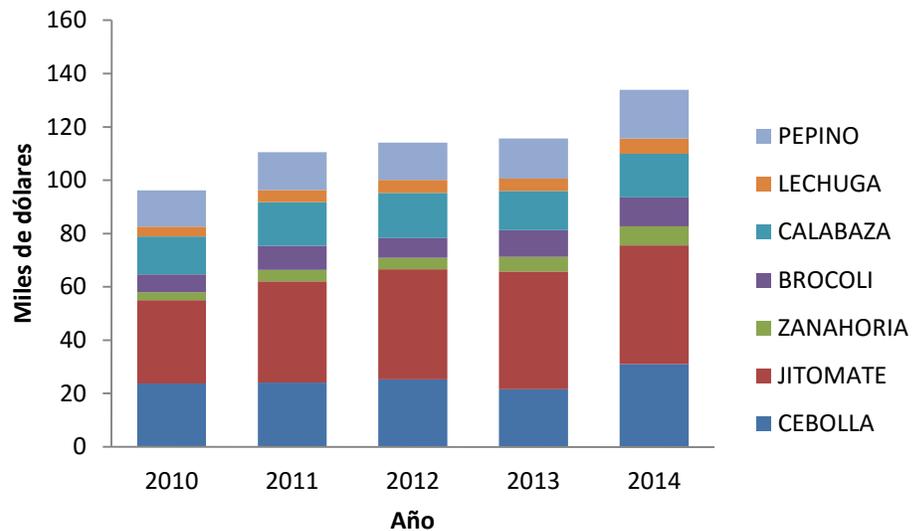


Figura 2-2. Valor de las importaciones de semillas de hortalizas de México
 Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

2.3 El mercado mundial de semillas de maíz

Francia es el primer productor de semilla de maíz en el mundo, lo que lo convierte también en el principal exportador. Le siguen Estados Unidos de América, Chile y Hungría (Figura 2-4). Los principales importadores de semilla de maíz son Malasia, Estados Unidos de América, Alemania, Francia e Italia (Figura, 2-5).

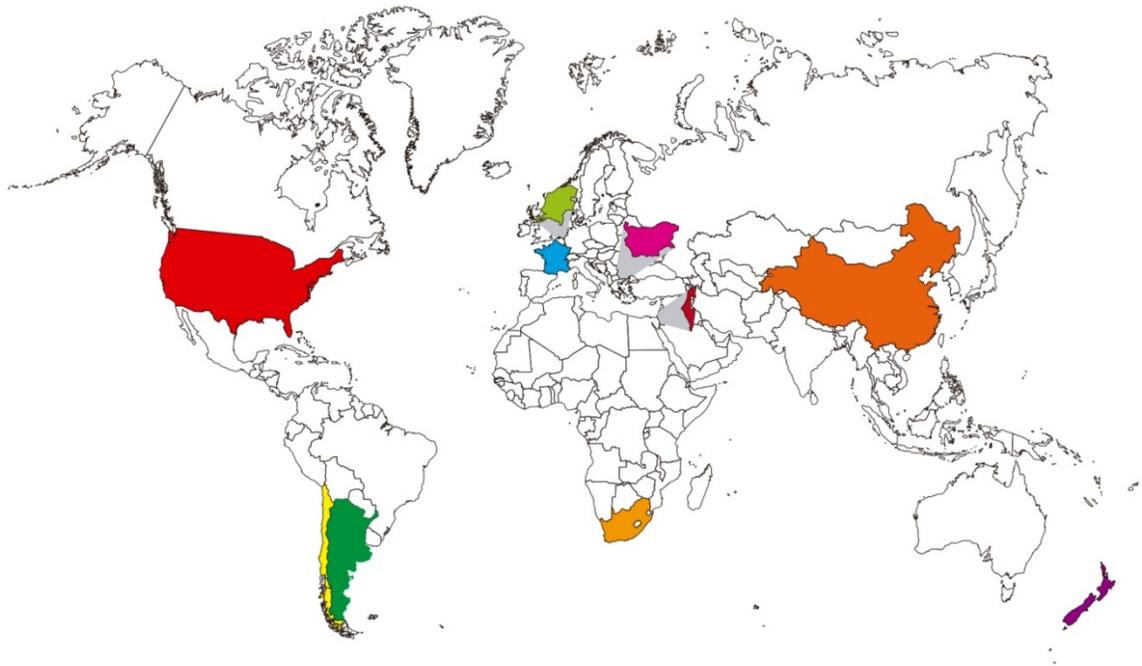


Figura 2-3. Países exportadores de semillas de hortalizas para México
 Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

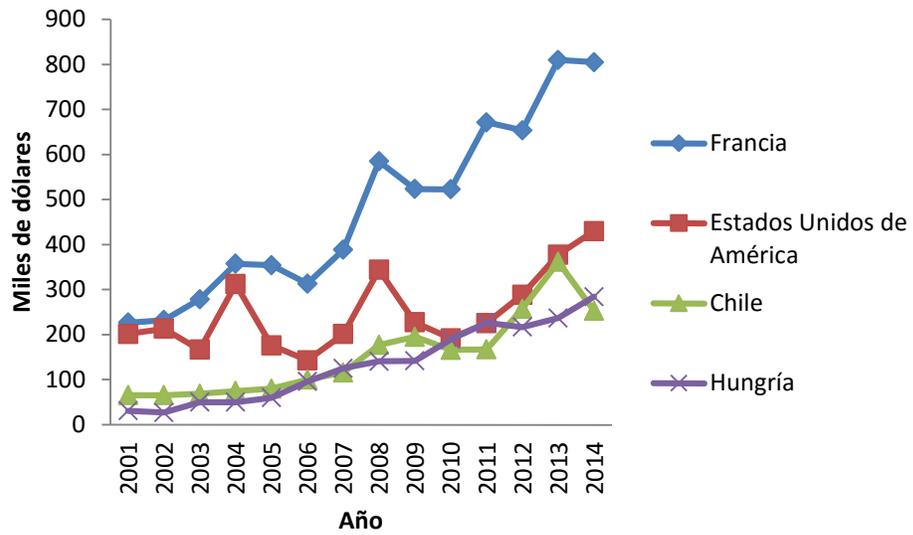


Figura 2-4. Valor de las exportaciones de semillas de maíz
Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

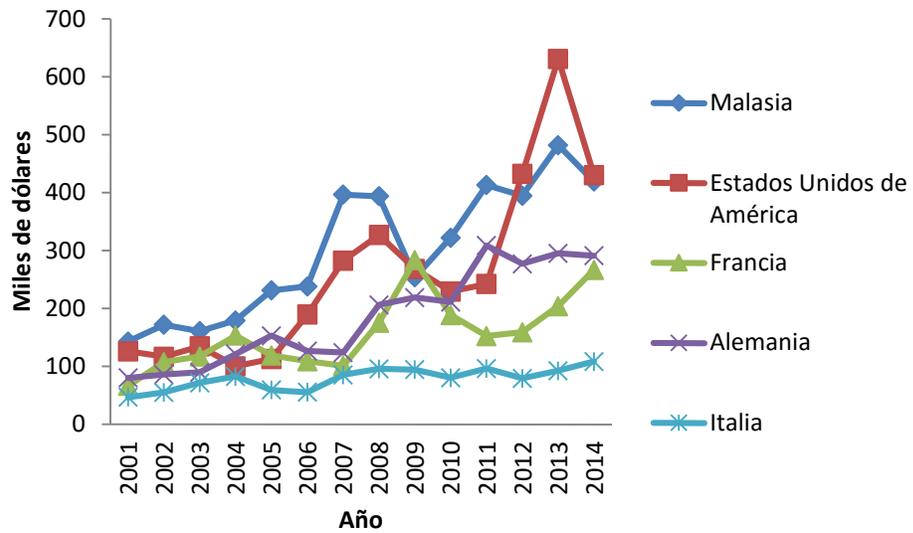


Figura 2-5. Valor de las importaciones de semillas de maíz
Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

El valor de las importaciones de semillas de maíz de México se muestra en la figura 2-6. En 2014, el monto ascendió a 45, 667 dólares. La semilla importada proviene principalmente de Estados Unidos.

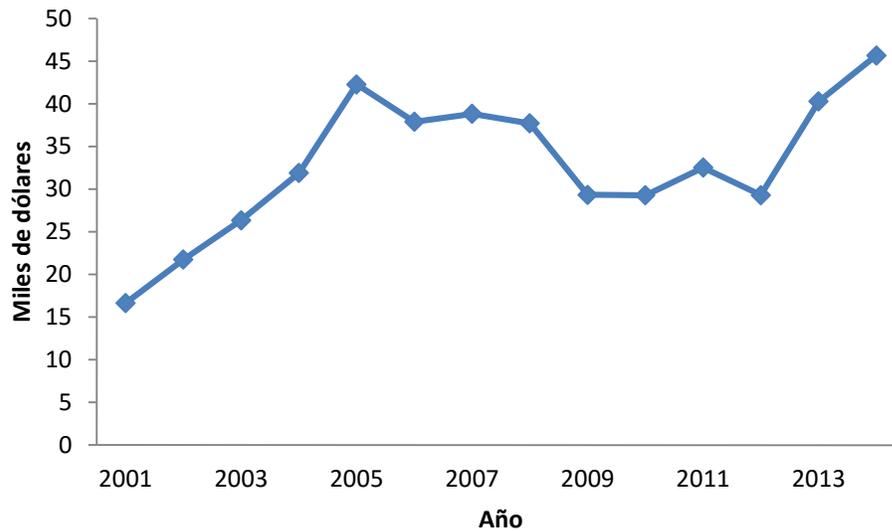


Figura 2-6. Valor de las importaciones de semillas de maíz de México
Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

2.4 El mercado nacional de semillas

El mercado nacional de semillas de México se estima en 350 millones de dólares (ISF, 2012). En el país, se produce semilla certificada de cereales importantes para consumo y la industria, como son maíz, sorgo, trigo, cebada, arroz y avena. Además de leguminosas como frijol y garbanzo y oleaginosas como soya y cártamo. Sin embargo, la producción de semilla certificada de los diferentes cultivos, ha sido muy irregular a través del tiempo y no se logran establecer tendencias (Figuras 2-7, 2-8 y 2-9).

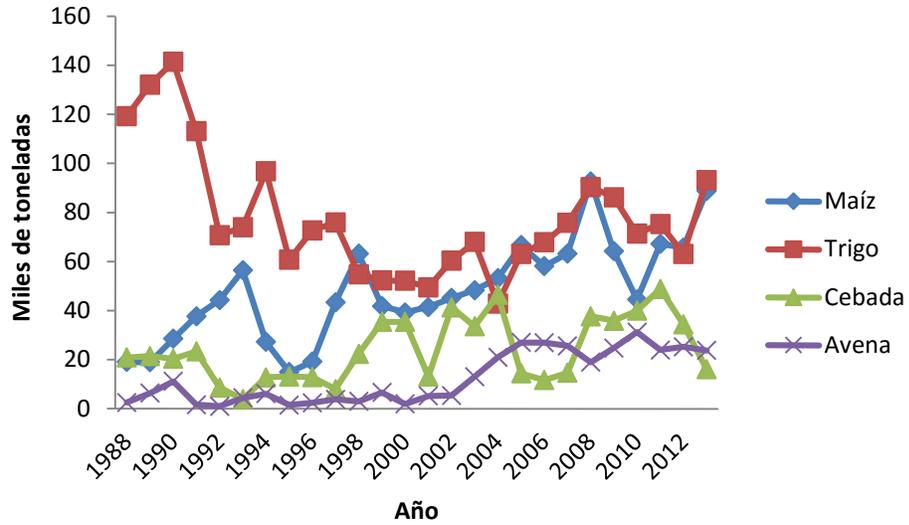


Figura 2-7. Producción de semilla certificada de maíz, trigo, cebada y avena
 Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

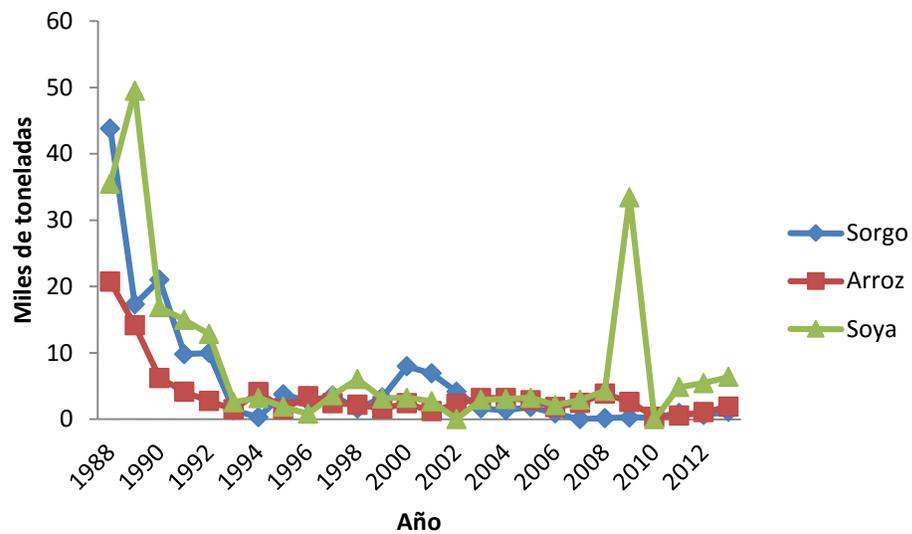


Figura 2-8. Producción de semilla certificada de sorgo, arroz y soya
 Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

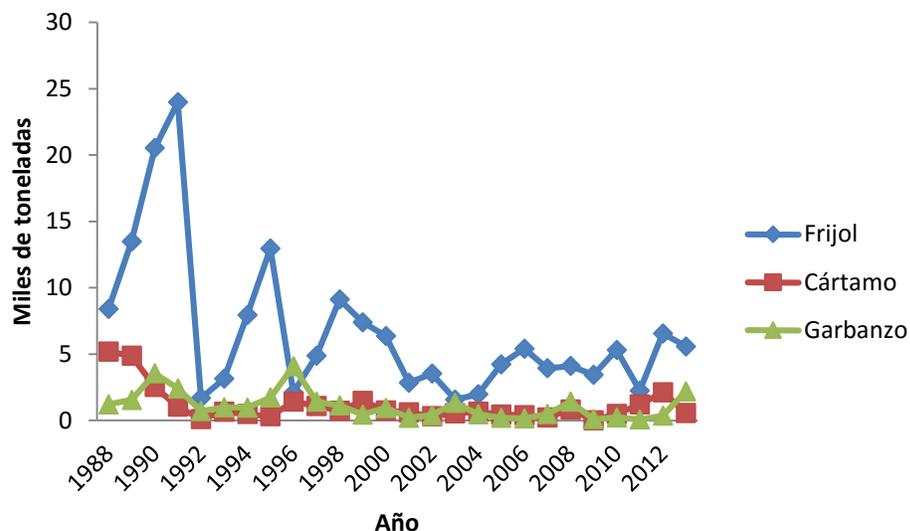


Figura 2-9. Producción de semilla certificada de frijol, cártamo y garbanzo
Fuente: Elaboración propia con datos de Trade Map 2015

2.4.1 Consumo de semillas mejoradas de maíz

De acuerdo a las estimaciones de García y Ramírez (2014), el consumo total de semilla de maíz en México fue de 160,000 toneladas durante el periodo 2008-2010. También indican que la cantidad consumida de semilla mejorada de maíz fue de 68 mil toneladas, que representa 42.5 % del consumo total de semilla de maíz.

Los estados que sobresalen en cuanto al consumo de semilla mejorada de maíz son Jalisco y Sinaloa con más de 10 mil toneladas. En Michoacán, Guanajuato, Estado de México y Guerrero la cantidad consumida de semilla mejorada se ubicó entre más de 4 y menos de 6 mil toneladas; en Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Tamaulipas y Chihuahua, el consumo se ubicó entre más de 2 y hasta menos de 4 mil toneladas; y en el resto de las entidades el consumo fue inferior a 2 mil toneladas.

Cuadro 2-1. Consumo promedio de semillas mejoradas de maíz en México

2008-2010

Estado	Semilla mejorada maíz (toneladas)	Estado	Semilla mejorada maíz (toneladas)
Jalisco	10,928	Hidalgo	985
Sinaloa	10,494	Tlaxcala	926
Michoacán	5,635	Tabasco	776
Guanajuato	4,883	Querétaro	765
Estado de México	4,162	San Luis Potosí	633
Guerrero	4,160	Nayarit	632
Chiapas	3,559	Sonora	568
Veracruz	3,114	Yucatán	534
Zacatecas	2,548	Morelos	461
Tamaulipas	2,436	Quintana Roo	333
Chihuahua	2,379	Colima	214
Campeche	1,889	Aguascalientes	199
Puebla	1,742	Coahuila	127
Oaxaca	1,608	Nuevo León	108
Durango	1,302	Baja California Sur	70
		Distrito Federal	2

Fuente: García y Ramírez, 2014

2.4.2 Producción de semillas mejoradas de maíz

Con base en información del SNICS (2014), los estados con mayor producción de semilla mejorada de maíz son Sinaloa y Guanajuato con más de 200 mil toneladas, 244 mil y 235 mil respectivamente, durante los ciclos agrícolas 2002/2014. Le siguen en importancia Nayarit con 84 mil toneladas y Jalisco con 59 mil. En Sonora, Querétaro, Zacatecas, Tamaulipas, Michoacán y Chiapas, la producción de semilla mejorada de maíz osciló entre 10 mil y hasta 35 mil toneladas. En el Estado de México, Campeche, Morelos, Guerrero, Colima, Aguascalientes, Hidalgo, Oaxaca y Chihuahua la producción fue mayor a las mil toneladas y hasta 6 mil. Los estados de Puebla, Tlaxcala, Baja California Sur, Durango, Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León reportaron producción de semilla menor a las mil toneladas de semilla. En el resto de los estados no se produce semilla.

En el estado de Oaxaca, la tendencia de la producción de semilla mejorada de maíz ha ido al alza (Figura 2-10).

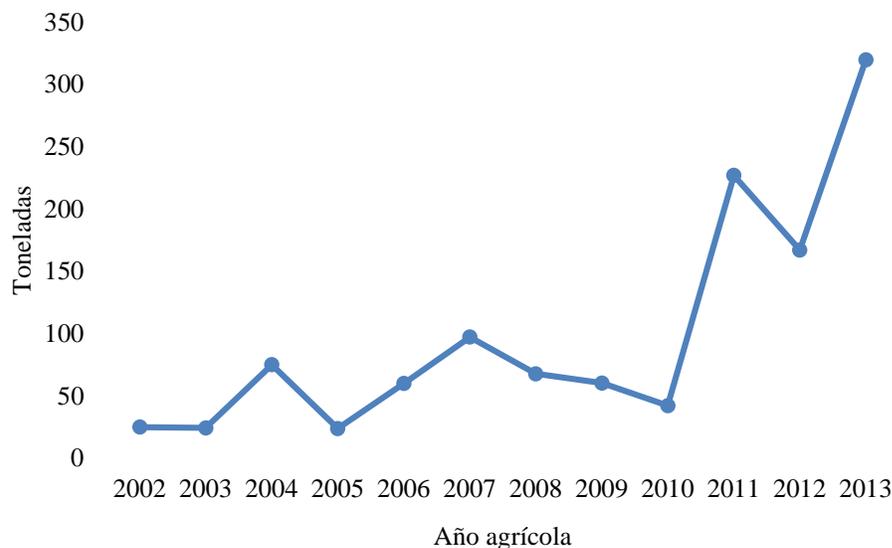


Figura 2-10. Producción de semilla mejorada de maíz en Oaxaca 2002-2013

Fuente: Elaboración propia con información del SNICS, 2014

De acuerdo con el SNICS (2014), los productores de semilla recurrentes en el estado, durante el periodo de análisis 2002-2013, son la Universidad Autónoma Chapingo, Agro Trópico S.P.R., La pequeña propiedad S.P.R. y Baumar S.P.R. Se producen las variedades sintéticas VS-535 y VS-536 y los híbridos H-318, H-374 C, H-377, H-516, H-520 y H-565.

2.4.3 Características de las empresas comercializadoras de semillas mejoradas

Las empresas transnacionales de semillas, tienen un modelo de negocios con actividades orientadas a la investigación, para el desarrollo de nuevos materiales vegetales, como la adquisición de germoplasma y el uso de fitomejoramiento y biotecnología asociada. Esto requiere un nivel financiero alto para investigación y desarrollo, estimado en el 5-7 % de la facturación total de la empresa o incluso mayor (Loch y Boyce, 2003). También cuentan con alianzas con instituciones de investigación públicas, para acceder a sus

capacidades de investigación básica, incluyendo áreas nuevas y emergentes de la biotecnología e incluso con otras empresas privadas para conseguir economías de escala para proyectos grandes (Loch y Boyce, 2003). Cabe resaltar, que su rango de cultivos es grande y diversificado, pero a menudo se limitan a semillas de alto consumo como maíz, soya, canola y los principales vegetales. Además, sus semillas se comercializan en países donde pueden estar protegidas por derechos de propiedad intelectual (Loch y Boyce, 2003).

Las empresas nacionales de semillas son el nexo entre la investigación y el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, así como de su utilización por los agricultores. Mientras las organizaciones públicas de investigación desarrollan nuevas variedades de semillas, las empresas tienen un papel importante en su promoción, distribución y comercialización, agregando valor a toda la cadena, por lo que se consideran participantes cruciales del sector maicero (CIMMYT, 2014).

La organización de la cadena de producción de semillas de las empresas nacionales es diversa. Son pocas las empresas semilleras nacionales que cuentan con el modelo de producción completo, es decir, desde la investigación básica para el desarrollo de nuevos materiales y germoplasma, hasta la venta de semilla. La mayoría de las empresas nacionales depende del abastecimiento de germoplasma del CIMMYT y del INIFAP (CIMMYT, 2014). Esto último, se considera es la principal debilidad de la industria nacional en comparación con las empresas transnacionales.

Las empresas nacionales para la producción de semilla utilizan diferentes modalidades. Una es la producción propia, otra es con agricultores a través de contratos o una combinación. El proceso de beneficio de semilla varía según el tamaño y la capacidad económica de cada empresa. Las que no cuenta con planta de beneficio propia, rentan los servicios de otras empresas o instituciones del sector, o lo llevan a cabo de manera artesanal. Para la distribución, la forma más común es a través de distribuidores independientes, pero también realizan ventas directas al agricultor y a través de programas gubernamentales (CIMMYT, 2014).

2.5 Marco regulatorio y legislación en materia de semillas mejoradas

En la legislación en materia de semillas se pueden distinguir dos etapas. La primera, en que al Estado correspondió la obtención, producción y comercialización de semillas. La segunda, donde se permitió la participación del sector privado, es decir empresas semilleras tanto nacionales como extranjeras, derivado de un agotamiento del esquema institucional preliminar que atendía cada una de las funciones específicas del sistema agrícola del país.

La legislación mexicana vigente que regula la producción y comercialización de semillas que incide directamente en el sector semillero se basa en cuatro Leyes:

La Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas,

La Ley Federal de Sanidad Vegetal,

La Ley Federal de Variedades Vegetales, y

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

2.5.1 Certificación de semillas

La actual legislación de semillas en México, permite al sector privado producir semilla, bajo la supervisión del “sector oficial”. El SNICS es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales (SNICS, 2015 a).

EL SNICS tiene la facultad de certificar semillas. La certificación consiste en verificar e inspeccionar las semillas para siembra, desde su origen, durante su proceso de producción en campo, beneficio y acondicionamiento, hasta su almacenamiento y comercialización, conforme las normas de calidad establecidas. Sólo las semillas que cubren los requisitos de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria son certificadas. Las semillas certificadas son una garantía de calidad para el productor (SNICS, 2015 b).

CAPÍTULO 3. EL MERCADO DE SEMILLA DE MAÍZ EN MÉXICO

3.1 El proceso de concentración y privatización en la oferta de semilla mejorada

La industria de semillas se está expandiendo rápidamente en nuevas direcciones en todo el mundo, tanto a nivel horizontal como vertical. El resultado es un aumento de poder oligopólico por un número decreciente de empresas transnacionales (Howard, 2009).

A nivel mundial, diez compañías tienen el 67 % del mercado de semillas patentadas; es decir, aquellas de marca sujetas a monopolio exclusivo por protección de propiedad intelectual (Grupo ETC, 2008).

Monsanto, la mayor empresa de semillas del mundo, tiene alrededor de la cuarta parte (23 %) del mercado mundial de semillas patentadas. Juntas, las tres principales compañías (Monsanto, DuPont-Pioneer y Syngenta), tienen 10, 282 millones de dólares o el 47 % del mercado mundial de semillas patentadas (Cuadro 3-1).

El Grupo ETC (2008) estima, conservadoramente, que estas tres compañías también controlan el 65 % del mercado mundial de semillas patentadas de maíz.

Cuadro 3-1. Principales compañías comercializadoras de semillas patentadas

Compañía	Ventas de semillas 2007 (millones de dólares)	% mercado de semillas patentadas
1. Monsanto (EUA)	4,964	23
2. DuPont-Pioneer (EUA)	3,300	15
3. Syngenta (Suiza)	2,018	9
4. Groupe Limagrain (Francia)	1,226	6
5. Land O' Lakes (EUA)	917	4
6. KWS AG (Alemania)	702	3
7. Bayer Crop Science (Alemania)	524	2
8. Sakata (Japón)	396	<2
9. DLF-Trifolium (Dinamarca)	391	<2
10. Takii (Japón)	391	<2
Total	14,785	67

Fuente: Grupo ETC (2008).

De igual manera, 10 compañías controlan el 89 % del mercado mundial de agroquímicos, y las seis empresas de agroquímicos más grandes del mundo son también gigantes de la industria de semillas. Las seis principales compañías representan el 75 % del mercado internacional (Cuadro 3-2).

Cuadro 3-2. Principales compañías comercializadoras de agroquímicos

Compañía	Venta de agroquímicos 2007 (millones de dólares)	% de participación en el mercado
1. Bayer (Alemania)	7,458	19
2. Syngenta (Suiza)	7,285	19
3. BASF (Alemania)	4,297	11
4. Dow AgroSciences (EUA)	3,779	10
5. Monsanto (EUA)	3,599	9
6. DuPont-Pioneer (EUA)	2,369	6
7. Makhteshim Agan (Israel)	1,895	5
8. Nufarm (Australia)	1,470	4
9. Sumitomo Chemical (Japón)	1,209	3
10. Arysta Lifescience (Japón)	1,035	3
Total	34,396	89

Fuente: Grupo ETC (2008) con información de Agrow World Crop Protection News, agosto de 2008.

Esta concentración de poder es fundamentalmente incompatible con las prácticas agrícolas renovables, como la de guardar y resembrar semillas por parte de los agricultores tradicionales, pues obstaculiza la acumulación de capital a gran escala. El aumento de oportunidades para la agricultura renovable requiere revertir esas tendencias, pero para ello se requieren promulgar cambios políticos y económicos significativos (Howard, 2009).

3.2 Panorama de la industria de semillas mejoradas de maíz en México

México sigue la tendencia y son Monsanto, DuPont-Pioneer y Syngenta, las tres empresas productoras y comercializadoras de semillas más importantes en el país. El maíz juega un papel trascendente para todas ellas debido a los grandes volúmenes que comercializan de esta especie. Cabe destacar que, en los últimos años, su estrategia comercial a nivel mundial se ha basado en los llamados maíces biotecnológicos o transgénicos (Luna *et al.*, 2012).

Considerando la producción de semilla mejorada de maíz, según el ciclo agrícola, se tiene que, durante los ciclos primavera-verano 2002 a 2008, 66 % se produjo en Guanajuato, 11 % en Jalisco y 9 % en Querétaro. La empresa Monsanto produjo 75, 84 y 98 %, respectivamente, del total de la producción en esos estados.

En los ciclos otoño-invierno 2001-2002 a 2007-2008, 56 % se produjo en Sinaloa, 18 % en Nayarit y 15 % en Sonora. Monsanto representó 68, 85 y 71 %, respectivamente del total de la producción en estos estados (Luna *et al.*, 2012).

Otra característica de las empresas transnacionales es que atienden principalmente a la agricultura comercial; es decir, a los productores con grandes extensiones de tierra y con mejor dotación de recursos tanto agroecológicos como tecnológicos, que tienen una orientación de producción para el mercado. Existe un segmento del mercado que no es de interés para este tipo de empresas, pues no cumple con el perfil de cliente establecido por ellas. Este segmento incluye, entre otros, a productores en regiones de temporal

medio a escaso, cuyas necesidades de semilla certificada las atendía parcialmente la PRONASE (Luna *et al.*, 2012).

3.3 Protección de propiedad intelectual: patentes biotecnológicas y derechos de obtentor

La protección de propiedad intelectual, para el caso de plantas y semillas, puede ser de varios tipos (Morales, 2001):

Secretos industriales: esta protección se otorga a las semillas híbridas. Este tipo de protección, a diferencia de otros, no confiere derechos exclusivos, y no requiere registros ni prueba de novedad.

Patentes: se puede conferir a procesos de fabricación y a productos. Según los países, puede ser aplicable a productos biotecnológicos, pudiendo incluir en algunos casos, células y segmentos de ADN; es decir, un grupo de genes, los vectores que permiten su expresión, la célula o línea celular donde se han introducido, y la secuencia genética específica para codificar una determinada proteína.

Derechos de obtentor: Se aplica a las variedades vegetales obtenidas mediante fitomejoramiento, siempre que éstas sean estables, nuevas, uniformes y distinguibles de otras.

De acuerdo con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI, 2013), serán patentables las invenciones que sean nuevas, resultado de una actividad inventiva y susceptible de aplicación industrial, excepto las variedades vegetales, las cuales se protegen a través de la Ley Federal de Variedades Vegetales. La patente tendrá una vigencia de 20 años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

Polanco y Flores (2008) muestran cómo el desarrollo de maíces genéticamente modificados también está concentrado en las mismas empresas (Cuadro 3-3); asimismo, el número de patentes de ingeniería genética (Cuadro 3-4).

Cuadro 3-3. Maíces genéticamente modificados por empresa 1997-2007

Compañía	Número
Monsanto	13
Dupont	11
Syngenta	5
Dow	4
Pioneer Hi-Bred	3

Fuente: Polanco y Flores (2008) con información de Bancos de Patentes de la WIPO y de USPTO.

Cuadro 3-4. Patentes de ingeniería genética

Compañía	Número
Pioneer Hi-Bred	5
Monsanto	4
Dupont	3
University of California	2
Evolutionary Genomics	2
Bayer	1

Fuente: Polanco y Flores (2008) con información de Bancos de Patentes de la WIPO y de USPTO.

La Ley Federal de Variedades Vegetales (DOF, 1996) protege las variedades vegetales a través de los derechos de obtentor de variedades vegetales (DOV) si cumplen con los criterios de novedad, distinción y homogeneidad. La vigencia es de mínimo 15 años.

De 1,347 solicitudes de DOV presentadas por especie, las variedades mejoradas de maíz ocupan el primer lugar, con 290 solicitudes, representando el 21.53 % del total de solicitudes presentadas hasta la fecha (Cuadro 3-5).

Cuadro 3-5. Solicitudes de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales por especie

Especie	Número	%
Maíz	290	21.53
Rosa	223	16.56
Fresa	95	7.05
Sorgo	57	4.23
Algodón	61	4.53
Gerbera	46	3.41
Trigo	38	2.82
Papa	40	2.97
Anturio	23	1.71
Chile	33	2.45

Fuente: Elaboración propia con base a la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales, número 14 (SNICS, 2011).

Las empresas Monsanto y DuPont-Pioneer solamente inscriben variedades de maíz y sorgo. Adicionalmente Monsanto presentó dos variedades de soya. El INIFAP tiene variedades descritas de 32 especies, de un total de 53 incluidas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (SNICS, 2011).

Del total de solicitudes de DOV, el INIFAP ha presentado 199, DuPont-Pioneer 130 y Monsanto 114 (Cuadro 3-6):

**Cuadro 3-6. Solicitudes de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales por
aplicante**

Solicitante	Número	%
1. INIFAP	199	14.77
2. Pioneer Hi-Bred International	130	9.65
3. Semillas y Agroproductos Monsanto, S.A. de C.V.	114	8.46
4. Driscoll Strawberry Associates, Inc.	76	5.64
5. Meilland International, S.A.	66	4.90
6. Seminis Vegetable Seeds, Inc	62	4.60
7. Rosen Tantau, Mathias Tantau Nachfolger	38	2.82
8. D & PL Technology Holding Company, LLC.	37	2.75
9. Florist de Kwakel, B. V.	35	2.60
10. Jackson & Perkins Wholesale, Inc.	30	2.22

Fuente: Elaboración propia con base en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales, número 14 (SNICS, 2011).

Un rasgo distintivo de la investigación y desarrollo biotecnológicos es su alto costo. Por ejemplo, la generación de los maíces modificados por ingeniería genética resistentes a plagas requirió una década para su desarrollo y desembolsos por poco más de 31 millones de dólares. Una vez que una compañía transnacional desarrolla una variedad transgénica, la producción y multiplicación en sus empresas subsidiarias en otros países, se reduce aproximadamente a una octava parte del desarrollo original. De dicho monto, alrededor de dos terceras partes corresponden a erogaciones relacionadas con el cumplimiento del marco de bioseguridad y a los gastos de promoción y mercadeo. El

costo de cumplir con un determinado marco de bioseguridad depende directamente de su grado de complejidad (Manalo y Ramon, 2007, citado por Polanco y Flores, 2008).

La investigación y el desarrollo biotecnológico, así como las erogaciones relacionadas al cumplimiento de normas de bioseguridad están sujetas a considerables economías de escala. Los costos fijos de los programas tienden a ser altos, razón por la que las empresas buscan recuperar inversiones y asegurar dividendos mediante la amplia comercialización de sus productos (Polanco y Flores, 2008).

3.4 Las semillas transgénicas: el caso del maíz modificado genéticamente

Derivado de la indignación colectiva de que la naturaleza, la alimentación y el destino de millones de agricultores campesinos de subsistencia dependan de los actos y decisiones de poderosas empresas transnacionales cuyo único fin es el lucro (Shiva, 2000), ha surgido un fenómeno relacionado con los transgénicos: el movimiento social.

México ha sido escenario de un movimiento social de rechazo a los transgénicos, que se exacerbó por el descubrimiento de transgenes en parcelas de maíz en Oaxaca en 2001. Este movimiento se comienza a dar en el país a fines de la década de 1990, por iniciativa de organizaciones no gubernamentales, como Greenpeace y Erosión, Concentración, Tecnología (ETC), que en pocos años, y por medio de una campaña mediática y alianzas con académicos, organizaciones campesinas, indígenas y ambientalistas, su presencia ha aumentado (Massieu, 2009).

Los maíces nativos, como patrimonio biocultural del país, son el sustento de la mayoría de los hogares rurales, por lo que su protección y conservación es fundamental. La producción campesina de subsistencia sobrevive en condiciones cada vez más precarias. Para esta población, aunque la agricultura ya no es su fuente de ingreso principal, siguen sembrando para asegurar, al menos, una parte de su alimentación (Massieu y Lechuga, 2002).

Estos agricultores seleccionan, producen, conservan, diversifican y domestican el germoplasma nativo, de acuerdo con las necesidades de las poblaciones locales, bajo una lógica de supervivencia. En la actualidad, con genes ajenos mezclados en sus parcelas, introducidos sin su conocimiento, sus funciones de mejoramiento se complican y se les resta autonomía para llevar a cabo tales prácticas tradicionales. Lo anterior se considera un atentado a la seguridad alimentaria de los campesinos que consumen lo que siembran (Massieu y Lechuga, 2002).

Así, las patentes biotecnológicas sobre organismos transgénicos no coinciden con el objetivo principal de la seguridad alimentaria, que es promover una amplia participación social que garantice la disponibilidad y acceso al alimento, en cumplimiento de un derecho fundamental. Ello contribuye a la consolidación de una tendencia que concentra las razones para lograr tal disponibilidad y acceso de alimentos exclusivamente en el plano mercantil (Ramírez, 2009).

De esta manera, la introducción de semillas transgénicas es una intervención profunda en la naturaleza que tiene efectos severos e impredecibles sobre la diversidad genética de

los cultivos, esencial para la seguridad alimentaria mundial (González y Macías, 2007). Tal intromisión pone en peligro la existencia de maíces nativos y otros valiosos alimentos de la dieta tradicional mexicana.

El papel que desempeñan los maíces nativos en la dieta mexicana es fundamental, pese a los cambios registrados en los patrones de consumo alimentario. La dieta de una población forma parte de la memoria colectiva, y no solo comprende la ingesta de alimentos sino también expresa relaciones socioeconómicas y actos cargados de simbolismo cultural (Fernández *et al.*, 2013).

Numerosas variedades de maíces nativos están en peligro, debido a que presentan características únicas que las hacen insustituibles para preparar una gran variedad de platillos tradicionales. Por ejemplo, la raza Bolita es la ideal para elaborar “tlayudas” y la raza Cacahuacintle para pozole, por citar dos ejemplos. Además, los beneficios nutrimentales, así como los cambios funcionales y sensoriales que resultan de las complejas operaciones culinarias a las que es sometido el maíz, hacen evidente el valor que tiene el conocimiento tradicional (Fernández *et al.*, 2013).

En el caso del conocimiento y saberes tradicionales de los agricultores, son las grandes empresas, a partir de los transgénicos, las que buscan apropiarse de ellos y controlarlos, para que sean ellas quienes definan la ruta en la evolución de los cultivos, impidiendo que los campesinos continúen con esa práctica ancestral. De acuerdo con Tarrío *et al.* (2004), el interés de las transnacionales por patentar organismos vivos establece un poder que tiene que ver con el control y difusión del saber y, por tanto, de la

expropiación del mismo, contrario al derecho de los pueblos a decidir y conservar sus formas de producción y reproducción social y simbólica.

De igual manera, la concesión de un monopolio y el consecuente aprovechamiento exclusivo de un organismo genéticamente modificado, a favor de una entidad particular, no es correcto ni ético, pues se otorga como si el conocimiento que aprovechó el ingeniero genético no tuviese un contexto histórico y comunitario que le ha dado forma (Ramírez, 2009). Así, los saberes que han sido desarrollados lenta y pacientemente, a partir de una diversidad biológica originaria, que los pueblos supieron seleccionar, conservar y ampliar mediante la práctica de un proceso de observación-experimentación-observación-corrección están expuestos a procesos de apropiación hegemónica (Tarrío *et al.*, 2004).

Además de las consecuencias socioeconómicas y culturales antes mencionadas, los más relevantes riesgos, incertidumbres y peligros de liberar maíz transgénico al ambiente son aquellos que surgen a nivel agroecológico y agronómico.

Las consecuencias a nivel agroecológico y que están relacionados con el hecho de que México es el centro de origen y diversificación del maíz. Así, las consecuencias de los maíces transgénicos en países para los cuales el maíz es el alimento básico, con la relevancia nutricional, ambiental, económica, social y cultural que esto conlleva, serán muy distintas a las que tendrán estos desarrollos en otros países donde no lo es (Álvarez-Buylla y Piñeyro, 2009).

Esta es la razón por la que no se pueden comparar los efectos que se manifiesten en México con el de otros países, en los que el maíz modificado genéticamente ha sido liberado sin aparentes complicaciones, como es el caso de Estados Unidos debido a que no existen motivos de preocupación por una potencial contaminación porque no hay razas nativas de maíz.

Como menciona Kato (2004), si se permite sembrar maíces transgénicos en México y otras regiones mesoamericanas, con el tiempo, los maíces nativos serán contaminados por un sinnúmero de diversos transgenes, convirtiéndose en un gran almacén de ellos, y causándoles distintos y constantes daños cuya naturaleza no es posible predecir. En el caso del maíz nativo no habría ninguna posibilidad de volver a la situación original de las poblaciones; una vez contaminadas sería un camino sin retorno, por lo que es imperativo conocer bien la relación maíz transgénico y maíz nativo antes de tomar una decisión respecto de si se permite cultivar o no el primero.

Otros autores han alertado sobre las consecuencias de este suceso. Explican que entre el mejoramiento genético autóctono del maíz y la siembra a escala comercial de maíz transgénico, hay factores de interacción genética, que pueden conducir a la acumulación progresiva de ADN transgénico en las razas nativas de maíz, con efectos hasta ahora desconocidos (Turrent *et al.*, 2009). Por lo que recomiendan posponer la liberación de la siembra de maíz modificado genéticamente en México, hasta conducir la investigación que específicamente esclarezca el efecto de la acumulación progresiva de ADN transgénico sobre las más de 50 razas nativas de maíz.

Asimismo, Olivier De Shutter (2012), relator especial de Naciones Unidas sobre el derecho a la alimentación, recomendó al gobierno federal de México, llevar a cabo “un análisis independiente de los efectos de los cultivos genéticamente modificados con los que se está experimentando sobre el terreno, y se estudie la posibilidad de volver a declarar la moratoria de los experimentos sobre el terreno y del cultivo con fines comerciales de maíz transgénico”.

Desde el punto de vista agronómico, derivado de procesos naturales de evolución y adaptación, es preocupante la aparición de superplagas y supermalezas, debido a la resistencia tanto de los insectos (a la proteína *cry* de *Bacillus thuringiensis*, en el caso de los cultivos *Bt*) como de las malezas a los herbicidas, por ejemplo glifosato.

Asimismo, es importante la afectación a organismos benéficos para la agricultura y biodiversidad. Un estudio realizado por Hilbeck *et al.* (2012), muestra que el maíz transgénico *Bt* es letal para las larvas de catarinas (*Adalia bipunctata*).

3.5 Reformas propuestas a la Ley Federal de Variedades Vegetales

Mucho se ha documentado sobre las consecuencias ecológicas, agronómicas, socioeconómicas y culturales de la liberación comercial de maíz transgénico en México. Sin embargo, actualmente sobresalen las implicaciones del aspecto normativo y legal en la materia, que profundiza el grado de concentración y privatización tanto de la investigación agrícola, como de la producción y comercialización de semillas,

generando dependencia tecnológica y económica hacia unas pocas empresas transnacionales.

De acuerdo con el proyecto de decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley Federal de Variedades Vegetales (DOF, 1996), de la Comisión de Agricultura y Ganadería, publicado en la gaceta parlamentaria, año XV, número 3487-III, del día martes 10 de abril de la Cámara de Diputados (2012), algunos de los cambios que se proponen son los siguientes:

La primera propuesta importante de reforma es sobre el artículo primero, en el cual se incluye lo siguiente: “cuando se trate de variedades vegetales que sean organismos genéticamente modificados, su registro se sujetará a la presente ley”. Esto significa que, por ejemplo, un maíz transgénico podrá protegerse a través de una patente biotecnológica y también mediante derechos de obtentor, lo cual sugiere una doble protección.

Otro cambio significativo es la sustitución del término *proceso de mejoramiento* por el de *proceso de obtención*, lo cual sirve para fortalecer el punto anterior de los transgénicos, debido a que el primer término se refería a métodos de mejoramiento tradicionales no relacionados con ingeniería genética, pues los organismos modificados genéticamente se “obtienen” en un laboratorio, y no son resultados de un proceso de mejoramiento convencional en campo.

Se adiciona el concepto de *variedad esencialmente derivada*, como aquella que se obtiene principalmente de una variedad vegetal protegida como fuente inicial, y que conserva las expresiones de sus caracteres pertinentes, excepto aquellos que resulten de la derivación. Esto sienta las bases para que en caso de contaminación involuntaria, lo cual es muy común en maíz, se pueda demandar a los agricultores en cuyas parcelas aparezca esa variedad esencialmente derivada.

Se incluye el concepto *producto de la variedad*, entendiéndose como aquel obtenido directamente de la variedad protegida como un fruto, grano, plántula, plantas enteras, partes de plantas, o cualquier otra estructura vegetal para consumo humano, animal o industrial. Este concepto está incluido en la protección, lo que supone el pago para los portadores del derecho de obtentor no sólo de la semilla, sino de su producto, lo que lleva implícito el pago de regalías por los alimentos derivados de semilla protegidas bajo este régimen.

Los tiempos de protección se pretenden ampliar de 18 años a 25, para especies perennes (forestales, frutícolas, vides, ornamentales) y sus portainjertos; y de 15 años a 20, para las especies no incluidas en la categoría anterior.

3.6 Discusión

Las empresas transnacionales tienen el dominio de la producción y comercialización de semilla. Su modelo de negocio, basado en la venta de semilla junto con el agroquímico, se ha acentuado con el desarrollo de los cultivos biotecnológicos, sobre todo los

resistentes al glifosato, para hacer más obligatoria una compra conjunta por parte de los productores. Así, estas empresas tienden a ser la única opción para la adquisición de semilla comercial, derivado del espacio de mercado que dejó el desmantelamiento de la PRONASE.

Estas empresas invierten mucho dinero en investigación y desarrollo de sus materiales biotecnológicos, por lo que necesariamente deben recuperar esa inversión. Una manera de lograrlo es a través de la venta de grandes volúmenes de semilla. Por ello, atienden primordialmente a productores con grandes extensiones de tierra y mejor dotación de recursos tanto agronómicos como económicos, que producen para el mercado.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que los procesos de obtención promovidos por la nueva legislación, tiene un trasfondo político, en el cual se conjuntan fuerzas con intereses confrontados (Massieu, 2009). Derivado, las transnacionales han presionado para reformar las leyes y poder colocar en el mercado sus productos con la próxima expedición de permisos para la siembra comercial de maíz transgénico, además de la posibilidad de poder proteger de manera doble los mismos, bajo patente y derecho de obtentor, más la ampliación del tiempo de la protección.

Como lo afirma San Vicente (2011), es evidente que el gobierno federal no ha escatimado esfuerzo por abrir el camino a la autorización de permisos de siembra de transgénicos a favor de Monsanto, a partir de la reunión que sostuvo Felipe Calderón con Hugh Grant, presidente mundial de la empresa, en Davos en enero de 2009. Lo anterior, aun en contra de los contundentes estudios realizados por el propio gobierno, de

las opiniones de científicos nacionales y extranjeros, así como de los argumentos comerciales y del mismo interés público planteado por la sociedad, por lo que el gobierno mexicano avanza en su compromiso de otorgar permisos para la siembra de transgénicos en el país, reduciendo o anulando los pocos mecanismos de bioseguridad que contenía la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, para dar paso libre a la experimentación de esta tecnología.

Lo anterior va en perjuicio también tanto de la investigación agrícola pública como de los pequeños productores y empresas de producción de semilla locales, que no están en las mismas condiciones de competir.

Las instituciones públicas de investigación agrícola no cuentan con recursos económicos, materiales y humanos para llevar a cabo de manera adecuada sus actividades de investigación y desarrollo de nuevas variedades vegetales. Para las pequeñas empresas no es posible tener un programa de mejoramiento genético, debido a lo costoso y especializado del mismo. Además, estos dos actores de la industria de semilla no están debidamente articulados para lograr una mejor sinergia entre ambos. Finalmente, por el lado de los productores, éstos pueden correr el riesgo de ser demandados si por cuestiones ambientales, sus cultivos se llegaran a contaminar y adquirieran el gen y desarrollaran la variedad patentada de alguna empresa transnacional.

Ante tal panorama, existen una serie de oportunidades y alternativas. Con relación a la concentración de la industria de semillas en pocas empresas transnacionales, las

soluciones para aminorar los efectos de la existencia de un oligopolio en la oferta de semilla, de acuerdo con Howard (2009), tienen que ver con establecer barreras que obstaculicen los procesos de acumulación y con poner fin a la práctica de conceder patentes sobre organismos vivos. Otra opción es crear alternativas para la producción de semillas.

Actualmente, el impacto de las variedades mejoradas de maíz liberadas por el INIFAP y otras instituciones públicas en el comercio de semilla es limitado a pesar de que existen muy buenos materiales. Una causa es la insuficiencia, en número y tamaño, de empresas productoras de semilla que los multipliquen. Por ello, se requiere propiciar y apoyar el desarrollo de empresas mexicanas productoras de semilla para garantizar el abastecimiento de semilla certificada (González *et al.*, 2008).

Sin embargo, las pequeñas empresas y/o organizaciones de productores que se dedican a la producción de semilla mejorada de maíz se enfrentan a numerosos cuellos de botella, como la falta de acceso al germoplasma, aunado al largo proceso de liberación de variedades y a las restricciones al comercio, ambos aspectos vinculados principalmente al nivel de desarrollo de la legislación de semillas. Debido a ello, la transferencia de material genético entre los sectores público y privado debe ser mejorada para facilitar a las empresas de semillas el acceso a variedades adecuadas y adaptadas para que, junto con otras estrategias, se evite que estas empresas nacionales de semillas no crezcan dejando el sector de las semillas concentrado en empresas de semillas transnacionales (Langyintuo *et al.*, 2010).

Experiencias en Brasil y Argentina señalan que la empresa privada es un actor clave en el sector de semilla de maíz en los ambos países; asimismo, el fortalecimiento de la investigación pública y de las relaciones entre las instituciones y los productores de semillas es importante para el futuro de las pequeñas y medianas empresas que producen semillas. Se destaca la importancia de la política de propiedad intelectual en la definición de las formas de articulación entre los actores involucrados en el fitomejoramiento y la comercialización de nuevas variedades. Esta política debe formar parte de una estrategia institucional destinada a fortalecer los vínculos entre los actores y para que el sector público pueda desempeñar un papel clave en la formación de estos acuerdos (Salles-Filho *et al.*, 2008).

Singh *et al.* (2008) mencionan que la presencia de un programa de mejoramiento público fuerte para el desarrollo de variedades que puedan ser entregadas a los productores por agencias públicas y privadas de semillas, son opciones útiles para controlar las tendencias oligopólicas.

3.7 Conclusiones

La situación actual del mercado de semillas mejoradas de maíz en México es que está concentrado en tres empresas transnacionales: Monsanto, DuPont-Pioneer y Syngenta. Una característica de tales empresas es que su estrategia comercial, se ha basado en el uso de cultivos biotecnológicos, específicamente maíz genéticamente modificado, lo que les ha significado altos costos en investigación y desarrollo, por lo deben recuperar su inversión con la venta de grandes volúmenes de semilla. Esa es una de las causas por las

que sus principales clientes son productores con una orientación de mercado, que cuentan con grandes extensiones de tierra y con mejor dotación de recursos tanto agroecológicos como tecnológicos; dejando de lado a productores que no cuentan con tales características y generando la tendencia de ser la única opción para la adquisición de semilla comercial.

El componente que ha establecido la configuración del actual sistema formal de oferta de semilla mejorada de maíz en México, es el marco legal en materia de protección de propiedad intelectual. La presión de las empresas transnacionales para obtener permisos para la siembra comercial de maíz transgénico, con el objetivo de colocar en el mercado sus productos y recuperar la inversión erogada en investigación y desarrollo de los mismos; además de su influencia para tratar de reformar la legislación en materia de variedades vegetales con el fin de posibilitar la doble protección de sus materiales, tanto bajo patente como derecho de obtentor, junto con la ampliación del tiempo de protección; además de que acentúa el proceso de concentración y privatización en la producción y comercialización de semilla mejorada de maíz, tiene otras implicaciones en perjuicio de:

-Los agricultores de subsistencia, pues al existir patentes sobre organismos vivos, hay control y apropiación del conocimiento y saberes tradicionales de los campesinos mexicanos, y se les resta autonomía para llevar a cabo sus prácticas de selección, producción, conservación, diversificación y domesticación del germoplasma nativo, de acuerdo con sus necesidades, contrario al cumplimiento del objetivo principal de la

seguridad alimentaria, que es promover y garantizar la disponibilidad y acceso al alimento.

-La biodiversidad genética del país, con el peligro de las consecuencias ecológicas y agronómicas de la liberación comercial de maíz transgénico, que se sabe con certeza serán irreversibles si se contaminan las razas nativas del país.

-La investigación pública y las pequeñas empresas de semilla nacionales que no están en las mismas condiciones de competir.

Entonces cabe resaltar que las leyes deben fomentar la investigación y el desarrollo, proteger al agricultor y sus derechos de conservar, utilizar e intercambiar sus semillas nativas, asimismo, proteger la industria nacional de pequeñas empresas productoras de semilla, por lo que las modificaciones a la Ley Federal de Variedades Vegetales que favorecen la privatización de los recursos genéticos y acentúa la concentración y el poder de mercado de las empresas transnacionales, no se deben aprobar pues sería contraproducente a las recomendaciones anteriores.

Por lo anterior, es necesario incentivar la investigación agrícola, así como los procesos de innovación, pero sin que ello signifique fomentar las prácticas oligopólicas de un número reducido de empresas transnacionales. Políticas que articulen adecuadamente y fortalezcan la relación entre el sector público y las pequeñas empresas productoras de semilla locales son fundamentales para desconcentrar la industria.

CAPÍTULO 4. FACTORES E INNOVACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE MAÍZ EN OAXACA

4.1 Introducción

Las semillas mejoradas son aquellas que provienen de la aplicación de técnicas de mejoramiento genético tradicionales, que incluyen la identificación, selección y multiplicación a través de los años de varias generaciones de genotipos sobresalientes, con el fin de obtener plantas que presenten caracteres de interés, como son mayor rendimiento, tolerancia a heladas, sequías, plagas y enfermedades, además de otros atributos como son precocidad y adaptabilidad a las condiciones actuales y futuras de los diferentes ambientes (Besnier, 1989).

La importancia del uso de semillas mejoradas reside en que al ser una innovación, su meta es generar valor para el agricultor, con la mejora de su competitividad y rentabilidad, a través del rendimiento de los cultivos y la reducción de costos de producción por tonelada. Otra forma de generar valor es satisfacer la demanda alimenticia, y el uso de semillas mejoradas tiene impacto en la seguridad alimentaria de los hogares, sobre todo de los más pobres, al permitir satisfacer la cantidad requerida de alimentos debido a que los excedentes generados aumentan el consumo per cápita (Shiferaw *et al.*, 2014; Bezu *et al.*, 2014).

El maíz es el cultivo más importante de México, en términos económicos, socioculturales y alimentarios. En Oaxaca, cuarto estado que más superficie agrícola

dedica a este cultivo (601, 179 ha⁻¹), se produjeron 694, 554 toneladas de maíz, con rendimientos promedio de 1.22 t ha⁻¹ durante el año agrícola 2011 (SIAP, 2013). Este estado tiene un déficit anual de 180 mil toneladas (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2013), por lo que las últimas administraciones gubernamentales han planteado lograr la autosuficiencia estatal en la oferta de maíz. Por ello, como parte de la política pública se incluye el fomento e introducción de tecnologías que incrementen el rendimiento actual de maíz (Gobierno del Estado de Oaxaca-Banco Mundial, 2012) y las semillas mejoradas son una opción para lograrlo.

En 2012, el Gobierno del Estado de Oaxaca, implementó por primera vez el Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz. El programa consistió en dotar a los productores de semilla mejorada certificada de manera gratuita, lo que significó 12 mil 350 sacos de 20 kilogramos cada uno, sumando un total de 247 toneladas de semilla, para sembrar y producir maíz de consumo en las regiones de la Cuenca del Papaloapan, Valles Centrales, Costa, Mixteca, Cañada e Istmo.

Pese a los esfuerzos, sólo 8 % de la superficie sembrada con maíz utiliza estas semillas, lo que se considera bajo, comparado con otros estados del sureste mexicano, como Chiapas con 28 % y Guerrero con 57 % (SIAP, 2012). La baja cobertura de superficie con semilla mejorada se atribuye a limitaciones para su difusión, la adaptación ambiental y a los aspectos culturales y gastronómicos, que no cumplen con las expectativas, usos y costumbres de los agricultores. Aunado a lo anterior, existe un complejo causal más completo que explica el hecho de que los agricultores no estén usando semillas mejoradas. Este complejo no ha sido lo suficientemente estudiado en México y menos

aún en un estado con características tan diversas y particulares a la vez como lo es Oaxaca.

Normalmente, los agricultores adoptan una tecnología si esperan que les ayude a alcanzar sus metas ya sean económicas, sociales o ambientales. La percepción de los agricultores respecto al riesgo y su actitud hacia el mismo, juegan un papel decisivo en el proceso de toma de decisión de las unidades campesinas para la adopción de innovaciones tecnológicas.

La literatura menciona, que la incertidumbre que generan los agricultores se asocia a los riesgos percibidos en varios rubros. Por un lado, está la disponibilidad de recursos físicos y financieros con que cuentan, y por otro, los aspectos de rentabilidad esperada con el uso de la nueva tecnología. También el riesgo comercial vinculado a las ineficiencias de los mercados de venta. Además, influyen las características personales del agricultor en cuanto a su disposición parcial o total al cambio.

Así, en cuanto a las características personales del agricultor, estudios previos mencionan que la edad influye de manera positiva en la adopción, pues los agricultores tienen amplia experiencia y conocimientos agrícolas, que les permiten evaluar la información de las tecnologías y apreciar las ventajas que les ofrecen (Mignouna *et al.*, 2011). En cuanto a la escolaridad, los agricultores con más años de estudio, tienen mayor habilidad para procesar información y buscar tecnologías apropiadas para sus restricciones de producción, que aquellos con un menor nivel de escolaridad (Mariano *et al.*, 2012).

Con respecto a la disponibilidad de recursos físicos y financieros, la superficie total que refleja la riqueza del hogar, es un indicador de la capacidad de los agricultores para asumir mayores riesgos y estar dispuestos a usar semillas mejoradas de maíz (Lunduka *et al.*, 2012). Aunado, cuanto mayor sea la superficie sembrada con maíz, mayores son las probabilidades de adopción de semilla mejorada (Feleke y Zegeye, 2006). De acuerdo con Ouma y De Groote (2011) y Abebe *et al.* (2013) el acceso a crédito es significativo para la adopción de semillas mejoradas. Los agricultores que tienen acceso a crédito, pueden comprar semillas mejoradas de maíz, así como otros insumos (Paudel y Matsuoka, 2008).

Los aspectos de rentabilidad esperada con respecto al logro de resultados satisfactorios con el uso de la nueva tecnología, tienen que ver con el rendimiento. De acuerdo con Matuschke y Qaim (2009), la probabilidad de adoptar semillas mejoradas aumenta en cuanto un agricultor percibe que su potencial de rendimiento es más alto que el de las locales existentes. Además, cuando los agricultores experimentan por sí mismos un aumento en el rendimiento con su uso, son más propensos a continuarlo hasta consolidar la adopción (Mignouna *et al.*, 2011).

Considerar el destino de la producción de maíz, así como la estructura y funcionamiento de los mercados es crucial para la adopción de semillas mejoradas. Chianu *et al.* (2007) menciona que un buen acceso a los mercados, fomenta el proceso de intensificación agrícola ya que asegura que la producción se comercialice con ganancias razonables, factor clave en la decisión de los agricultores de adoptar o no maíz mejorado.

Además de los factores que explican la adopción de semillas mejoradas, existen prácticas de cultivo asociadas a este uso. Tura *et al.* (2010), indican que la adopción de un componente del paquete tecnológico aumenta la probabilidad de que los agricultores utilicen otros componentes esenciales del mismo por más tiempo. Aunque las semillas mejoradas contribuyen por sí mismas al incremento de la productividad, su uso debe complementarse con la práctica de otras innovaciones y el uso de insumos complementarios que les permitan expresar todo su potencial genético.

La disponibilidad de agua es un aspecto que los agricultores consideran para su decisión de adoptar semillas mejoradas (Zavale *et al.*, 2005). El acceso a una infraestructura de riego adecuada permite una mejor gestión del agua y reduce el riesgo de inversión en una nueva tecnología (Minten y Barrett, 2008).

También para lograr aumento del rendimiento además de las semillas mejoradas, es necesario una buena gestión de la fertilidad del suelo, el uso de fertilizantes apropiados con la formulación y dosis correcta, así como el control de malezas, plagas y enfermedades (Vanlauwe *et al.*, 2010 y Muzari *et al.*, 2012).

La hipótesis de esta investigación fue que las características del agricultor y de su unidad de producción, además de aspectos como el acceso a recursos financieros, de infraestructura y a mercados, relacionados con la rentabilidad esperada y el riesgo percibido, son los factores que más influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas. En cuanto a las innovaciones, se espera que si el agricultor ya usa o ha adoptado ciertas innovaciones, también adoptará semillas mejoradas, aunque exista una

fuerte competencia de estas con las semillas nativas, debido a que su uso está relacionado con la adopción de un paquete tecnológico.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar los factores e innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores de Oaxaca, con el fin de conocer sus motivaciones y limitaciones, para que la puesta en marcha de los programas derivados de la implementación de la política pública, estén orientados de manera eficiente y se logre incentivar el uso de semillas mejoradas para disminuir el déficit en la producción de maíz del estado.

4.2 Materiales y métodos

La identificación de los factores e innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz de los agricultores de Oaxaca, comprendió más de 90 municipios, distribuidos en los siete Distritos de Desarrollo Rural que comprenden el estado: Cañada, Costa, Huajuapán de León, Istmo, Sierra Juárez, Tuxtepec y Valles Centrales.

Los datos utilizados para el estudio se derivaron del mapeo de redes de innovación del estado de Oaxaca 2013, llevado a cabo por el CIMMYT y el CIESTAAM de la Universidad Autónoma Chapingo.

La muestra trabajada fue de 2,118 productores de maíz que fueron seleccionados, mediante muestreo no probabilístico, a juicio de un grupo multidisciplinario de

investigadores especialistas de ambos centros, basado en sus años de experiencia tanto en la producción de maíz como de trabajo en el estado. Los criterios de selección fueron lograr la mayor cobertura territorial y abarcar los diferentes perfiles de los agricultores oaxaqueños, que además tuvieran la disposición a ser entrevistados en sus parcelas, para la verificación de la información solicitada. Los encargados de la aplicación de las encuestas fueron asesores técnicos.

Con la información obtenida se construyó una base de datos integrada por variables cuantitativas y cualitativas que incluían entre otras, características del agricultor y de su unidad de producción, innovaciones agrícolas practicadas, rendimientos obtenidos, acceso a recursos en general y aspectos de riesgo percibido.

Para el análisis se usaron modelos Logit, cuyos parámetros se estimaron con el método de Máxima Verosimilitud (Agresti, 2007), mediante el paquete estadístico SAS 9.0. Estos modelos son los más utilizados para identificar variables que inciden en la decisión del agricultor para la adopción de innovaciones agrícolas (CIMMYT, 1993).

La especificación de los modelos Logit, es la siguiente (Gujarati y Porter, 2010):

$$L = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \sum \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

Donde L es el logaritmo de la razón de las probabilidades, ln es el logaritmo natural, P_i = prob (y = 1), es la probabilidad condicional de que un agricultor use semillas

mejoradas; $(1 - P_i) = \text{prob}(y = 0)$, es la probabilidad condicional de que un agricultor no use semillas mejoradas; β_j 's son los parámetros a estimar; X_{ij} 's son el conjunto de variables explicativas, y ε_i es el término error.

Para la presente investigación se especificaron dos modelos Logit.

Un primer modelo para determinar los factores que influyen en la probabilidad de decisión de uso de semillas mejoradas de maíz: $\text{Uso de semilla} = \beta_0 + \beta_1 (\text{EDA}) + \beta_2 (\text{ESC}) + \beta_3 (\text{SM}) + \beta_4 (\text{ST}) + \beta_5 (\text{REN}) + \beta_6 (\text{CRE}) + \beta_7 (\text{RIE}) + \beta_8 (\text{VC}) + \varepsilon_i$

Donde “uso de semilla” es la variable dependiente dicotómica igual a uno, si el agricultor usa semillas mejoradas de maíz, e igual a cero en caso contrario³. EDA es la edad del agricultor; ESC es la escolaridad concluida del agricultor; SM es la superficie sembrada con maíz; ST es la superficie total con que cuenta el agricultor; REN es el rendimiento obtenido en la cosecha 2013; CRED es acceso al crédito; RIE es régimen hídrico de riego y VC son ventas por contrato.

Un segundo modelo para determinar las innovaciones que influyen en la probabilidad de decisión de uso de semilla mejorada de maíz: $\text{Uso de semilla} = \beta_0 + \beta_1 (\text{AS}) + \beta_2 (\text{FB}) + \beta_3 (\text{FF}) + \beta_4 (\text{CM}) + \beta_5 (\text{CE}) + \beta_6 (\text{CP}) + \varepsilon_i$

³ En ambos modelos, el agricultor que usa semillas mejoradas de maíz, es aquel que sembró semilla categoría certificada, adquiridas en casas comerciales o recibidas a través del Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz 2013. El que no usa semillas mejoradas, es aquel que sembró sus propias semillas nativas.

Donde “uso de semilla” es la variable dependiente dicotómica igual a uno, si el agricultor usa semillas mejoradas de maíz, e igual a cero en caso contrario. AS análisis de suelo; FB fertilización balanceada (nitrógeno, fósforo y potasio y otros nutrientes limitantes); FF fertilización fraccionada (varias aplicaciones en diferentes etapas del cultivo); CM control de malezas (a través de métodos químicos o físicos); CE control de enfermedades (a través de métodos químicos); y CP control de plagas (a través de métodos químicos o biológicos).

También se realizó una prueba t de Student para comparar medias de las variables cuantitativas y determinar la existencia de diferencias significativas entre los agricultores que usan semillas mejoradas de maíz y los que no las usan. Para analizar la asociación de las variables cualitativas con la variable dependiente dicotómica se realizaron pruebas de chi-cuadrada.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Características de los agricultores que usan semilla mejorada

De un total de 2,118 productores, 25 % usaron semilla mejorada de maíz en el ciclo primavera-verano 2013.

En promedio, estos agricultores tienen más edad y escolaridad que los que no usan semilla mejorada, poseen el doble de hectáreas tanto de superficie sembrada con maíz como superficie total y más rendimiento por hectárea.

También un mayor porcentaje de ellos, cuenta con acceso a recursos financieros, de infraestructura, así como a mercados (Cuadro 4-1).

Cuadro 4-1. Relación de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Variable	Sí usa semillas mejoradas N=533	No usa semillas mejoradas N=1585	Prueba de t Chi Cuadrada
Edad (años)	50.7	48.8	0.0104
Escolaridad (años)	6.7	4.9	< 0.0001
Superficie maíz (ha ⁻¹)	2.1	1.1	< 0.0001
Superficie total (ha ⁻¹)	3.8	2.0	< 0.0001
Rendimiento (t ha ⁻¹)	3.5	1.0	< 0.0001
Crédito [§] (%)	17.6	0.8	< 0.0001
Riego [§] (%)	34.9	7.4	< 0.0001
Ventas [§] (%)	13.0	0.1	< 0.0001

Fuente: Elaboración propia

[§] Corresponde al porcentaje de agricultores que sí tiene acceso a crédito, riego y ventas por contrato en cada grupo respectivamente.

Con respecto a innovaciones realizadas, los porcentajes son mayores en los agricultores que usan semilla mejorada de maíz, en comparación con los agricultores que utilizan semilla nativa (Cuadro 4-2).

La comparación de los dos grupos de agricultores, muestra la existencia de diferencias significativas tanto en los factores estudiados como en las innovaciones, lo que implica que están asociados con la decisión de un agricultor para adoptar semillas mejoradas.

Cuadro 4-2. Relación del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, control de malezas, enfermedades y plagas, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Variable	Sí usa semillas	No usa semillas	Chi Cuadrada
	mejoradas N=533	mejoradas N=1585	
Análisis de suelo [§] (%)	18.8	2.3	< 0.0001
Fertilización balanceada [§] (%)	45.6	17.3	< 0.0001
Fertilización fraccionada [§] (%)	40.9	18.6	< 0.0001
Control de malezas [§] (%)	78.8	56.5	< 0.0001
Control de enfermedades [§] (%)	37.3	11.8	< 0.0001
Control de plagas [§] (%)	61.2	25.6	< 0.0001

Fuente: Elaboración propia

[§] Corresponde al porcentaje de agricultores que sí realiza la innovación en cada grupo respectivamente.

4.3.2 Factores que influyen en la adopción de semilla mejorada de maíz

Los factores ventas por contrato, crédito, rendimiento, riego, escolaridad y superficie total, al ser significativos al 1 %, influyen en la probabilidad de decisión de adopción de semilla mejorada de maíz (Cuadro 4-3).

Cuadro 4-3. Efecto de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

VARIABLES INDEPENDIENTES	C.E. (β)	E.E.	X ²	Sig.	Exp (β)
Intercepto	-4.9236	0.3917	158.0327	< 0.0001	
Ventas	2.9944	1.1058	7.3329	0.0068	20
Crédito	1.7338	0.4157	17.3944	< 0.0001	5.7
Rendimiento	1.2679	0.0728	303.6863	< 0.0001	3.6
Riego	1.2768	0.1821	49.1629	< 0.0001	3.6
Escolaridad	0.0975	0.0239	16.6469	< 0.0001	1.1
Superficie total	0.1116	0.0341	10.7390	0.0010	1.1
Edad	0.0079	0.0057	1.9146	0.1665	1.0
Superficie maíz	-0.0783	0.0828	0.8956	0.3440	0.9

C.E. (β): Coeficiente estimado; E.E: Error estándar; X²: Chi cuadrada calculada; Sig: Significancia; Exp (β): Ratios de probabilidad.

4.3.3 Innovaciones que influyen en la adopción de semilla mejorada de maíz

Las innovaciones que inciden son el análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, así como control de plagas, enfermedades y malezas (Cuadro 4-4).

Cuadro 4-4. Efecto del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada y control de malezas, enfermedades y plagas, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

VARIABLES INDEPENDIENTES	C.E. (β)	E.E.	X ²	Sig.	Exp (β)
Intercepto	-2.398	0.1149	435.7653	< 0.0001	
Análisis suelo	1.7627	0.2277	59.9118	< 0.0001	5.8
Control de plagas	0.8758	0.1329	43.4168	< 0.0001	2.4
Fertilización balanceada	0.8180	0.1267	47.7118	< 0.0001	2.3
Fertilización fraccionada	0.7338	0.1265	33.6463	< 0.0001	2.1
Control de enfermedades	0.6046	0.1421	18.1142	< 0.0001	1.8
Control de malezas	0.3202	0.1378	5.4012	0.0201	1.4

C.E. (β): Coeficiente estimado; E.E: Error estándar; X²: Chi cuadrada calculada; Sig: Significancia; Exp (β): Ratios de probabilidad.

Conforme a los resultados de los ratios de probabilidad, son las ventas por contrato, el crédito, el riego y el rendimiento, los factores que tienen mayor impacto en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz. Las innovaciones son análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, además de control de plagas y enfermedades. La bondad de ajuste de los modelos, tuvo una tasa de predicción correcta del 88 %.

Las ventas por contrato fueron el factor más importante que incide en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 13 % tienen ventas por contrato; comparado con sólo 0.1 %, de los agricultores que no las usan. Los agricultores con ventas por contrato, son 20 veces más propensos a usar semillas mejoradas que aquellos que no tienen un comprador seguro para su producción.

Sin embargo, el porcentaje de agricultores que usa semillas mejoradas de maíz con ventas por contrato es bajo. Además, al analizar esta variable junto con los valores promedio tanto de superficie total como de superficie sembrada con maíz, se aprecia que los agricultores que usan semillas mejoradas no se pueden considerar agricultores comerciales, ni por el tamaño de extensión de la tierra que poseen y siembran, ni por su orientación hacia al mercado. En Oaxaca, la mayoría de la producción de maíz se destina para autoconsumo y la que se comercializa se dirige a mercados locales.

Según Feleke y Zegeye (2006) cuando los agricultores están alejados de los mercados tienden a estar menos orientados hacia el mismo, porque sus decisiones de uso de tecnología se basan más en la producción de subsistencia que en las consideraciones de rentabilidad. En consecuencia, no están interesados en invertir sus recursos escasos en semillas mejoradas, siempre y cuando las semillas nativas les proporcionen una producción que solvete sus necesidades.

En ese sentido, el costo de oportunidad de cambiar las semillas nativas por semillas mejoradas, implica para los agricultores de autoconsumo, no tener que comprar maíz,

pues con el aumento de rendimiento podrían satisfacer su demanda familiar, y para los agricultores que decidan producir para el mercado, conlleva invertir y adoptar el paquete tecnológico de manera integral para que les genere una mayor producción.

De acuerdo con Mabah y Oyekale (2012), si un agricultor cambia de autoconsumo a una producción orientada a mercado, la probabilidad de adoptar el paquete tecnológico completo para maíz se acerca a 1, es decir a la probabilidad de que lo adopte totalmente. Alene (2007) en su estudio sobre producción de maíz en Etiopía, encontró que los agricultores aumentaban su producción en promedio 26 % si adoptaban las prácticas recomendadas, junto con un uso óptimo de insumos. Ello permitía reducir los costos de producción en un promedio de 39 %, lo que aumentaba la rentabilidad de la producción de maíz mejorado.

Con respecto a los rendimientos, los agricultores que usan semillas mejoradas de maíz, tienen 3.5 t ha^{-1} de rendimiento promedio, que excede tanto la media de producción nacional (2.91 t ha^{-1}) como la del estado (1.22 t ha^{-1}), mientras que los que no las usan tienen un promedio de 1.0 t ha^{-1} . Además, ante un incremento en el rendimiento promedio, la probabilidad de uso de semilla mejorada aumenta 3.6 veces.

El riego también influye de manera altamente significativa en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 34.9 % tienen régimen de riego comparado con 7.4 % de los que no la usan. Los agricultores con riego de la muestra, son 3.6 veces más propensos a usar semillas mejoradas que aquellos que tienen régimen de temporal.

El acceso a crédito resultó ser el segundo factor más importante que interviene en la decisión de uso de semillas mejoradas. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 17.6 % tienen acceso a crédito, comparado con menos del 1 % de los que no las usan. Los agricultores con acceso a crédito, son 5.7 veces más propensos a usar semillas mejoradas, que aquellos que no lo tienen. Sin embargo, el 82.4 % de los agricultores que usan semillas mejoradas en el estado no tienen acceso a crédito.

Además de las imperfecciones en los mercados de crédito, los problemas de su accesibilidad se deben a la incapacidad de un prestatario para comprometerse con el cumplimiento de un contrato de deuda. Para contrarrestar ese aspecto, Giné y Yang (2009), mencionan que se han implementado estrategias como en el caso de Malawi, donde las instituciones de microfinanzas ofrecen préstamos para semilla híbrida a grupos de 10 a 20 agricultores, como contratos colectivos de responsabilidad civil. De esa manera, cada agricultor tiene su préstamo individual, pero el grupo es solidariamente responsable por los préstamos de todos.

De manera similar, Muñoz *et al.* (2002) mencionan la experiencia en México de la Central de Servicios para el Desarrollo Rural de Puebla A.C., cuya estrategia de intermediación financiera fue la formación de grupos solidarios a nivel de ejidos o comunidades. Los grupos a través del fomento del ahorro, pueden tener derecho a un préstamo, pero todos tienen responsabilidad conjunta por los préstamos recibidos por cada uno de sus miembros, para que en caso de que alguno de los integrantes no pague su crédito, se suspenda el crédito a todo el grupo a fin de que ejerzan presión sobre el moroso.

Con relación a las innovaciones, el análisis de suelo, fue la que más incide en la decisión de adopción de semillas mejoradas. De los agricultores que las usan, 18.8 % hacen análisis de suelo comparado con 2.3 % de los agricultores que no las usan. Los agricultores que hacen análisis de suelo, son 5.8 veces más propensos a usar semillas mejoradas, que aquellos que no lo realizan.

Aunado, tanto la fertilización balanceada como la fraccionada, resultaron ser innovaciones que también influyen. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 45.6 % hacen fertilización balanceada y 40.9 % fertilización fraccionada, comparado con 17.3 % y 18.6 % respectivamente de los agricultores que siembran semillas nativas. Además, los agricultores que hacen fertilización balanceada son el doble de propensos a usar semilla mejorada que aquellos que no fertilizan de esa manera. La misma propensión aplica para fertilización fraccionada.

En cuanto al control de enfermedades y plagas, de los agricultores que usan semillas mejoradas, 37.3 % hacen control de enfermedades y 61.2 % control de plagas, comparado con 11.8 % y 25.6 % respectivamente de los agricultores que siembran semillas de variedades locales.

Los resultados anteriores muestran que en el caso de Oaxaca, sí se está dando un proceso de adopción completo, pues los agricultores que usan semillas mejoradas, también llevan a cabo las innovaciones recomendadas del paquete tecnológico para maíz. Alene y Hassan (2005) encontraron que aunque los agricultores usaban semillas mejoradas, la mayoría eran adoptantes parciales que no adoptaban las prácticas de manejo de cultivo

recomendadas para explotar plenamente el potencial de rendimiento del maíz mejorado. La adopción de todo el paquete tecnológico es importante porque es más rentable que la adopción de un componente o algunos componentes del paquete.

4.4 Conclusiones

El acceso a mercados, recursos financieros y de infraestructura, relacionados con un mayor riesgo percibido, además de aspectos relacionados con rentabilidad esperada, tienen mayor impacto en la adopción de semillas mejoradas que las características del agricultor y de su unidad de producción. Los factores identificados en este estudio que influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas son tener ventas por contrato, acceso a crédito, riego y alcanzar un mayor rendimiento. Las innovaciones analizadas, conforman un paquete tecnológico y confirman que el uso de semillas mejoradas está asociado a la adopción integral del mismo. Las innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas son análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, además de control de plagas y enfermedades. Ambos, los factores e innovaciones, tienen que ver con la minimización del riesgo, tanto para cumplir de manera satisfactoria los objetivos técnicos como comerciales del uso de la nueva tecnología. La política pública para fomentar la adopción de semillas mejoradas, debe estar orientada a impulsar el acceso a crédito para los pequeños productores a través de estrategias de fomento de ahorro y responsabilidad colectiva, con el fin de que pueden tener la liquidez suficiente para adquirir los insumos e invertir en infraestructura necesarios para aplicar el paquete tecnológico completo; y a impulsar sus posibilidades de participación en mercados regionales, además de aumentar las ventas por contrato

entre los agricultores y la industria estatal. Esto sería un gran incentivo para cambiar de semillas nativas a mejoradas, si se tiene un mercado seguro para los excedentes de producción, lo que permitirá aumentar la oferta de maíz, disminuir el déficit en la producción y lograr la autosuficiencia a nivel estatal. Sin embargo, la perspectiva es que no se pueden esperar grandes avances en el aumento de la cobertura de superficie sembrada con semillas mejoradas de maíz, al menos en el corto plazo, debido a la incompatibilidad del uso de estas y la adopción conjunta de un paquete tecnológico, con la forma de producción basada en variedades locales, la siembra de semillas seleccionadas por los propios agricultores y técnicas tradicionales de cultivo, llevada a cabo por la mayoría de los productores del estado de Oaxaca.

CAPÍTULO 5. NICHOS DE MERCADO PARA LA OFERTA DE SEMILLA MEJORADA DE MAÍZ EN OAXACA

5.1 Introducción

El maíz en el estado de Oaxaca, tuvo gran variabilidad en términos de rendimiento, dinámica de crecimiento anual y volumen de producción durante el periodo 2005-2011. Pese a su producción de casi 700 mil toneladas en el año agrícola 2011 (SIAP, 2013), ésta no ha sido suficiente para respaldar la seguridad alimentaria de la población, pues se tiene un déficit de 180 mil toneladas para consumo humano. Por ello, el gobierno del Estado tiene como meta superar el millón de toneladas producidas anualmente, mejorando el rendimiento por hectárea de 1.2 a 2.0 toneladas por hectárea, con el uso de semilla mejorada de maíz (Gobierno del Estado de Oaxaca-Banco Mundial, 2012).

Si bien, la mayoría de la producción de maíz en el estado se lleva a cabo bajo el sistema tradicional, con uso de variedades locales; este convive con el sistema de producción empresarial, en el cual se emplean técnicas de producción de alto rendimiento, basadas en el manejo de sistemas de irrigación, uso de insumos y de semilla mejorada (CIESAS, 2010).

No obstante, sólo 8 % de la superficie sembrada con maíz en Oaxaca utiliza semilla mejorada. La disponibilidad de semilla mejorada, es un aspecto importante para la generación de demanda, dada su influencia en la decisión de adopción del agricultor. Aún si los agricultores conocen los beneficios de ellas y están dispuestos a adoptar, la

adopción no tendrá lugar si falta una cantidad suficiente y asequible de semilla de alta calidad (Kosarek *et al.*, 2001). Si la semilla mejorada no está disponible al momento de la siembra, esto implica una restricción al suministro y un costo mayor por su utilización (Suri, 2011) y los agricultores prefieren sembrar variedades locales de maíz, porque las semillas están disponibles más fácilmente (Daniel y Adetumbi, 2006). El fácil acceso a semillas de calidad e información puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones respecto a su adopción, así como el hecho de adquirirla de una fuente confiable. El aumento de la disponibilidad de semilla y la ampliación de las redes de distribución mejoran el acceso de los agricultores a las semillas comerciales (Singh *et al.*, 2008).

Así, el problema del bajo uso de semilla mejorada en el estado, está precisamente en que no existe un sistema formal de oferta de semilla (Badstue *et al.*, 2006), lo que implica que se tenga un déficit de semilla mejorada de maíz de 1,544 toneladas (García y Ramírez, 2014).

Un sistema formal de semillas es necesario para asegurar la oferta eficiente de semilla y es aquel que va del fitomejorador al agricultor. Puede ser privado, donde la oferta la proveen grandes empresas transnacionales; o una combinación del sector público y privado, a través de las instituciones de investigación, las cuales brindan semilla original a empresas nacionales, que se encargan de su producción y comercialización. Su objetivo es suministrar semilla de calidad, pura y certificada, de nuevas variedades uniformes, que han sido evaluadas para probar su adaptación a determinados sistemas agrícolas (Bentley, 2011).

En México, la oferta de semilla mejorada de maíz está concentrada en empresas transnacionales que atienden principalmente a productores con grandes extensiones de tierra y una mejor dotación de recursos tanto agroecológicos como tecnológicos, por lo que existe un segmento del mercado que no es de interés para este tipo de empresas, pues no cumple con el perfil de clientes establecido por ellas (Luna *et al.*, 2012).

Una opción para atender a productores con características particulares, como son los de pequeña escala, con superficies de tierra menores de 5 hectáreas y para regiones agroecológicas especiales, es el establecimiento de pequeñas empresas productoras de semilla a escala local (Luna *et al.*, 2012).

Loch y Boyce (2003), mencionan que el sector privado es el responsable de la producción efectiva y de la entrega de semillas en el momento oportuno a usuarios finales dentro de la base de política que ha sido fijada por gobierno. Por otro lado, Kosarek *et al.* (2001), señalan que un factor que influye en la difusión de semilla mejorada de maíz es la participación del sector privado, pues dado que las empresas compiten por clientes potenciales, ello hace que intensifiquen sus esfuerzos de marketing, y que desarrollen la conciencia de marca de sus productos, además de la confianza y la lealtad del cliente, lo que estimula la adopción de nuevas tecnologías.

Por lo anterior, y con el fin de crear alternativas para la oferta de semilla mejorada de maíz, que contravengan el proceso de concentración actual, es importante fomentar la participación del sector privado en la oferta de semilla, con la creación de pequeñas empresas locales productoras y comercializadoras de semilla y poder así constituir un

sistema formal de oferta de semilla a nivel estatal y que no existan problemas de disponibilidad.

Los agricultores de Oaxaca son un grupo heterogéneo, que se diferencia en términos de edad, años de estudio, ubicación, superficie total con que cuentan, superficie sembrada con maíz, tipo de régimen hídrico, acceso a crédito y mercados, entre otros. Por ello, la agrupación de los agricultores en clases similares, y por tanto, su segmentación en base a sus perfiles, es importante para que las pequeñas empresas productoras y comercializadoras de semilla, dirijan sus esfuerzos de oferta y definan estrategias de comercialización exitosas.

Dentro de un mercado, un segmento consiste en un subgrupo de consumidores que comparte una o más características que provocan necesidades de productos similares. Una empresa lleva a cabo la segmentación de mercados con el objetivo de establecer y caracterizar el mercado meta al que la empresa decide servir. Los segmentos deben ser rentables, identificables, mensurables, accesibles y con capacidad de respuesta (Lamb *et al.*, 2006).

Las variables de segmentación pueden ser geográficas; las cuales dividen al mercado en diferentes unidades como regiones, estados y municipios; demográficas, en base a edad, género, tamaño de la familia, ingreso, ocupación, grado de estudios; psicográficas, que toman en cuenta la personalidad del consumidor, su estilo de vida, intereses, opiniones y actitudes; y las conductuales, basadas en el comportamiento del cliente con respecto al producto, como la lealtad a la marca y la disposición para comprar (Goyat, 2011).

Las empresas pueden adoptar estrategias de mercado, en las cuales subdividen su segmento de mercado, en una fracción más específica, llamada nicho de mercado, con el fin de concentrar sus esfuerzos de ventas y de esta manera enfocarse en conocer las necesidades, motivos y satisfacciones de los miembros de dicho nicho, así como en el desarrollo y mantenimiento de una mezcla de mercadotecnia muy especializada para el mismo (Kotler y Armstrong, 2003).

De esa manera, las empresas pequeñas se pueden afianzar en mercados con competidores más grandes y con mayores recursos, pues al obtener una participación importante en un nicho, la empresa obtiene una posición fuerte en el mercado porque conoce mejor las necesidades de sus consumidores en el nicho que atiende y por la reputación especial que adquiere.

Por lo tanto, el objetivo fue establecer nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca, a través de una segmentación de mercados, para la participación de pequeñas empresas productoras de semilla locales y conformar el sistema formal de oferta de semilla estatal, que permita contar con disponibilidad de semilla y priorizar su uso por regiones y perfiles de productores, con el fin de incrementar el rendimiento de maíz.

5.2 Materiales y métodos

Una muestra de 2,118 productores de maíz, que comprendió 96 municipios en las diferentes regiones del estado, fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico, a juicio de un grupo multidisciplinario de investigadores especialistas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y del Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo. Lo anterior, derivado del mapeo de redes de innovación del estado de Oaxaca en 2013 y basado en sus años de experiencia, tanto en la producción de maíz como de trabajo en el estado. Los criterios de selección fueron lograr la mayor cobertura territorial y abarcar los diferentes perfiles de los agricultores oaxaqueños, que además tuvieran la disposición a ser entrevistados. Los encargados de la aplicación de las encuestas fueron asesores técnicos.

Con la información obtenida, se elaboró una base de datos que incluyó las variables geográficas, municipio y DDR; las demográficas, género, edad, años de estudio y aquellas que reflejan los ingresos del agricultor como régimen hídrico y acceso a crédito; las psicográficas, superficie sembrada con maíz, que se asocia al riesgo percibido por el agricultor; y la conductual ventas por contrato, que tiene que ver con los beneficios de calidad y rendimiento que se buscan de la semilla para asegurar al cliente o mercado.

Para la definición de los nichos de mercado potenciales se utilizó el paquete estadístico SPSS. El método empleado fue análisis multivariado, a través de la técnica CHAID

(Chi-squared Automatic Interaction Detection), un algoritmo basado en el estadístico chi-cuadrado, el cual a través de análisis de segmentación, muestra la dependencia entre variables, al elegir la variable predictora que presenta la interacción más fuerte con la variable dependiente (Escobar, 1998), que en este caso es el uso o no de semilla mejorada de maíz.

Los resultados se despliegan en un árbol de decisión, que es la forma gráfica para mostrar cómo fluye el modelo y visualizar los diferentes grupos, además de las relaciones entre ellos. Un árbol de decisión comienza con un conjunto de datos que sucesivamente se divide en subconjuntos discretos que se excluyen mutuamente. Hay un nodo raíz que se divide en dos o más nodos, que se dividen sucesivamente hasta que el algoritmo decide que el árbol está completo (Blattberg *et al.*, 2008).

5.3 Resultados y discusión

5.3.1 Nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en Oaxaca

El nodo 0 que describe la variable dependiente, muestra que 25 % de los agricultores usan semilla mejorada de maíz. El uso de semilla mejorada se ramifica en cinco nodos en función del DDR, lo que indica que ésta es la principal variable predictora (Figura 5-1).

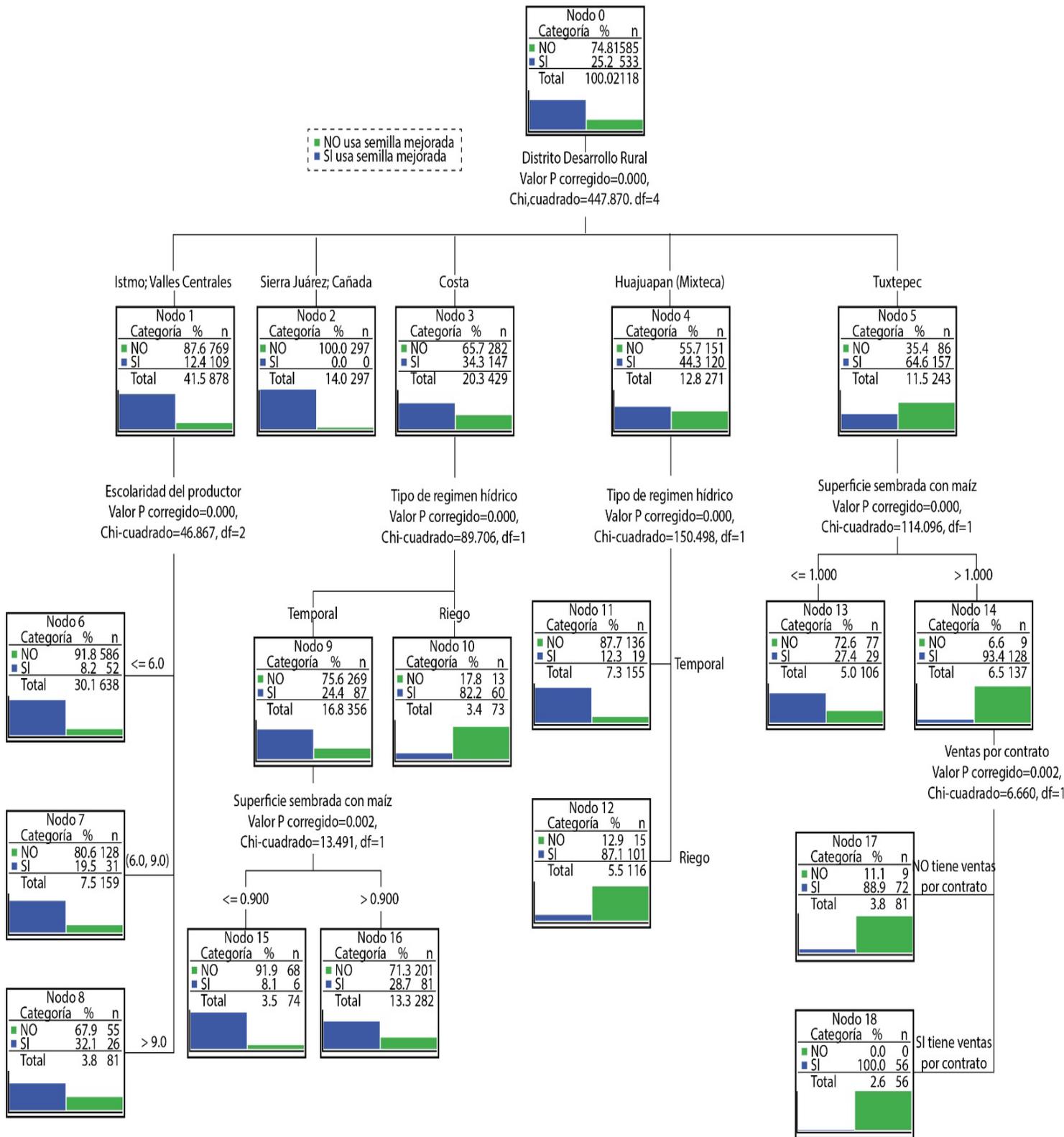


Figura 5-1. Árbol de decisión con nichos de mercado para la oferta de semilla mejorada de maíz en Oaxaca

Los DDR son una adecuada primer variable de segmentación de los agricultores para la oferta de semilla mejorada de maíz debido a que, son las unidades de acción de las políticas y programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), definidos por un conjunto de municipios, con dinámicas específicas configuradas a partir de sus aspectos demográficos y territoriales y en los que la población rural participa en diversas actividades económicas para subsistir, su configuración depende también de aspectos geográficos y ecológicos y del tipo de dispersión o de concentración de los asentamientos humanos (CIESAS, 2010).

5.3.2 Caracterización de los Distritos de Desarrollo Rural y perfil de productores de Oaxaca

Tuxtepec

Es el DDR donde hay mayor uso de semilla mejorada, en el cual 65 % de los agricultores la siembra. Ubicada en la Cuenca del Papaloapan, es la región del estado donde más llueve con precipitaciones en rangos de 1,500 milímetros. Se caracteriza por la calidad de sus tierras y debido a su vocación agrícola, conforma unas de las zonas productoras más importantes del estado (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 a). Considerando sólo los cultivos anuales, el maíz representa el 81 % del valor de la producción del DDR, con un precio medio rural promedio de 4,494.50 pesos por tonelada (SIAP, 2014 a).

La superficie sembrada con maíz, es la variable que subdivide al segmento de mercado del DDR Tuxtepec. El 93 % de los agricultores que sembraron más de una hectárea, usaron semilla mejorada. A su vez, de este último nicho de mercado de agricultores, aquellos que tenían ventas por contrato, el 100 % usaron semilla mejorada.

Al respecto de la superficie sembrada, de acuerdo con el CIESAS (2010), el cálculo de número de hogares por municipio, superficie y tipo de propiedad, indica que hay un relativo equilibrio en el acceso a la tierra por hogar en la región. Lo anterior hace del espacio territorial del DDR Tuxtepec, el de mayor número de hectáreas promedio por hogar, en el contexto estatal.

El promedio de la superficie sembrada con maíz de los agricultores que usan semilla criolla es de 0.88 ha y de los que siembran semilla mejorada de 3.15 ha. Asimismo, el promedio de la superficie total con que cuentan es de 1.83 ha y 4.98 ha respectivamente. Lo anterior indica que existe la posibilidad de que los agricultores que usan semilla criolla, aumenten la superficie dedicada a la siembra de maíz con semilla mejorada, por lo que no hay una limitación en cuanto al acceso a tierra.

En el DDR se ha fomentado la creación de sociedades de producción rural para maíz (CIESAS, 2010), lo que es una muestra del nivel de organización en la región y la posible causa de que los agricultores tengan acceso a ventas por contrato.

Los municipios de la muestra donde hay un mayor uso de semilla mejorada son Ayotzintepc, Santiago Yaveo y San Juan Cotzocón; los cuales son los municipios con

mayores rendimientos del DDR Tuxtepec: 4.76, 2.62 y 2.58 ton/ha respectivamente (SIAP, 2014 a). La productividad agrícola y el precio medio rural, muestran la rentabilidad del maíz para el DDR de Tuxtepec.

Huajuapán

Con 44 % de los agricultores, es el segundo DDR con mayor uso de semilla. El 55 % del valor de la producción del DDR corresponde a maíz (SIAP, 2014 a). Para este DDR que comprende la región de la Mixteca, la variable tipo de régimen hídrico, es la que subdivide a este segmento de mercado. Del nicho de mercado de los agricultores con riego, el 87 % usan semilla mejorada.

El alto porcentaje de agricultores que tienen riego y usan semilla mejorada, se debe a que como mencionan diversos autores (Wang *et al.*, 2012, Mariano *et al.*, 2012 y Mendola, 2007) existe una alta correlación positiva entre contar con infraestructura de riego y la adopción de variedades mejoradas.

En lo que respecta al nicho de mercado de los agricultores con temporal, cabe destacar que cada año se establecen 137 mil ha de cultivos para aprovechar el régimen de secano, principalmente para maíz, frijol y trigo (CIESAS, 2010), lo que permite que el DDR Huajuapán sea el segundo más importante en la producción de maíz, al sembrar 22 % de la superficie estatal bajo esta modalidad (SIAP, 2014 a). Esto último significa que también se puede fomentar el uso de semilla mejorada en régimen de temporal en el DDR.

Los municipios de la muestra donde se usa semilla mejorada son Huajuapán de León, San Juan Sayultepec, San Juan Tamazola, Santiago del Río, Santiago Huajolotlán, Santiago Ihuitlán Plumas, Teotongo, Villa de Tamazulápam del Progreso, además de Santa María Chachoápam y San Juan Yucuita.

Costa

En la Costa el 34 % de los agricultores usa semilla mejorada, ubicándolo como el tercer DDR en importancia para su comercialización. El 63 % del valor de la producción se debe al maíz (SIAP, 2014 a). El tipo de régimen hídrico, es la variable que subdivide a este segmento de mercado. Del nicho de mercado de los agricultores con riego, el 82 % usa semilla mejorada y el de los agricultores con régimen de temporal el 24 % la usa. A su vez, este último nicho de mercado, se subdivide con respecto a la superficie sembrada con maíz. El 29 % de los agricultores que dependen del temporal, que siembran más de 0.9 ha con maíz, usa semilla mejorada.

La Costa abarca la franja del litoral desde el Istmo de Tehuantepec hasta la frontera con Guerrero y parte de las estribaciones de la Sierra Sur. Presenta tres zonas fisiográficas bien definidas: la montaña, el pie de monte y el litoral costero. La mayor parte de la población se asienta en las últimas dos, que es donde se concentran las actividades agropecuarias y pesqueras, especialmente las orientadas al mercado, pues ahí además de la presencia de tierras planas o semi-planas, se ubica la infraestructura de riego que atiende a las plantaciones frutales y la producción de maíz y pastos (CIESAS, 2010).

La interacción entre el uso de semilla y el tipo de régimen hídrico se debe a que la Costa es estratégica desde la perspectiva del agua, formando parte de las regiones hidrológicas 20 y 21 de la Comisión Nacional del Agua, que en su clasificación distingue las microrregiones Costa Chica, Costa de Oaxaca y Río Verde Atoyac, dentro del organismo de la cuenca Pacífico Sur (CIESAS, 2010). Además, se ubica en una zona de precipitaciones en rangos de 1,000 y 1,500 milímetros en promedio mensual, lo que implica volúmenes de lluvia importantes (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 b).

Los municipios de la muestra con uso de semilla mejorada son San Pedro Juchatengo, San Pedro Pochutla, Santa Catarina Juquila, Santa María Huatulco, Santiago Jamiltepec, además de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo y Santiago Pinotepa Nacional, que son dos de los municipios con mayores superficies de riego, con 7, 025 ha y 1, 900 ha respectivamente, que junto con otros cuatro municipios abarcan 27 % de la superficie con riego del estado (INEGI, 2013).

En cuanto al promedio de la superficie sembrada con maíz de los agricultores bajo régimen de temporal este es de 1.25 ha y de los que cuentan con riego de 2.90 ha. Si se considera la superficie total con que cuenta cada nicho de mercado, el promedio es de 3.10 ha y 5.77 ha respectivamente. De esta manera, es posible alentar a los agricultores que se encuentran bajo régimen de temporal, a que siembren una mayor superficie con maíz, pero con semilla mejorada.

Istmo y Valles Centrales

La escolaridad del agricultor es la variable que segmenta a estos mercados, donde el 12 % de los agricultores usa semilla mejorada. De los agricultores con 6 o menos años de escolaridad, 8 % usa semilla mejorada; con más de 6 y hasta 9 años, 20 % y con más de 9 años, 32 %.

El Istmo tiene los mejores resultados en el Índice de Rezago Social de los siete DDR del estado, seguido de los Valles Centrales, sobretodo en cuanto a promedio de escolaridad; población de 15 años o más analfabeta; y población de 15 años y más con educación básica incompleta (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 c, d).

El promedio de escolaridad en Oaxaca es de 6.9 años y en el Istmo es de 6.6 años. El porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela es el más bajo de todas las regiones, 4 %. No obstante, el porcentaje de la población de 15 años o más analfabeta es alto, de 15 %. Ello se debe a que en las dos décadas anteriores, el porcentaje de menores de edad que no iba a la escuela era mayor, lo que generó un rezago educativo entre la población de 15 años o más. De la población de 15 años o más con educación, 53 % no completa la educación básica (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 d).

En los Valles Centrales el promedio de escolaridad también es de 6.6 años, lo que significa que la población tiene primaria completa, sin alcanzar el primer año de secundaria. La población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela es de 4.7 %, que es

menor al promedio estatal de 5.6 % y al nacional de 4.8 %. Con respecto a la población de 15 años o más analfabeta, esta representa el 9 %, que es el menor porcentaje de todos los DDR e incluso más bajo que el promedio estatal de 16 % (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 c).

Los Valles Centrales ocupan la mejor posición a nivel estatal con 45 % de su población de 15 años y más, con educación básica incompleta, que es menor al promedio estatal de 58 %; sin embargo, es superior a la media nacional de 41 %. Estos resultados pueden deberse a que en la región se concentra una proporción mayor de servicios e infraestructura educativa más accesibles para la población (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 c).

Sin embargo, llama la atención que los Valles Centrales siendo la región que cuenta con los mejores servicios e infraestructura educativa en el estado, presente un bajo promedio de escolaridad. Esto implica que existen deficiencias importantes en términos de cobertura, eficiencia terminal, número de escuelas y docentes por alumno, además de en términos de calidad de la educación (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 c).

Sierra Juárez y Cañada

En estos dos DDR no se usa semilla mejorada de acuerdo a la muestra. Ambas regiones presentan situaciones similares respecto a sus indicadores sociales. Los mayores porcentajes de población indígena con respecto a la población total, se concentran en la Sierra Juárez (90 %) y en la Cañada (82 %).

La Cañada es la región de Oaxaca con los ingresos promedios más bajos en comparación con las otras regiones del estado, 88 % del total de la población percibe ingresos menores a los dos salarios mínimos. Considerando el ingreso, también es la región con mayores porcentajes de población en pobreza alimentaria (58 %), de capacidades (67 %) y patrimonial (84 %). Seguido de la Sierra Juárez, con 51 %, 60 % y 79 % para los mismos tipos de pobreza (CIESAS, 2010).

Además, tienen la menor presencia numérica de población rural, que representan en conjunto 15 % del total estatal, equivalente a 283,517 personas (CIESAS, 2010). Lo anterior, implicó que se ubicaran en los últimos lugares de aportación en el valor de la producción estatal. La Sierra Juárez en último lugar participó con el 3 %, seguida de la Cañada con 4 % en 2012 (SIAP, 2014 a).

En los dos DDR la mayoría de la superficie dedicada a la agricultura se encuentra en régimen de temporal. En la Cañada, 61 mil ha, que representan 92 % de la superficie y en la Sierra Juárez el 97 % (SIAP, 2014 a). En ambos, la siembra de maíz se realiza en superficies poco aptas como laderas, con sistemas tradicionales, donde comparte el mismo espacio con otros cultivos y se orienta a la producción de subsistencia (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011 e).

En el caso de la Cañada, hay tierras con riego en San Juan Bautista Cuicatlan, Teotitlán de Flores Magón, Santa María Tecomavaca, San Martín Toxpalan, San Antonio Nanahuatipam, y San Juan los Cues (SIAP, 2014 a), que son abastecidas por el agua de sus propios ríos y cuentan con una red de distribución por medio de canales de concreto

para su conducción. Estos municipios pueden ser una opción para comenzar con la introducción de semilla mejoradas de maíz en la región.

En la Sierra Juárez, las actividades agrícola y ganadera, se encuentran limitadas por la accidentada geografía, por lo que hay una preponderancia de uso de suelo forestal. La actividad forestal cuenta con un fuerte dinamismo y es la que recibe la atención gubernamental principalmente (CIESAS, 2010).

5.4 Conclusiones

En Oaxaca el uso de semilla mejorada de maíz es bajo, debido a que se tiene un déficit de semilla mejorada, porque no existe un sistema formal de oferta de semilla. La conformación de dicho sistema es posible, pues existen nichos de mercado potenciales cuyas necesidades las pueden cubrir las pequeñas empresas productoras de semillas locales.

Los siete DDR del estado de Oaxaca, tienen vocaciones productivas diferentes que reflejan su participación en el valor de la producción del sector agrícola, sin embargo, el maíz es importante para todos.

El árbol de decisión determinó que el DDR, una variable de segmentación de tipo geográfico, es la principal predictora para la conformación de nichos de mercado para semilla mejorada. De esta manera, la comercialización de semilla mejorada de maíz, debe comenzar en orden de importancia por el DDR Tuxtepec, Huajuapán y Costa,

seguidos del Istmo junto con Valles Centrales. La superficie sembrada con maíz, las ventas por contrato, el tipo de régimen hídrico y la escolaridad del agricultor, son otras variables de importancia que segmentan los diferentes nichos. Medidas especiales se requieren para la Sierra Juárez y la Cañada.

Las pequeñas empresas productoras de semilla tienen nichos de mercado potenciales en los diferentes DDR: en Tuxtepec, existen las condiciones necesarias para alentar a los agricultores para aumentar la superficie sembrada con maíz y por tanto el uso de semilla mejorada, lo cual se debe complementar con una política pública dirigida al fomento de esquemas comerciales como la agricultura por contrato que brinda seguridad para la venta de la producción; en Huajuapán ya existe un alto porcentaje de agricultores con riego que usan semilla mejorada, pero también en régimen de temporal hay posibilidades para fomentar su uso; en Costa la disponibilidad de agua, ya sea por infraestructura de riego o por volúmenes de lluvia importantes, al igual que la superficie total promedio con que cuenta el productor, permite exhortar específicamente a los agricultores bajo régimen de temporal a que siembren una mayor superficie de maíz con semilla mejorada; en el Istmo y Valles Centrales, una política pública de capacitación al agricultor y asesoría técnica continua permitirá que pueda conocer y entender las ventajas del uso de semilla mejorada para su propio beneficio. Los DDR de la Cañada y Sierra Juárez necesitan estudiarse a profundidad, para identificar las estrategias particulares que permitan el uso de tecnologías productivas, que se adecuen a las condiciones de los agricultores de autoconsumo, que mejoren sus condiciones de vida y contribuyan a reducir la pobreza alimentaria.

La técnica CHAID y el uso de árboles de decisión se recomiendan para la segmentación de mercados agrícolas. Se debe considerar que es necesario contar con una muestra grande de más de mil datos. Además, para lograr la definición de nichos de mercado más específicos, hay que incluir variables como el ingreso, la actitud del cliente con respecto al precio del producto y la satisfacción que le brinda el mismo, con la finalidad de determinar la disposición de compra tangible por parte del agricultor.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSION GENERAL

6.1 Discusión general

Respecto a la primera pregunta de investigación ¿Qué componente ha establecido la configuración actual del mercado de semillas de maíz en México y cuáles han sido sus implicaciones?, el análisis indica que el mercado de semillas de maíz está concentrado en tres empresas transnacionales: Monsanto, DuPont-Pioneer y Syngenta. El marco legal en materia de protección de propiedad intelectual, profundiza tal situación, en perjuicio de los agricultores de subsistencia, la biodiversidad genética del país, la investigación agrícola pública, así como de las pequeñas empresas de semilla nacionales. Además, interfiere con la preservación y uso de los recursos genéticos y genera dependencia tecnológica y comercial.

Para las empresas mencionadas, el maíz desempeña un rol importante en su estrategia comercial, por los grandes volúmenes de semilla que comercializan. Por ello, sus clientes principales son productores empresarios con grandes extensiones de tierra. Además, cuentan con un modelo de negocios a nivel mundial, basado en el uso de biotecnología para el desarrollo de semillas transgénicas. Ambos aspectos, son escenarios poco compatibles con las condiciones actuales tanto legales como estructurales del país.

Una limitante de carácter estructural es el el alto grado de fragmentación de la tierra, pues 77 % de la propiedad rural en México, se encuentra en manos de agricultores con menos de cinco hectáreas. Así, no es de sorprender, que la oferta de semilla mejorada de maíz, está sesgada hacia grandes regiones productoras de maíz como el bajío y el norte

del país, que coincide además con las principales zonas de producción de semilla de las empresas transnacionales.

En cuanto a los aspectos legales, la prohibición de la siembra de organismos genéticamente modificados, ha sido un obstáculo para que las empresas transnacionales coloquen en el mercado sus productos. Por lo anterior, han presionado para reformar las leyes y lograr permisos para la siembra comercial de maíz transgénico, además de la posibilidad de poder proteger de manera doble sus obtenciones, con patente y derechos de obtentor.

Ante las consecuencias de índole cultural y social, sobre la preservación y uso de los recursos genéticos en beneficio de la seguridad alimentaria, sólo queda continuar con la defensa civil del respeto al derecho del agricultor de conservar, utilizar e intercambiar sus semillas nativas.

Para aminorar la dependencia tecnológica y comercial, una solución es promover la industria nacional de semillas. Las pequeñas empresas nacionales, necesitan fortalecer sus alianzas con el sector público que genera y desarrolla las nuevas tecnologías, para participar en su transferencia efectiva.

El agricultor tiene el derecho de elegir libremente de dónde obtener la semilla de maíz que cubra sus necesidades, ya sean de consumo o de mercado. Sin embargo, esta decisión debe estar basada en gustos y preferencias, aspectos culturales y agronómicos, y no derivado de una falta de oferta o disponibilidad de semilla mejorada de maíz.

En relación a la segunda pregunta de investigación ¿Qué aspectos intervienen en la decisión de adopción de semilla mejorada de maíz de los agricultores del estado de Oaxaca?; los factores que influyen son tener ventas por contrato, acceso a crédito, riego y alcanzar un mayor rendimiento. Las innovaciones son análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, además de control de plagas y enfermedades.

Los resultados confirman que el uso de semillas mejoradas está asociado a la adopción integral de un paquete tecnológico, que minimiza el riesgo para lograr los objetivos técnicos y comerciales del uso de una nueva tecnología. La ventaja de cambiar las semillas nativas por semillas mejoradas, para los agricultores de autoconsumo, está en no tener que comprar maíz, ya que con el aumento de rendimiento podrían satisfacer su demanda familiar. Para los agricultores que decidan producir para el mercado, conlleva invertir y adoptar el paquete tecnológico de manera integral para que les genere una mayor producción.

La mayor oferta de semilla estuvo disponible a través del Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz en Oaxaca. La planeación adecuada de un programa gubernamental, debe estar basado en diagnósticos regionales que consideren los potenciales productivos. El diseño de un programa relacionado con el uso de semilla mejorada, tiene que incluir el conocimiento de los proveedores, pues ello permite dar un seguimiento a los orígenes y calidad de las semillas y también una asignación a zonas adecuadas, para asegurar su éxito y un mayor impacto.

En relación con este último punto, la tercera pregunta de investigación fue ¿Por dónde comenzar la oferta de semilla mejorada de maíz en el estado de Oaxaca y cómo continuar el abastecimiento de semilla?, para eso, se establecieron nichos de mercado que indican que la dotación de semilla mejorada de maíz debe priorizarse por DDR de la siguiente manera: Tuxtepec, Huajuapán y Costa, seguidos del Istmo junto con Valles Centrales.

El análisis mostró que hay posibilidades de aumentar la superficie sembrada con maíz en el estado, que existen zonas con buen temporal, además de condiciones para difundir las ventajas de uso de semillas mejoradas y capacitar a los agricultores para su adecuado aprovechamiento.

Para los DDR Sierra Juárez y la Cañada, que requieren medidas especiales, se avanzó con la identificación de municipios que cuentan con las condiciones para la introducción de semillas mejoradas.

6.2 Conclusión general

La concentración del mercado de semillas, hace evidente la dependencia que existe hacia los mercados extranjeros y las empresas transnacionales, para la adquisición de semillas. La importancia que ello representa para la seguridad alimentaria de los mexicanos, hace que el tema se encuentre entre las prioridades de la agenda pública del país. Así, actualmente el gobierno federal está haciendo grandes esfuerzos para reunir a todos los actores que participan en la industria nacional de semillas, con el fin de generar acuerdos y trabajar de manera conjunta para impulsar la producción nacional de semillas.

Lo anterior, derivado de que se reconoce como problemática principal la desarticulación de los diferentes involucrados, es decir, de agricultores, instituciones de investigación y empresas productoras de semillas nacionales.

La industria nacional está desvinculada y desinformada. Hace falta recopilar y ordenar información sobre cuáles son las semillas mejoradas disponibles, quienes las han generado y las empresas que las producen y comercializan.

También se necesita hacer estimaciones sobre la demanda de las semillas que se encuentran actualmente en el mercado, así como la identificación de zonas potenciales para su uso exitoso.

Para la expansión de la industria nacional de semillas es necesario cuantificar los requerimientos de germoplasma y delegar claramente la responsabilidad de su reproducción. Complementariamente se debe contar con información sobre inversiones requeridas para cumplirlo en términos de recursos técnicos, económicos y administrativos.

Sumado a lo anterior, se debe establecer un marco legal y normativo que facilite el logro de los objetivos en beneficio de la industria nacional de semillas y de los pequeños agricultores. En ello se van dando los primeros pasos con el proceso de refundación del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Con la integración del Sistema Nacional de Semillas y el establecimiento y operación del Fondo de Apoyo e

Incentivos del Sistema Nacional de Semillas se sentarán las bases para propiciar las condiciones adecuadas para cumplir con el objetivo de organizar e impulsar el desarrollo de la industria nacional de semillas.

6.3 Contribuciones de la investigación

Como muestra la revisión de literatura de los diversos capítulos, hay muchos artículos sobre el tema de adopción de innovaciones a nivel mundial, pero no se encontraron estudios particulares sobre la adopción de semillas mejoradas en México. Esta investigación genera un precedente para la investigación del tema.

El marco referencial da un panorama histórico y actual del mercado mundial de semillas, basado en estadísticas confiables. Además de integrar datos complementarios necesarios para la comprensión integral del tema, como son consumo, producción y comercialización de semillas mejoradas de maíz, aunado a la explicación de los modelos de negocios de las empresas.

En aspectos metodológicos, se aplicó el uso de árboles de decisión, una técnica usada en mercadotecnia para la segmentación de mercados. Se encontró que tiene un uso potencial para su aplicación en estudios de mercados de insumos agrícolas.

Los resultados de la investigación sugieren que la conformación de un sistema formal de oferta de semilla en Oaxaca es posible. Hay nichos de mercado en los diferentes DDR, que pueden ser atendidos por pequeñas empresas productoras de semilla, en

concordancia con la tendencia en el estado de aumentar tanto de la cantidad producida de semilla mejorada de maíz, como la de desarrollar empresas productoras de semilla locales. Igualmente se sugiere que el Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz en Oaxaca continúe, pero otorgando la semilla en función de los DDR y en el orden prioritario que se propone. Hay potencial para aumentar el uso de semilla mejorada de maíz en el estado.

6.4 Limitaciones y futuras investigaciones

En la investigación existió un factor que no permitió analizar el efecto real de la adopción de semilla mejorada que fue la presencia de un incentivo económico. Por ello se sugiere estudiar la adopción de semilla mejorada, sin que exista un programa gubernamental de fomento vigente, para indagar sobre las potencialidades de uso sin subsidio.

Incluir el aspecto psicológico que influye en la decisión de adopción de semilla mejorada, asociado con el tema de la aversión al riesgo, ligado a cuestiones de índole más cultural que técnica, podría arrojar resultados más integrales.

Sobre el estudio de los sistemas de oferta de semilla, usualmente se estudian o las semillas mejoradas o las semillas nativas insistiendo en su independencia. Es necesario analizar las relaciones e interacciones entre ambos.

Si el interés fuera exclusivo sobre el sistema informal de oferta de semilla de maíz, hace falta abordar problemáticas tales como los métodos de selección y almacenamiento. Así como explorar las oportunidades del mejoramiento participativo de las semillas nativas. Para el caso específico de Oaxaca, se puede continuar la investigación especificando más las estrategias a seguir. Por ejemplo, recomendaciones de variedades o híbridos que estén actualmente en mercado y estimaciones de cantidades de semilla mejorada requerida por zona.

LITERATURA CITADA

- Abebe, G. K.; Bijman, J.; Pascucci, S. and Omta, O. 2013. Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: the role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmers' quality assessment. *Agricultural Systems*. 122:22-32.
- Agresti, A. 2007. *An introduction to categorical data analysis*. John Wiley & Sons. 2nd Edition. New York. 372 p.
- Alene, A. D. 2007. Unexploited food production potentials of new varieties: evidence from hybrid maize production in western Ethiopia. *Outlook on Agriculture*. 36(3):181-186.
- Alene, A. D. and Hassan, R. M. 2005. The efficiency of traditional and hybrid maize production in Eastern Ethiopia: an extended efficiency decomposition approach. *Journal of African Economics*. 15(1):91-116.
- Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. 2009. Riesgos y peligros de la dispersión de maíz transgénico en México. *Ciencias*. 92-93:82-96.
- Arellano V, J. L.; Velázquez C, G. A.; Mejía A, H.; Virgen V, J.; Espinosa C, A.; Hernández C, J. M.; Tovar G, Ma. del R.; Ávila P, M. A.; Salinas M, Y. y Vázquez C, Ma. G. 2009. Reseña histórica de la investigación en maíz en el altiplano de la mesa central de México. *Publicación Especial Núm. 1: Reseña Histórica 66 años de investigación al servicio de México 1943-2009, Campo Experimental Valle de México*. INIFAP. México. pp:51-61.
- ASTA (American Seed Trade Association). 2012. *Key Issues in International Seed Trade*. <http://www.amseed.org/issues/international/key-issues/> (Consultado: mayo, 2015).

- Ayala G, O. J.; García-de los Santos, G.; Ayala G, A. V. y Schwentesius-Rindermann, R. 2006. Influencia de aspectos normativos en el desarrollo de la investigación, la enseñanza y la producción de semillas, el ejemplo del Colegio de Postgraduados. *In: Memorias del Foro Nacional Agenda del Desarrollo 2006–2020. Políticas de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero.* Schwentesius-Rindermann, R., M. A. Gómez, y A. V. Ayala (eds). CIESTAAM–Universidad Autónoma Chapingo. 20–21 septiembre. México. pp:149–163.
- Badstue, L. B.; Bellon, M. R.; Berthaud, J.; Juárez, X.; Rosas, I. M.; Solano, A. M. and Ramírez, A. 2006. Examining the role of collective action in an informal seed system: a case study from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Human Ecology.* 34(2):249-273.
- Bentley, J. W.; Van-Mele, P. and Reece, J. D. 2011. How Seed Works. *In: Van-Mele, P., J. W. Bentley, and R. G. Guéi (eds). African Seed Enterprises: Sowing the Seeds of Food Security.* CAB International, Wallingford, United Kingdom. pp: 8-24.
- Besnier R, F. 1989. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 637 p.
- Bezu, S.; Kassie, G. T.; Shiferaw, B. and Ricker-Gilbert, J. 2014. Impact of improved maize adoption on welfare of farm households in Malawi: a panel data analysis. *World Development.* 59:120–131.
- Bishaw, Z., and Turner, M. 2008. Linking participatory plant breeding to the seed supply system. *Euphytica.*163:31-44.
- Blattberg, R. C., Kim, B-D and Neslin, S. A. 2008. Database Marketing: Analyzing and Managing Customers. *International Series in Quantitative Marketing.* Volume 18. Springer. New York. 871 p.

- Cámara de Diputados. 2012. Proyecto de decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley Federal de Variedades Vegetales, de la Comisión de Agricultura y Ganadería. Gaceta parlamentaria. Año XV, número 3487-III. <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/61/2012/abr/20120410-III.html#DecDictamen2> (Consultado: marzo, 2012).
- Chianu, J. N.; Tsujii, H. and Mbanasor, J. 2007. Determinants of the decision to adopt improved maize variety by smallholder farmers in the savannas of northern Nigeria. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 5(2):318-324
- CIESAS (Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social- Unidad Pacífico Sur). 2010. Diagnóstico del Sector Rural del Estado de Oaxaca. http://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2008/resultados2008/PDF2/OAX/Diagnostico_FINAL_30112010.pdf (Consultado: enero, 2014).
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2014. Revista EnLACe. Año V, No. 18. 63 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1993. The adoption of agricultural technology: a guide for survey design. México. 88 p.
- Daniel, I. O., and Adetumbi, J. A. 2006. Maize seed supply systems and implications for seed sector development in southwestern Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture*. 28(2):25-40.
- De Shutter, O. 2012. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación: Misión a México.

http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20120306_mexico_es.pdf
(Consultado: febrero, 2012)

DOF (Diario Oficial de la Federación). 1996. Ley Federal de Variedades Vegetales.

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfvv/LFVV_orig_25oct96_ima.pdf
(Consultado: enero, 2012).

Escobar, M. 1998. Las aplicaciones del análisis de segmentación: El procedimiento Chaid. Metodología de Ciencias Sociales. 1: 13-49.

Espinosa A.; Sierra, M. y Gómez, N. 2002. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Agronomía Mesoamericana. 14:117–121.

FAO-SAGARPA (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Evaluación de la Alianza para el Campo 2000. Programas de Fomento Agrícola, Fomento Ganadero, Sanidad Agropecuaria y Transferencia de Tecnología. Informe Nacional Programa Kilo por Kilo. 119 p.

Feleke, S. and Zegeye, T. 2006. Adoption of improved maize varieties in Southern Ethiopia: factors and strategy options. Food Policy. 31:442–457.

Fernández S, R.; Morales C, L. A. y Gálvez M, A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Fitotecnia Mexicana. 36:275-283. Supl. 3-A.

- García S, J. A. y Ramírez J, R. 2014. El mercado de la semilla mejorada de maíz (*Zea mays* L.) en México. Un análisis del saldo comercial por entidad federativa. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 37(1):69-77.
- Giné, X. and Yang, D. 2009. Insurance, credit, and technology adoption: field experimental evidence from Malawi. *Journal of Development Economics*. 89:1–11.
- GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants). 2007. *Semences La Lettre* No. 24. 8 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2013. Declaración de Edgar Guzmán Corral, titular de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal, Pesca y Acuicultura (SEDAFPA) en el portal oficial el 13 de mayo de 2013. <http://www.oaxaca.gob.mx/?p=36253> (Mayo 2013).
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011 a. Planes Regionales del Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Papaloapan. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. 127 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011 b. Planes Regionales del Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Costa. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. 127 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011 c. Planes Regionales del Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Valles Centrales. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. 127 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011 d. Planes Regionales del Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Istmo. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. 125 p.

- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011 e. Planes Regionales del Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Sierra Norte. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. 118 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca-Banco Mundial. 2012. Plan estratégico Sectorial Agropecuario Forestal y Pesquero Subsector Agrícola. México. 47 p.
- González R, K., García S, J. A.; Matus G, J. A. y Martínez S, T. 2011. Vulnerabilidad del mercado nacional de maíz (*Zea mays* L.) ante cambios exógenos internacionales. *Agrociencia*. 45:733-744.
- González, A.; Islas, J.; Espinosa, A.; Vásquez, J. A. y Wood, S. 2008. Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México. Publicación especial número 25. INIFAP. México. 88 p.
- González, H. y Macías, A. 2007. Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. *Desacatos*. (25): 47-78.
- Goyat, S. 2011. The basis of market segmentation: a critical review of literature. *European Journal of Business and Management*. 3(9): 45-54.
- Grupo ETC (Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración). 2008. ¿De quién es la naturaleza? El poder corporativo y la frontera final en el mercantilismo de la vida. *Communiqué*. No. 100.
- Gujarati, D. N. and Porter, D. C. 2010. *Econometría*. McGrawHill. 5ta Edición. México. 921 p.
- Hilbeck, A.; McMillan, J. M.; Meier, M.; Humbel, A.; Schläpfer-Miller, J. and Trtikova, M. 2012. A controversy re-visited: is the coccinellid *Adalia bipunctata* adversely affected by Bt toxins. *Environmental Sciences Europe*. 24: 1-12

- Howard, P. 2009. Visualizing consolidation in the global seed industry: 1996–2008. Sustainability. 1266-1287.
- IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial). 2013. Guía del usuario: patentes y modelos de utilidad.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Panorama agropecuario en Oaxaca: Censo Agropecuario 2007. 25 p.
- ISF (International Seed Federation). 2013. Exports of seed for sowing by country 2012. http://www.worldseed.org/cms/medias/file/ResourceCenter/SeedStatistics/SeedExports/Seed_Exports_2012.pdf (Consultado: mayo, 2015).
- ISF (International Seed Federation). 2012. Estimated value of the domestic seed market in selected countries for the year 2011 (updated May 2012). http://www.worldseed.org/cms/medias/file/ResourceCenter/SeedStatistics/Domestic_Market_Value_2011_Update.pdf (Consultado: mayo, 2015).
- Kato Y, A. T. 2004. Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 1(2):101-109.
- Kosarek, J. L.; García, P. and Morris, M. L. 2001. Factors explaining the diffusion of hybrid maize in Latin America and the Caribbean region. *Agricultural Economics*. 26(3):267-280.
- Kotler, P. and Armstrong, G. 2003. *Fundamentos de marketing*. 6a edición. Pearson Prentice Hall. México.
- Lamb, C. W. ; Hair, J. F. and McDaniel, C. 2006. *Marketing*. 8ª edición. Cengage Learning. México.

- Langyintuo, A. S.; Mwangi, W.; Diallo, A. O.; MacRobert, J.; Dixon, J. and Bänziger, M. 2010. Challenges of the maize seed industry in eastern and southern Africa: a compelling case for private-public intervention to promote growth. *Food Policy*. 35(4):323-331.
- Li, J.; Lammerts van Bueren, E. T.; Jiggins, J. and Leeuwis, C. 2011. Farmers' adoption of maize (*Zea mays* L.) hybrids and the persistence of landraces in Southwest China: implications for policy and breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 14 p.
- Loch, D. S. and Boyce, K.G. 2003. Balancing public and private sector roles in an effective seed supply system. *Field Crops Research*. 84:105–122.
- Luna M, B. M.; Hinojosa R, M. A.; Ayala G, O. J.; Castillo G, F. y Mejía C, J. A. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Fitotecnia Mexicana*. 35(1):1-7
- Lunduka, R.; Fisher, M. and Snapp, S. 2012. Could farmer interest in a diversity of seed attributes explain adoption plateaus for modern maize varieties in Malawi?. *Food Policy*. 37:504–510.
- Mabah, G. and Oyekale, A. S. 2012. Analysis of factors influencing farm households' adoption of maize technical package in Western Cameroon. *Life Science Journal*. 9(4):3841–3845.
- Mariano, M. J.; Villano, R. and Fleming, E. 2012. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*. 110:41–53.
- Massieu, Y. 2009. Cultivos y alimentos transgénicos en México. El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas. *Argumentos*. Año 22, número 59. 217-243.

- Massieu, Y. y Lechuga, J. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*. Año/Vol. XVII, número 36. 281-303.
- Matuschke, I. and Qaim, M. 2009. The impact of social networks on hybrid seed adoption in India. *Agricultural Economics*. 40:493–505.
- Mendola M. 2007. Agricultural technology adoption and poverty reduction: a propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food Policy*. 32:372-393.
- Mignouna, D. B.; Manyong, V. M.; Rusike, J.; Mutabazi, K. D. S. and Senkondo, E. M. 2011. Determinants of adopting imazapyr-resistant maize technologies and its impact on household income in Western Kenya. *AgBioForum: the Journal of Agrobiotechnology Management & Economics*. 14(3): 158–163.
- Minten, B. and Barrett, C. B. 2008. Agricultural technology, productivity, and poverty in Madagascar. *World Development*. 36(5):797–822.
- Morales, C. 2001. Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos. CEPAL/Naciones Unidas. Serie Desarrollo Productivo 101.
- Muñoz, M.; Santoyo, V. H. y Altamirano, J. R. 2002. Mercados e instituciones financieras rurales: una nueva arquitectura financiera rural para México. CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo. México. 315 p.
- Muzari, W.; Gatsi, W. and Muvhunzi, S. 2012. The impacts of technology adoption on smallholder agricultural productivity in Sub-Saharan Africa: a review. *Journal of Sustainable Development*. 5(8):69–77.
- Ouma, J. O. and De Groote, H. 2011. Determinants of improved maize seed and fertilizer adoption in Kenya. *Journal of Development and Agricultural Economics*. 3(11):529–536.

- Paudel, P. and Matsuoka, A. 2008. Factors influencing adoption of improved maize varieties in Nepal : a case study of Chitwan District. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2(4):823–834.
- Polanco, A. y Flores, T. 2008. Bases para una política de I&D e innovación de la cadena de valor del maíz. México, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.
- Ramírez, H. 2009. Biopiratería: notas en torno a sus significados jurídicos. *Cuadernos de Bioética*. Vol. XX, número 68. 21-38.
- Salles-Filho, S.; Fuck, M. P.; de Carvalho, S. P. and Machado B, M. B. 2008. Intellectual property protection, plant breeding and seed markets: a comparative analysis of Brazil and Argentina. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*. 7(3): 223-235.
- San Vicente, A. 2011. El avance de los transgénicos en México: ¿compromiso del gobierno con Monsanto. *Análisis Plural*. 150-171.
- Shiferaw, B. A.; Kassie, M.; Jaleta, M. and Yirga, C. 2014. Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food Policy*. 44:272–284.
- Shiva, V. 2000. *Stolen harvest: The hijacking of the global food supply*. Zed Books.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014 a. Estadísticas de cierre de la producción agrícola por estado 2013. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (Consultado: abril, 2014).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014 b. Balanza de disponibilidad-consumo maíz amarillo y maíz blanco. <http://www.siap.gob.mx/wp->

content/uploads/2013/anual/2013/MaizamarilloMaizblanco2013.pdf

(Consultado: abril, 2014).

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Estadísticas de cierre de la producción agrícola por estado 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Consultado: mayo, 2013).

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola. SAGARPA-Gobierno Federal.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. SAGARPA. México, D.F. 208 p.

Singh, H.; Mathur, P. and Pal, S. 2008. Indian seed system development: policy and institutional options. *Agricultural Economics Research Review*. 21: 20-29.

SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla). 2015 a. ¿Qué es el SNICS?. <http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Paginas/quienes-somos.aspx> (Consultado: abril, 2015).

SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla). 2015 b. ¿Para qué certificar o calificar semilla?. <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/certificacion.aspx> (Consultado: abril, 2015).

SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla). 2014. Producción de semilla certificada de maíz: ciclos primavera-verano 2002/2013 y otoño-invierno 2002/2003-2013/2014. Información proporcionada en CD en las oficinas centrales del SNICS, Tlalnepantla, Estado de México, Octubre, 2014.

- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 2011. Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales. Número 14.
- Suri, T. 2011. Selection and comparative advantage in technology adoption. *Econometrica*. 79 (1): 159–209.
- Tansey, G. and Rajotte, T. 2009. El control futuro de los alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 312 p.
- Tarrío G, M.; Concheiro B, L. y Comboni S, S. 2004. La biopiratería en Chiapas: un análisis sobre los nuevos caminos de la conquista biológica. *Estudios Sociales*. XII (24): 56-89.
- Trade Map, 2015. Trade Statistics for International Business Development <http://www.trademap.org/Index.aspx>. (Consultado: mayo, 2015).
- Trueba C, A. J. 2011. Estudio para caracterizar el potencial productivo de las semillas de maíz en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 146 p.
- Tura, M.; Aredo, D.; Tsegaye, W.; La Rovere, R.; Tesfahun, G.; Mwangi, W. and Mwabu, G. 2010. Adoption and continued use of improved maize seeds: case study of Central Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*. 5(17):2350-2358.
- Turrent F, A., Wise, T. A. and Garvey, E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Reporte 24. 36 p.
- Turrent F, A.; Serratos H, J. A.; Mejía A, H. y Espinosa C, A. 2009. Liberación comercial de maíz transgénico y acumulación de transgenes en razas de maíz mexicano. *Fitotecnia Mexicana*. 32(4): 257-263.

UFS (Union Française des Semenciers). 2015. The seed industry: key figures. <http://www.ufs-semenciers.org/international/Lists/pages/whoarewe.aspx> (Consultado: mayo, 2015).

USDA (United States Department of Agriculture). 2014. Global Agriculture Information Network (GAIN) Report: China Planting Seeds Annual. 25 p.

USDA (United States Department of Agriculture). 2013. Mexico Grain and Feed Annual. Global Agricultural Information Network Report Number MX3024. 20 p.

Vanlauwe, B.; Bationo, A.; Chianu, J.; Giller, K. E.; Merckx, R.; Mkwunye, U.; Ohiokpehai, O.; Pypers, P.; Tabo, R.; Shepherd, K. D.; Smaling, E. M. A.; Woomer, P. L. and Sanginga, N. 2010. Integrated soil fertility management: operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook on Agriculture*. 39(1):17–24.

Wang, H.; Pandey, S. and Velarde, O. 2012. Pattern of adoption of improved rice varieties and its determinants in Cambodia. *Procedia Economics and Finance*. 2:335-343.

Zavale, H.; Mabaya, E. and Christy, R. 2005. Adoption of improved maize seed by smallholder farmers in Mozambique. Staff paper, Cornell University, Department of Applied Economics and Management. No. 2005-03.