Contrast between the formal and informal seed system in Mexico: a critical review

Laura Escárraga Torres*
Jesús Axayácatl Cuevas
Julio Baca del Moral
Teodoro Gómez

Abstract

The objective of this research was to analyze the characteristics of the formal and informal seed system in Mexico. A qualitative methodology based on documentary review and analysis was used, the main variables in the analysis were: legal frameworks, actors, main actions, and cohesion strategies between the two systems. The results show that the formal seed system has developed a robust legal framework, based on international agreements and treaties. The actors of the formal system are made up of national and international research centers, private and state companies that have developed platforms for the cohesion of the sector. In contrast, the informal seed system faces crises that have forced the organization of its actors at levels beyond the local level and the demand for legal frameworks that defend the rights of those who safeguard native seeds.

Keywords: Seed laws, local seed system, certified seed, ATLAS.ti

Los contrastes entre el sistema formal e informal de semillas en México: una revisión crítica

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar las características del sistema formal e informal de semillas en México. Se usó una metodología cualitativa basada en la revisión y análisis documental con el software Atlas.ti, las principales variables en el análisis fueron: marcos jurídicos, actores, acciones principales y estrategias de cohesión entre los dos sistemas. Los resultados evidencian que el sistema formal de semillas ha desarrollado un marco legal robusto, basado en los acuerdos y tratados internacionales. Los actores del sistema formal están conformados por centros de investigación nacionales e internacionales, empresas privadas y estatales que han desarrollado plataformas para la cohesión del sector. En contraste, el sistema informal de semillas enfrenta crisis que han obligado a la organización de sus actores a niveles más allá del local y la exigencia de marcos legales que defiendan los derechos de quienes salvaguardan las semillas nativas.

Palabras clave: Leyes de semillas, sistema local de semilla, semilla certificada, ATLAS. ti

Introduction

Seed systems are a fundamental pillar for agriculture, food security and livelihoods of million people (FAO, 2015). The national seed systems consist of the Formal Seed System (FSS) and the Informal Seed System (ISS), they work under different selection, production and distribution logics (Louwaars & de Boef, 2012).

The FSS is comprised by the synergy of several pillars: the development of improved seeds (based on scientific methods), release of seeds under proved standards, multiplication and marketing. This system is specialized in hybrids and a limited number of crops (Louwaars & de Boef, 2012), it is protected by regulations and a legal framework at national and international level (Calle, W., Conde, C., & Baena, M., 2015).

The informal seed system, for its part, also known as local seed system or farmer seed system, is based on strategies where farmers preserve, produce, select and exchange their seeds. This system is integrated into the agricultural and socioeconomic system of communities (Almekinders, 2001; Munyi & Jonge, 2015), it is based on the local knowledge that has been passed down from generation to generation (Hlatshwayo, S., Modi, A., Hlahla, S., Ngidi, M., & Mabhaudhi, T., 2021) and it is administered mainly by women (Schöley & Padmanabhan, 2017).

In Africa, South America, Central America and Asia, it represents between 60-100 % of the total supply of (Gill et al., 2013; Munyi & Jonge, 2015). Thus, a system which seems subordinated to the "local" field, contributes to a domestic supply and livelihoods of million people.

In order to face the current problems of the agricultural sector, a joint between these systems is needed (FAO, 2011b; GIZ, 2014; McGuire & Sperling, 2016) to link the development of improved seeds in order to fulfill the domestic/global food demands and, at the same time it is necessary to enhance local systems preserved and used by million farmers (De Boef, W., Dempewolf, H., Byakweli, J. M., & Engels, J., 2010).

Mexico shows a very particular situation, on one side, as it is one of the centers of the Green revolution, the creation (relatively early) of a state production, certification and marketing system of improved seeds was boosted, it has been led by private enterprises since the 1990 (Luna, B., Hinojosa, M., Ayala, O., Castillo, F., & Mejía, A., 2012) and a strong regulatory

Introducción

Los sistemas de semillas son un pilar fundamental para la agricultura, la seguridad alimentaria y los medios de vida de millones de personas (FAO, 2015). Los sistemas de semillas nacionales se componen del Sistema Formal de Semillas (SFS) y el Sistema Informal de Semillas (SIS), operan bajo lógicas de selección, producción y distribución diferentes (Louwaars & de Boef, 2012).

El SFS está conformado por la sinergia de varios pilares: el desarrollo de semillas mejoradas (basados en métodos científicos), liberación de semillas bajo estándares probados, multiplicación y mercadeo. Este sistema se especializa en híbridos y un número limitado de cultivos (Louwaars & de Boef, 2012), está amparado en normativas y un marco legal a nivel internacional y nacional (Calle, W., Conde, C., & Baena, M., 2015).

Por su parte el sistema informal de semillas también denominado sistema local de semillas o sistema campesino de semillas, se basa en estrategias donde los agricultores son quienes conservan, producen, seleccionan e intercambian sus semillas; este sistema está integrado al sistema agrícola y socioeconómico de las comunidades (Almekinders, 2001; Munyi & Jonge, 2015), se basa en los conocimientos locales transmitidos de generación en generación (Hlatshwayo, S., Modi, A., Hlahla, S., Ngidi, M., & Mabhaudhi, T., 2021) y es administrado principalmente por mujeres (Schöley & Padmanabhan, 2017).

En África, Sudamérica, Centroamérica y Asia representa entre 60 -100 % del suministro total de semillas (Gill et al., 2013; Munyi & Jonge, 2015). Es así como un sistema que parece subordinado al ámbito "local" aporta a un suministro nacional y a los medios de vida de millones de personas.

Para hacer frente a los problemas actuales del sector agrícola, se requiere de una articulación entre estos sistemas (FAO, 2011b; GIZ, 2014; McGuire & Sperling, 2016), que vincule el desarrollo de semillas mejoradas para cumplir las demandas de alimentos nacionales/globales y a la vez se necesita fortalecer los sistemas locales que conservan y utilizan millones de agricultores (De Boef, W., Dempewolf, H., Byakweli, J. M., & Engels, J., 2010).

México presenta una situación bastante particular, por un lado, al ser uno de los centros de la revo-

framework was developed for the formal seed system (Domínguez et al., 2019). On the other side, the seed supply still depends mainly on the informal systems, the 77.5 % of production units in the county use native seeds (INEGI, 2017), farmers still obtain this resource through their own harvests, seed exchange, seeds fairs or community seed banks (Hermann, Amaya, Latoumerie, & Castiñeiras, 2009). Although local seed systems continue feeding million Mexicans, there is little research on their evolution, dynamics, problems, legal framework and their actors, this is reflected in the few scientific publications on the subject.

In this context, this research emerges with the aim to analyze the formal and informal seed system through the legal framework, international agreements, state programs and actors which make it up. The differences between these systems are analyzed and proposals focused on the cohesion of the sector are designed.

Methodological approach

This research was carried out through a methodology of documentary analysis with three phases: in the first one, the documents based on quality and relevance criteria were selected. The second and third phase were developed with the software Atlas.ti. 8.4.25, documents were classified in five groups and subsequently, they were codified per list through a hermeneutic process (Table 1).

Results

Formal seed system of Mexico: historical analysis of the legal framework and influence of the international regulatory framework

The modernization of seed systems in Mexico emerges due to the synergies established since 1940 between promoters of the Green Revolution and the Welfare State policies. State and research institutions which promoted the technological development to increase national production and agricultural industrialization needed a political and legal framework that will support and validate these initiatives as a state policy (Ortega, Zuzumbo, Monterroso, & Hernández, 2018). The legal framework of the formal seed system in Mexico begins with the enactment of the *Law on Production, Certification and Trade of Seeds* (LPCCS by its acronym in Spanish) in 1961. In this first

lución verde, se impulsó la creación (relativamente temprana) de un sistema estatal de producción, certificación y comercialización de semillas mejoradas que desde la década de los años 90's ha estado liderada por las empresas privadas (Luna, B., Hinojosa, M., Ayala, O., Castillo, F., & Mejía, A., 2012) y se desarrolló un marco regulatorio sólido para el sistema formal de semillas (Domínguez et al., 2019). Por otro lado, el abastecimiento de semillas aún depende principalmente de los sistemas informales, 77.5 % de las unidades de producción del país usan semillas nativas (INEGI, 2017), los agricultores siguen obteniendo este recurso a través de sus propias cosechas, intercambios de semillas, ferias de semillas o bancos comunitarios de semillas (Hermann, Amaya, Latoumerie, & Castiñeiras, 2009). Si bien los sistemas locales de semillas siguen alimentando a millones de mexicanos, hay poca investigación sobre su evolución, dinámica, problemáticas, marco legal y sus actores, esto se refleja en las escasas publicaciones científicas sobre el tema.

En este contexto surge esta investigación cuyo objetivo fue analizar el sistema formal e informal de semillas a través del marco legal, los acuerdos internacionales, los programas estatales y los actores que lo conforman. Se analizan las diferencias entre estos sistemas y se diseñan propuestas enfocadas en la cohesión del sector.

Enfoque metodológico

La investigación se desarrolló a través de una metodología de análisis documental en tres fases: en la primera se seleccionaron los documentos basados en los criterios de calidad y relevancia. La segunda y tercera fase se desarrollaron con el software Atlas.ti. 8.4.25, los documentos se clasificaron en cinco grupos y posteriormente a través de un proceso hermenéutico se codificaron por lista (Cuadro 1).

Resultados

Sistema formal de semillas de México: análisis histórico del marco legal y la influencia del marco normativo internacional

La modernización del sistema de semillas en México surge por las sinergias que se establecieron desde 1940 entre los promotores de la Revolución Verde y las políticas del estado de bienestar. Las instituciones estatales y de investigación

Table 1. Methodological phases: document selection, classification and analysis
Cuadro 1. Fases metodológicas: selección de documentos, clasificación y análisis

First phase: document selection / Primera fase: selección de documentos	
Language/Idioma	Spanish and English / Español e Ingles
Period/Periodo	From 1961 to 2020 / Desde 1961 a 2020
Key words / Palabras clave	Spanish/ English Sistema de semillas (<i>Seeds system</i>) Tratados sobre semillas en México (<i>Seed treaties in Mexico</i>) Sistema formal de semillas (<i>Formal seeds system</i>) Sistema informal / local de semillas (<i>Informal / local seed system</i>) Sistema formal de semillas en México (<i>Formal seed system in Mexico</i>) Sistema informal de semillas en México (<i>Informal seeds system in Mexico</i>) Marco legal de semillas en México (<i>Legal framework of seeds in Mexico</i>) Leyes de semillas nativas en México (<i>Laws of native seeds in Mexico</i>)
Information resources /Recursos de información	Databases Web of science, Science Direct, Redalyc, Dialnet, Diario Oficial de la Federación Official pages of the Mexican Government (SNICS- INIFAP) / Páginas oficiales del gobierno de México (SNICS- INIFAP) Official sources of international organizations (FAO, CDB) / Fuentes oficiales de organizaciones internacionales (FAO, CDB)
Inclusion criteria/ Criterios de inclusión	Documents that will deepen the subject matter / Documentos que profundizaran en el tema que se aborda Documents <i>open access</i> / Documentos <i>open access</i>
Second and third phase: classification per groups and codification/ Segunda y tercera fase: clasificación por grupos y codificación	
Groups/Grupos	Codes per list / Códigos por lista
Regulatory framework International / Marco normativoInternacional	Year of enactment, purpose of the agreement, actors, Relationship with the FSS, Relationship with the ISS, Validity/ Año de promulgación, objeto del acuerdo, actores, Relación con el SFS, Relación con el SIS, Vigencia
National legal framework/ Marco legal nacional	Year of enactment, purpose of the law, actors; Relationship with the FSS, Relationship with the ISS, Validity/ Año de promulgación, objeto de la ley, actores; relación con el SFS, relación con el SIS, vigencia
Formal Seed System/Sistema Formal de semillas	Actors, actions, production, seed certification/ Actores, acciones, producción, certificación de semillas
Informal Seed System/Sistema informal de semillas	Seed campaigns, seed fairs, community seed Banks, seed guardians, collective seeds / Campañas de semillas, ferias de semillas, bancos comunitarios de semillas, guardianes de semillas, colectivos de semillas
Cohesion strategy of the seed system/ Estrategia de cohesión del sistema de semillas	Strong seed systems, small seed enterprises, seed policies/ Sistemas de semillas robustos, pequeñas empresas de semillas, políticas de semillas

Fuente: Barbosa et al., (2013);, (2014); Paulus & Lester, (2016)

law, it is established the importance for the country of research to improve plant varieties, seed certification, use, sale and distribution of improved seeds and disclosure processes to promote the use of certified seeds (DOF, 1961).

This law designated to the *National Seed Producer* (PRONASE by its acronym in Spanish), the *National Agricultural Research Institute* (INIA by its acronym in Spanish) and the *National Service for Seed Inspection and Certification* (SNICS by its acronym in Spanish) as

que promovían el desarrollo tecnológico para aumentar la producción e industrialización agrícola nacional requerían de un marco político y legal que respaldara y validara estas iniciativas como una política de estado (Ortega, Zuzumbo, Monterroso, & Hernández, 2028). El marco legal del sistema formal de semillas en México inicia con la promulgación de la *Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas* (LPCCS) en el año 1961. En esta primera ley se establece la im-

the governing and guarantor bodies (DOF, 1961). With the coordination of these institutions, it was possible to develop research in order to create new improved varieties, the certification of the seed quality and the reproduction and distribution of this material to producers (Luna et al., 2012).

With the control of the state over the seed system of the country, it was possible to develop technology and distribute that technology to producers. However, since 1980, the Mexican state begins a transition towards a neoliberal model, in which private enterprises and international commercial agreements transform the seed system (Ortega et al., 2018).

Over the years prior to the signing of the North American Free Trade Agreement (NAFTA) which came into effect in 1994, the Mexican state was forced to carry out reforms to its regulatory and legal system. For the FSS, this implied an adjustment for the Seed Law of 1961. In this way, the Law on Production, Certification and Trade of Seeds (LPCCS by its acronym in Spanish) was modified in 1991, it derogates the Law of 1961 (DOF, 1991). This law allowed the entry of private enterprises for production, certification and marketing of certified seeds and little by little dismantled the functions and competitiveness of the PRONASE (Espinosa, Turrent, & Tadeo, 2012).

Theoretically, this reform sought the increase of the certified seed production in the country and the generation of competitiveness. However, statistics show that the expected effect did not occur. Between 1983 and 1987 in full swing of the first seed law, the country produced around 65 % of the certified seeds (corn, bean, rice and wheat), between 1993 and 1997 the 29 % was produced and until 2013 production reached 40 % (CEDRSSA, 2015).

In 1996 the *Federal Law on Plant Varieties* enters into force, with this law the legal and regulatory structure was set for the **intellectual property** of plant varieties in the country (DOF, 1996). In terms of Becerra (1998) with this law, the Mexican state not only grants rights through a legal system with the breeder's title, the protection implies to grant a temporary "exploitation monopoly" to the breeder, which allows the creators of new varieties to commercially benefit from their technological innovations. Also, these laws have the potential to promote and guarantee the scientific and financial investment

portancia para el país de la investigación para el mejoramiento de variedades vegetales, la certificación de semillas, utilización venta y distribución de semillas mejoradas y procesos de divulgación para incentivar el uso de semillas certificadas (DOF, 1961).

Esta ley designó a la *Productora Nacional de Semillas* (PRONASE), el *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas* (INIA) y el *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas* (SNICS) como los organismos rectores y garantes (DOF, 1961). Con la coordinación de estas instituciones fue posible desarrollar las investigaciones para creación de nuevas variedades mejoradas, la certificación de la calidad de las semillas y la reproducción y distribución de este material a productores (Luna et al., 2012).

Con el control del estado sobre el sistema de semillas del país, fue posible generar tecnología y distribuir esa tecnología a los productores. Sin embargo, a partir del año 1980 el estado mexicano inicia una transición hacia un modelo neoliberal en el que las empresas privadas y los tratados comerciales internacionales transforman el sistema de semillas (Ortega et al., 2018).

En los años previos a la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) que entró en vigor en el año 1994, el estado mexicano se vio obligado a realizar reformas a su sistema normativo y jurídico. Para el SFS esto implicó un ajuste a la Ley de Semillas de 1961. Es así que se modifica la *Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas* (LPCCS) en 1991 que deroga la Ley de 1961 (DOF, 1991). Esta ley permitió la entrada de empresas privadas para la producción certificación y comercialización de semillas certificadas y dismanteló poco a poco las funciones y competitividad de la PRONASE (Espinosa, Turrent, & Tadeo, 2012).

En teoría, esta reforma buscaba aumentar la producción de semillas certificadas en el país y generar competitividad. Sin embargo, las estadísticas demuestran que no se produjo el efecto que se esperaba. Entre 1983 y 1987 en pleno apogeo de la primera ley de semillas, el país producía alrededor de 65 % de las semillas certificada (maíz, frijol, arroz y trigo), entre el 1993 y 1997 se produjo el 29 % y hasta 2013 la producción alcanza 40 % (CEDRSSA, 2015).

in order to develop plant varieties in Mexico.

According with the Official Gazette for Plant Breeders' Rights until the first semester of 2021, 3 035 requests for plant varieties in Mexico were carried out, of this, 2 227 are valid and 121 are in the public domain (SNICS, 2021). The countries with the highest number of current breeder's titles are, the United States, Mexico and Netherlands (Figure 1)

En el año 1996 entra en vigor la *Ley Federal de Variedades Vegetales*, con esta ley queda cimentada la estructura legal y normativa para la **propiedad intelectual** de variedades vegetales en el país (DOF, 1996). En términos de Becerra (1998) con esta ley el estado mexicano no solo otorga derechos a través de un sistema jurídico con los títulos de obtentor, la protección implica otorgar al obtentor un "monopolio

Figure 1. Distribution of current breeder's titles per country
Figura 1. Distribución de títulos de obtentor vigentes por país.

Source: Developed by the authors with data from the SNICS, 2021.
Fuente: Elaboración de los autores con datos del SNICS, 2021

In terms of the type of applicants, the private-foreign companies predominate, however, the national applicants are mainly public research, education and innovation institutions such as the INIFAP, the Universidad Autónoma Chapingo and the Colegio de Postgraduados (Figure 2).

Mexico is formally adhered to the UPOV in 1997 in the minutes version 78 (UPOV, 2019). This minutes in the oldest current version and it gives autonomy to the signatory countries under a mechanism "sui generis". As well as the NAFTA of 1992, the new agreement between Mexico, the United States and Canada (USMCA) stipulates in the Article 20.7 that all countries which are part of the agreement shall "ratify or adhere" to the UPOV 1991, it is also specified that this agreement shall be implemented within four years as soon as the treaty enters into force (USMCA, 2019).

The initiative for the Law for the Promotion and Protection of Seeds was created in 2005, this initiative proposed, among other things, the declaration in the

de explotación" temporal que permite que los creadores de nuevas variedades aprovechen comercialmente sus innovaciones tecnológicas. Además, estas leyes tienen el potencial de promover y garantizar la inversión científica y financiera para el desarrollo de variedades vegetales en México.

De acuerdo con la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor hasta el primer semestre de 2021, se realizaron 3 035 solicitudes de variedades de vegetales en México, de estas 2 227 son vigentes y 121 de dominio público (SNICS, 2021). Los países con mayor cantidad de títulos de obtentor vigentes son, Estados Unidos, México y Holanda (Figura 1).

En cuanto al tipo de solicitante predominan las empresas privadas extranjeras, sin embargo, los solicitantes nacionales son principalmente instituciones públicas de investigación, educación e innovación como el INIFAP, la Universidad Autónoma Chapingo y el Colegio de Postgraduados (Figura 2).

México se adhiere formalmente a la UPOV en 1997

Figure 2. Main institutions with current Breeders' title
 Figura 2. Principales instituciones con Título de obtentor vigente

Source: Developed by the authors with data from the SNICS, 2021.

Fuente: Elaboración de los autores con datos del SNICS, 2021.

public interest, the research and development of the national seed sector. These proposals were approved in the Chamber of Deputies, however, they were not supported by the Senate under the arguments that express the lack of clarity in its formulation and the possible affectations they could cause to the intellectual property rights which are backed up by national laws and international treaties (De Ita & López, 2012; Espinosa et al., 2012).

The National Seed System

In 2007, the Federal Law of Production, Certification and Trade of Seeds (LFPPCS by its acronym in Spanish) was adopted, this law mandates the creation of the National Seed System (SINASEM by its acronym in Spanish) and in 2016 the agreement was decreed for its formal establishment, this system has a main function *"to promote the attendance and participation of sectors, branches, groups and economical agents linked to the conservation, research, production, certification, marketing, promotion, supply and use of seeds in order to enter into an agreement to favor the collaboration and complementarity of public, social, and private sectors by following up the instrumentation"* (DOF, 2016).

During the current six-year period (2018-2024), two strategies that seek to operationalize the SINASEM have been created, the first one is the seed Policy 2020-2024, this is structured following four pillars,

en la versión del acta de 78 (UPOV, 2019). Esta acta en la versión vigente más antigua y que les otorga más autonomía a los países firmantes bajo un mecanismo *"sui generis"*. Al igual que en el TLCAN de 1992 el nuevo tratado entre México, Estado Unidos y Canadá (T-MEC) estipula en el artículo 20.7 que todos los países que conforman el acuerdo deben *"ratificar o adherirse"* a la UPOV 1991, también se especifica que se debe implementar este acuerdo en un plazo de cuatro años en cuanto el tratado entre en vigencia (T-MEC, 2019).

En 2005 se creó la iniciativa de Ley para la Protección y Fomento de Semillas, esta iniciativa proponía entre otras cosas declarar de interés público la investigación y desarrollo del sector semillero nacional. Estas propuestas fueron aprobadas en la Cámara de Diputados, sin embargo, no fueron respaldadas en el Senado bajo los argumentos de falta de claridad en su formulación y las posibles afectaciones que podría causar a los derechos de propiedad intelectual que están respaldados por leyes nacionales y tratados internacionales (De Ita & López, 2012; Espinosa et al., 2012).

El Sistema Nacional de Semillas

En 2007 se aprueba la vigente Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPPCS), esta ley ordena la creación del Sistema de Nacional de Semillas (SINASEM) y en 2016 se decreta el acuerdo para su constitución oficial, este sistema tiene

11 strategies and 41 actions, the aim of this policy is to develop and coordinate actions between all actors of the seed sector that allow production, marketing and regulation of quality seeds (SNICS & SADER, 2020).

The second instrument is the National Seed Program, this seeks the promotion of research and technology to obtain and improve seeds, its actions are also focused on the promotion of access schemes from small producers to quality seeds in order to contribute to the food self-sufficiency in the country (DOF, 2020a).

Actors of the formal seed system

The Formal Seed System in Mexico is formed by private and public sector actors focused on the conservation, improvement, research, certification, marketing and production of seeds. Nowadays, actors of the FSS are covered by a national legal framework and share areas of cohesion such as the National Seed System (SINASEM) (Figure 2).

Informal Seed System in Mexico

The informal seed system in Mexico is based on the local strategies developed by farmers to be supplied of seeds during each sowing period, it works under

como función principal “promover la concurrencia y participación de los sectores, ramas, grupos y agentes económicos, vinculados con la conservación, investigación, producción, certificación, comercialización, fomento, abasto y uso de semillas, para concertar acuerdos que favorezcan la cooperación y complementariedad de los sectores público, social y privado, dándole seguimiento a su instrumentación” (DOF, 2016).

En el actual sexenio (2018-2024), se han desarrollado dos estrategias que buscan operativizar el SINASEM, el primero es la Política de semillas 2020-2024, la cual se estructura en cuatro ejes, 11 estrategias y 41 acciones, el objetivo de esta política es desarrollar y coordinar acciones entre todos los actores del sector semillero que permitan la producción, comercio y normatividad de semillas de calidad (SNICS & SADER, 2020).

El segundo instrumento es el Programa Nacional de Semillas el cual busca promover investigación y tecnología para obtener y mejorar semillas, sus acciones también se centran en promover esquemas de acceso por parte de pequeños productores a semillas de calidad para contribuir a la autosuficiencia alimentaria en el país (DOF, 2020a).

Figure 3. Actors of the Formal Seed System of Mexico.
Figura 3. Actores del Sistema Formal de Semillas de México.

Source: Developed by the authors.
Fuente: Elaboración de los autores.

a selection system of harvested seeds, in the barter, seed fairs and sometimes in community seed banks. Native seeds are used in the 77.5 % of the productive units of the country (INEGI, 2017), therefore, the informal system is the most current system in the country. This is still working because lots of farmers prefer their seeds (corn, bean, pumpkin, fruits, medicine plant species, etc.) due to the adaptive capacity to local conditions, the relationship of their seeds with the local worldview and sometimes because the economic resources are not enough to acquire improved seeds. This system and its dynamic substantially give to the sustainable agricultural systems (Álvarez, Carreón, & San Vicente, 2011; Hermann et al., 2009).

Regulatory and legal framework for informal seed systems in Mexico

At international level, Mexico is part of The Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization, it has a framework legally binding where indigenous and Afro-Descendant peasant communities have collective rights on their bicultural heritage (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2011). Part of that heritage is represented on seed cultivation, of which Mexico is the center of origin, domestication and diversification.

Political and legal frameworks in terms of the informal seed system are incipient in the country and mainly refer to corn seeds. Most of the laws on conservation and promotion of native seeds are of a state nature, although at national level the creation of the Federal Law for the Promotion and Protection of Native Corn is highlighted, issued in 2020 (Table 2).

Some of the criticisms of state and national laws on corn promotion are that they do not establish real mechanisms to prohibit seeds genetically modified, which is one of the main threats that farmers perceive for their seed systems. (De Ita & López, 2012).

Actors of the informal seed system

The actors of the informal seed system are the producers, farmers, indigenous groups, Afro-Descendant communities and in recent years, people from cities committed to agricultural systems and their sustainability. Historically, the ISS faces several socioeconomic issues such as migration, accultura-

Actores del sistema formal de semillas

El Sistema Formal de Semillas de México está compuesto por actores del sector público y privado enfocados en la conservación, mejoramiento, investigación, certificación, comercio y producción de semillas. Actualmente los actores del SFM están amparados bajo un marco legal nacional y comparten espacios de cohesión como el Sistema Nacional de Semillas (SINASEM) (Figura 2).

Sistema informal de semillas en México

El sistema informal de semillas en México está basado en las estrategias locales que los agricultores han desarrollado para abastecerse de semillas en cada periodo de siembra, funciona bajo un sistema de selección de las semillas cosechadas, en el trueque, en las ferias de semillas y en algunos casos en los bancos comunitarios de semillas. Las semillas nativas son usadas en 77.5 % de las unidades productivas del país (INEGI, 2017), por lo tanto, el sistema informal es el más extendido en el país. Este sistema sigue funcionando porque muchos agricultores prefieren sus semillas (maíz, frijol, calabazas, frutales, especies medicinales, etc.) por la capacidad de adaptación a las condiciones locales, por la relación de sus semillas con la cosmovisión local y en algunos casos porque los recursos económicos con los que cuentan no son suficientes para adquirir semillas mejoradas. Este sistema y su dinámica aportan sustancialmente a los sistemas agrícolas sostenibles (Álvarez, Carreón, & San Vicente, 2011, Hermann et al., 2009).

Marco normativo y legal para sistemas informales de semillas en México

A nivel internacional México forma parte del Protocolo de Nagoya Sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa para los Beneficios que se Deriven de su Utilización, posee un marco legalmente vinculante donde comunidades campesinas indígenas y afrodescendientes tienen derechos colectivos sobre su patrimonio biocultural (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011). Parte de ese patrimonio está representado en las semillas de cultivos de las cuales México es centro de origen, domesticación y diversificación.

Los marcos políticos y legales respecto al sistema informal de semillas son incipientes en el país y ha-

Table 2. State, national and international legal framework of the informal seed system in Mexico
Cuadro 2. Marco legal internacional, nacional y estatal del sistema de semillas informal en México

Level/Nivel	Law/Protocol/Agreement/ Ley/Protocolo/Convenio	Main contributions to ISS / Principales aportes al SIS
International/Internacional	Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization (2010)	The fair and equitable participation sharing of the benefits arising out of the exploitation of genetic resources.
	In the process of implementation/ Protocolo de Nagoya Sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa para los Beneficios que se Deriven de su Utilización (2010)	Recognize the rights of indigenous and local communities on their genetic resources (---this includes seeds as biocultural heritage. / La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
	En proceso de implementación	Reconoce los derechos de comunidades indígenas y locales sobre sus recursos genéticos que incluye las semillas como patrimonio biocultural)
National/Nacional	Decree promulgating the Nagoya Protocol in Mexico (2014) Current / Decreto promulgatorio del Protocolo de Nagoya en México (2014) Vigente.	Community protocols related to traditional knowledge. With no restriction to use and exchange of genetic resources (including seeds) and knowledge in indigenous and peasant communities/Protocolos comunitarios en relación con los conocimientos tradicionales. No restricción a uso e intercambio de recursos genéticos (incluyendo semillas) y conocimientos en comunidades indígenas y campesinas.
	Law for the Promotion and Protection of Native Corn 2020 Approved by the Senate/ Ley federal para el fomento y protección del maíz nativo 2020	Stablish institutional mechanisms to protect and promotion the Native Corn and in continuous diversification.
	Aprobado en Senado	Conservation In-situ of native corn seeds and creation of Community Bank seeds.
State / Estatal	Law for the Promotion and Protection of Criollo Corn as Food Heritage of the state of Michoacán of 2011	Stablish mechanisms to promote and protect corn, in terms of production, marketing, consumption and diversification. Stablish public policy guidelines that support the organization of native producers and custodians./
	Current law/ Ley de Fomento y Protección del Maíz Criollo como Patrimonio Alimentario del estado de Michoacán de 2011	Establecer los mecanismos de fomento y protección al maíz, en cuanto a su producción, comercialización, consumo y diversificación. Establecer líneas de política pública que apoyen la organización de los productores originarios y custodios
	Ley Vigente	
	The Agricultural Law for the Promotion and Protection of Corn as Original Heritage, in Constant Diversification and Food for the state of Tlaxcala 2011	Promote productivity, competitiveness and biodiversity of the criollo corn.
	Current law/ La Ley Agrícola de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario, en Diversificación Constante y Alimentario para el estado de Tlaxcala 2011	Promote the activities of the producers, as well as of the communities that descend from those that originally cultivated corn./ Promover el desarrollo sustentable de los maíces criollos
	Law for the Protection and Conservation of Criollo Corn in its genetic state for the State of Morelos 2014	Promover la conservación y el aprovechamiento tecnológico de los maíces criollos
	Current law/ Ley Vigente	
	Ley de Protección y Conservación del Maíz Criollo en su estado genético para el Estado de Morelos 2014	
	Ley Vigente	

Source:/Fuente: Congreso del Estado de Michoacán, (2011); Congreso del Estado de Morelos, (2014); Congreso del Estado de Tlaxcala, (2011); DOF (2014, 2020b)

tion processes, loss of intergenerational knowledge transmission and the limited programs and governmental actions that promote these ancestral systems. Likewise, there are environmental factors such as extreme climatic events, incidence of pests and diseases and the contamination with transgenic corn in some territories within the country (García & Toscana, 2017; Quist & Chapela, 2001).

These issues and the need to preserve the bicultural heritage have driven the creation of associations and groups at regional and national level, which look for the protection and safeguard seeds and improve the legal system in order to protect their rights to conserve, exchange and multiply native seeds (Table 3). These organizations work with their own resources, some of them receive support from non-governmental organizations and other civil associations interested in preservation of native species.

The associations of the ISS converge within the development of three main actions: national or state campaigns for the protection of native seeds, seed fairs and community seed banks. The campaigns to

cen referencia principalmente a semillas de maíz. La mayoría de las leyes para la conservación y fomento de las semillas nativas son de índole estatal, aunque a nivel nacional destaca la creación de la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo expedida en 2020 (Cuadro 2).

Algunas de las críticas a las leyes estatales y nacionales de fomento al maíz es que no establecen mecanismos reales para la prohibición de semillas genéticamente modificadas, siendo ésta una de las principales amenazas que perciben los agricultores para sus sistemas de semillas (De Ita & López, 2012).

Actores del sistema informal de semillas

Los actores del sistema de semillas informales son los productores, campesinos, grupos indígenas, comunidades afrodescendientes y en los últimos años personas de las ciudades comprometidas con los sistemas agrícolas y su sostenibilidad. Históricamente el SIS se enfrenta a múltiples problemáticas de tipo socioeconómicas como migración, procesos de acul-

Table 3. Main groups in the informal seed sector in Mexico
Cuadro 3. Principales colectivos en el sector informal de semillas en México

Level/Nivel	State/Estado	Organizations / Grups/ Organizaciones/Colectivos
States / Estados	Nacional	Fundación Semillas de Vida A.C (ONG)
		Red Mexicana de semillas
	Baja California	Red Guardianes de Semillas de Jalisco
	Campeche	Colectivo de Semillas Much' Kanan I'inaj
	Ciudad de México	Canasta de semillas
	Estado de México	Limbo Semillas (Proyecto Limbo)
	Estado de México	Semillas Colibrí
	Guanajuato	Red custodios de semillas de Veracruz
	Jalisco	Somos semillas- Biblioteca de semillas Miguel Allende
	Península Maya	Misioneros AC
	Puebla	Red Mayense de Guardianes y guardianes de Semillas
	Quintana Roo	Raíz de Fondo AC
	Tlaxcala	Grupo Vicente Guerrero
	Tlaxcala	Unidad Indígena Totonaca Náhuatl- UNITONA
	Veracruz	INRA- Red Educativa para la conservación de semillas nativas
	Yucatán	Guardianes de las Semillas Káa nán iinájóob
	Yucatán	Ka' Kuxtal Munch'Meyaj

Source: / Fuente: Hermann et al., (2009); Semillas de Vida, (2019); Vía Orgánica, (2017)

protect and conserve seeds are aimed to make visible the issues faced by those people who use and conserve native seeds, these campaigns show, put the debate on the national agenda and pressure on policies and actions in order to avoid these issues. The most visible case is the national campaign *sin maíz no hay país*, this brings several peasant organizations of the country together (National Campaign Sin maíz no hay país, 2019).

The seed fairs/agrobiodiversity fairs/seed festivals are spaces mainly developed at state and municipal level, although versions at national level have been developed. They are aimed at seed exchange, knowledge, practices, as well as conservation and consolidation of the community identity on their agricultural and food systems (Álvarez et al., 2011; Semillas de Vida, 2019; Tzec, 2015).

The third action are the Community Seed Banks, these are strategies at local level where farmers create physical spaces to conserve seeds (bean, pumpkin, corn mainly) in the best conditions for the next sowing cycle. In Mexico, a network of Community Seed Banks was developed as part of the strategies implemented by the National System for Plant Genetic Resources. These initiatives are essential strategies to preserve underused species and to face climatic changes and extreme climatic events (Aragón & De la Torre, 2015).

Discussion

Denationalization and privatization of the formal Seed System

Since the disarticulation of the PRONASE and the promulgation of the Seed Law of 1991, the Mexican state loses a key link for the development of the public seed sector. Nowadays, although there is a public development of improved varieties such as the INIFAP, Colegio de Postgraduados and the Universidad Autónoma Chapingo, academic institutions do not have the financial and institutional capacity of production and marketing. There is not a link between the development of improved seeds and production and technological transfer. In contrast, the large seed companies (national and international) have developed a complete research, production and marketing scheme of seeds in the country (Aboites & Martínez, 2005).

Since the promulgation of the first seed law, the state through the SNICS has become a mediator of

turación, pérdida de transmisión de conocimientos intergeneracionales y los limitados programas y acciones gubernamentales que promuevan estos sistemas ancestrales. Asimismo inciden factores ambientales como eventos climáticos extremos, incidencia de plagas y enfermedades y a contaminación con maíz transgénico en algunos territorios del país (García & Toscana, 2017; Quist & Chapela, 2001).

Estas problemáticas y la necesidad de conservar el patrimonio biocultural han impulsado la creación de asociaciones y colectivos a nivel regional y nacional que buscan proteger y salvaguardar las semillas y mejorar el sistema legal para que sean protegidos sus derechos de conservar, intercambiar y multiplicar las semillas nativas (Cuadro 3). Estas organizaciones funcionan con recursos propios, algunas reciben soporte de organizaciones no gubernamentales y otras asociaciones civiles interesadas en la conservación de las especies nativas.

Las asociaciones del SIS convergen en el desarrollo de tres principales acciones: las campañas nacionales o estatales a la protección de semillas nativas, las ferias de semillas y los bancos comunitarios de semillas. Las campañas para la protección y conservación de las semillas tienen como objetivo visibilizar las problemáticas que enfrentan quienes usan y conservan las semillas nativas, estas campañas dan visibilidad, ponen en la agenda nacional el debate y la presión hacia políticas y acciones para revertir estos problemas. El caso más visible es la campaña nacional *sin maíz no hay país*, la cual reúnen varias de las principales organizaciones campesinas del país (Campaña Nacional Sin maíz no hay país, 2019).

Las ferias de semillas/ferias de agrobiodiversidad/ fiestas de semillas son espacios que se desarrollan principalmente a nivel municipal y estatal, aunque ya se han desarrollado versiones a nivel nacional. Tienen como objetivo el intercambio de semillas, conocimientos, prácticas, así como conservar y afianzar la identidad de las comunidades sobre sus sistemas agrícolas y alimentarios (Álvarez et al., 2011; Semillas de Vida, 2019; Tzec, 2015).

La tercera acción son los Bancos Comunitarios de semillas, son estrategias a nivel local donde los agricultores crean espacios físicos para conservar las semillas (frijol, calabaza, maíz principalmente) en óptimas condiciones para los siguientes ciclos de siembra. En México se desarrolló una Red de Bancos Comunitarios de

the sector by developing the role of certification and inspection of varieties and seeds, it is also a key actor in the creation and implementation of instruments for the develop of seed laws in the country. This mediation has resulted in a formal system with actors from the cohesive public and private sector and with specific roles within the research, production, certification and marketing chain.

Cohesion process of the informal seed sector and an emerging legal framework

The strategies developed by the ISS have allowed the creation of regional and national spaces for the conservation of seeds and dissemination of common problems in the sector. The Law on the promotion of the Native Corn is a product of this cohesion, this law creates a milestone in the Mexican history since becoming the first National Law that shows producers as subjects of law and claims their contribution to the national seed systems and the food security of the country.

The current National Seed Policy and the National Seed Program, although, are mainly focused on formal seed system, they take into account synergies with the informal sector such as the regional production of native seeds according to the environmental and social characteristics of each place.

Proposals to overcome the dilemmas of the seed system in Mexico

Although the seed systems in Mexico have historically developed their perspectives from the antagonism, the country requires a cohesive system that meets the production needs and at the same time protects the financing and granting rights to native seeds through the research. At global level, the advantages this cohesion represents have been documented, such as the potential of distribution at wide geographic scales of developed varieties by public institutions (Sperling, Boettiger, & Barker, 2013) the preservation of the local agrobiodiversity (Hoogendoorn, Gildermacher, Heemskerk, & Thijssen, 2016), the development of public policies on seeds (Munyi & Jonge, 2015) the creation of local seed businesses and jobs (FAO, 2018; Thijssen, Borman, Verhoosel, Mastenbroek, & Heemskerk, 2015; Vernooy, Sthapit, & Bessette, 2015) and the creation of strong strategies to face the climatic change (GIZ, 2014).

semillas, como parte de las estrategias implementadas en por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos. Estas iniciativas son estrategias fundamentales para la conservación de especies subutilizadas y para hacer frente al cambio climático y eventos climáticos extremos (Aragón & De la Torre, 2015)

Discusión

Desnacionalización y privatización del Sistema formal de Semillas

Desde la desarticulación de la PRONASE y la promulgación de la Ley de Semillas de 1991, el estado mexicano pierde un eslabón determinante para el desarrollo del sector de semillas público. En la actualidad, aunque hay desarrollo público de variedades mejoradas como es el caso del INIFAP, Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Chapingo, las instituciones académicas no tienen capacidad financiera e institucional de producción y comercialización. No existe un eslabón entre el desarrollo de semillas mejoradas y la producción y transferencia de tecnología. En contraste, las grandes empresas semilleras (nacionales e internacionales) han desarrollado todo un esquema de investigación, producción y comercialización de semillas en el país (Aboites & Martínez, 2005).

Desde la promulgación de la primera ley de semillas el estado a través del SNICS se ha convertido en un mediador del sector asumiendo el rol de certificación e inspección de variedades y semillas, además es un actor central en la creación e implementación de instrumentos para el desarrollo de las leyes de semillas del país. Esta mediación ha dado como resultado un sistema formal con actores del sector público y privado cohesionados y con roles específicos dentro de la cadena de investigación, producción, certificación y comercialización.

Proceso de cohesión del sector informal de semillas y un marco legal incipiente

Las estrategias que desarrolla el SIS han permitido crear espacios regionales y nacionales para la conservación de semillas y la difusión de problemas comunes del sector. La Ley sobre el Fomento al Maíz Nativo es producto de esa cohesión, esta ley marca un hito en la historia de México, al convertirse en la primera Ley Nacional que visibiliza a los productores como sujetos de derechos y reivindica su aporte a los sistemas de semillas nacionales y la seguridad alimentaria del país.

To overcome these dilemmas, it is proposed to re-take the following strategies:

Create and consolidate the small local seed business: taking into account the ideas of Luna et al., (2012) it is proposed to create and reactivate the local business, which aims to focus on seed reproduction and distribution that have been improved by the national institutions (INIFAP, Universities and research centers) based on the native seeds of the country. This strategy has several advantages, on one side, it strengthens local and regional seed systems, and at the same time the national technological transfer would be effective. According to the FAO, these entrepreneurs open the possibility of creating synergies between the formal and informal sector because they improve the access of seeds to communities (FAO, 2011a, 2018).

Strengthen the community seed banks: there are successful experiences around the world where the CSB become part of the formal seed systems, in this way, functions such as conservation, seed availability for the sowing season and the seed sovereignty are consolidated (Vernooy et al., 2018). Community Banks can become a link that allows the development of synergies between the formal and informal seed system. In Costa Rica there is an example of this type of cohesion, the community seed banks (mainly bean) are correctly structured and they are able to be reliable suppliers of quality seeds. There are experiences in the legal and political system such as in the case of Brazil and Nepal where the CSB have been incorporated into the guidelines of the seed laws at national level (Vernooy et al., 2015).

The third proposal is the promotion of political frameworks for other species of national importance, because as it is shown in this research, the state legal framework and the actions of the ISS have been focused on corn.

Conclusions

The formal and informal seed systems in Mexico have been developed in a parallel way, under antagonists' logics of production, marketing and access. The formal system has been strengthened due to a legal framework built and updated based on the international treatments and agreements and the informal seed system develops as a survival strategy in face of

La actual Política Nacional de Semillas y el Programa Nacional de Semillas, aunque se enfocan principalmente en el sistema formal de semillas, contemplan sinergias con el sector informal, como la producción regional de semillas nativas de acuerdo con las características ambientales y sociales de cada lugar.

Propuestas para superar las disyuntivas del sistema de semillas en México

Aunque históricamente los sistemas de semillas en México han desarrollado sus visiones desde el antagonismo, el país requiere de un sistema cohesionado que responda a las necesidades de producción y que a su vez proteja a través de la investigación, el financiamiento y el otorgamiento de derechos a las semillas nativas. A nivel mundial se han documentado las ventajas que representa esta cohesión, como el potencial de distribución a escalas geográficas amplias de variedades desarrolladas por instituciones públicas (Sperling, Boettiger, & Barker, 2013), la conservación de la agrobiodiversidad local (Hoogendoorn, Gildermacher, Heemskerk, & Thijssen, 2016), la creación de políticas públicas de semillas (Munyi & Jonge, 2015) la creación de negocios y empleos locales de semillas (FAO, 2018); Thijssen, Borman, Verhoosel, Mastenbroek, & Heemskerk, 2015; Vernooy, Sthapit, & Bessette, 2015) y la creación de estrategias robustas para hacer frente al cambio climático (Giz, 2014).

Para superar estas disyuntivas se proponen retomar las siguientes estrategias:

Crear y consolidar pequeñas empresas de semillas locales: retomando las ideas de Luna et al., (2012) se propone crear o reactivar las empresas locales cuyo objetivo se centre en reproducir y distribuir las semillas que las instituciones nacionales (INIFAP, Universidades y centros de investigación) han mejorado con base en las semillas nativas del país. Esta estrategia tiene varias ventajas, por un lado, fortalece los sistemas locales y regionales de semillas, y su vez se haría efectiva la transferencia tecnológica nacional. Según la FAO estos emprendimientos de semillas abren la posibilidad de crear sinergias entre el sector formal e informal porque mejoran el acceso de semillas a las comunidades (FAO, 2011a, 2018).

Fortalecer los bancos comunitarios de semillas: existen experiencias exitosas alrededor del mundo donde los BCS se convierten en parte de los sistemas formales

transformations of the agricultural and social sector.

The actors of the formal seed system have a cohesion scheme and permanent dialogue, the research, production, certification and marketing roles are well-established. The actors of the informal seed system are mainly represented as producers who conserve, storage and use their own seeds in each agricultural cycle. However, nowadays there are municipal, state and recently national groups focused on the exchange of seeds, knowledge and practices. These groups also have a political vision and try to put on the public agenda the issues faced by the sector.

As strategies for the cohesion of an integrated seed system, the creation of small and medium-sized seed companies is suggested with specific market niches that produce and market public use varieties developed by national and international research institutions; the consolidation of community seed banks; and the development of frameworks legally binding that protect the rights of farmers in the formal and informal seed system.

End of English version

References / Referencias

- Aboites, G., & Martínez, F. (2005). La propiedad intelectual de variedades vegetales en México. *Agrociencia*, 39, 237–245. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239212.pdf>
- Almekinders, C. (2001). *Management of Crop Genetic Diversity at Community Level*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.619.61&rep=rep1&type=pdf>
- Álvarez, E., Carreón, A., & San Vicente, A. (2011). (Eds.). *Haciendo la milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/publication/265728764_Haciendo_milpa_La_proteccion_de_las semillas_y_la_agricultura_campesina
- Aragón, F., & De la Torre, F. (2015). Conservación de las especies subvaloradas como recursos genéticos agrícolas. *Revista Digital Universitaria*, 16(5). <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art37/index.html>

de semillas, de esta forma se consolidan funciones como conservación, disponibilidad de semillas para las épocas de siembra y la soberanía de semillas (Vernooy et al., 2018). Los bancos comunitarios pueden convertirse en un eslabón que permita desarrollar sinergias entre el sistema formal e informal de semillas. En Costa Rica existe un ejemplo de este tipo de cohesión, los bancos comunitarios de semillas (principalmente de frijol) están bien estructurados y tienen la capacidad de ser proveedores confiables de semillas de calidad. Existen experiencias en el sistema legal y político como el caso de Brasil y Nepal donde los BCS se han incorporado dentro de las directrices de Leyes de semillas a nivel nacional (Vernooy et al., 2015).

La tercera propuesta es la promoción de marcos políticos para otras especies de importancia nacional, ya que como se muestra en esta investigación el marco legal estatal y las acciones del SIS han estado centradas en el maíz.

Conclusiones

Los sistemas formal e informal de semillas en México se han desarrollado de manera paralela, bajo lógicas antagonistas de producción, comercialización y acceso. El sistema formal se ha fortalecido gracias a un marco legal que se construye y actualiza con base en los tratados y acuerdos internacionales y el sistema informal de semillas evoluciona como estrategia de supervivencia ante las transformaciones del sector agrícola y social.

Los actores del sistema formal de semillas tienen un esquema de cohesión y diálogo permanente, están bien establecidos los roles de investigación, producción, certificación y comercio. Los actores del sistema informal de semillas están principalmente representados como productores que conservan, almacenan y usan sus propias semillas en cada ciclo agrícola. Sin embargo, actualmente hay colectivos municipales, estatales y recientemente nacionales que se enfocan en intercambiar semillas, conocimientos, prácticas. Estos colectivos además tienen una visión política y buscan poner en la agenda pública las problemáticas que afronta el sector.

Como estrategias para la cohesión de un sistema de semillas integrado, se propone la creación de pequeñas y medianas empresas de semillas con nichos de mercado específicos y que produzcan y comer-

Barbosa, J., Barbosa, J., & Rodríguez, M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: Una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Bibliotecológica*, 27(61). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2013000300005&script=sci_abstract

Becerra, M. (1998). La ley mexicana de variedades vegetales. En *Liber ad honorem Sergio García Ramírez*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/116/11.pdf>

Calle, W., Conde, C., & Baena, M. (2015). Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina. *Acta Agronómica*, 64(3), 239–245. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.43985>

Campaña Nacional Sin maíz no hay país. (2019). *Etapas de la Campaña Nacional sin Maíz no hay país*. <http://sinmaiznohaypais.org/>

Cantero, D. S. M. (2014). Teoría Fundamentada y Atlas ti. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16, 19. <https://atlasti.com/wp-content/uploads/2014/05/San-Martin-2014.pdf>

CEDRSSA. (2015). *Las semillas de México* (p. 29). http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/93Las_semillas_en_M%C3%A9xico_-_agosto_2015.pdf

Congreso del Estado de Michoacán. (2011). *Ley de fomento y protección del maíz criollo como patrimonio alimentario del estado de Michoacán*. <http://congresomich.gob.mx/file/Ley-de-Fomento-y-Protecci%C3%B3n-del-Ma%C3%ADz-Criollo-Como-Patrimonio-Alimentario-del-Estado-de-Michoac%C3%A1n-de-Ocampo..pdf>

Congreso del Estado de Morelos. (2014). *Ley de Protección y Conservación del Maíz Criollo en su estado genético para el Estado de Morelos*. <http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/leyes/pdf/LMAIZCRIOEM.pdf>

Congreso del Estado de Tlaxcala. (2011). *Ley de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario en Diversificación Constante y Alimentario para el Estado de Tlaxcala*. <http://contraloria.tlaxcala.gob.mx/pdf/normateca/Ley%20de%20Fomento%20y%20Protecci%C3%B3n%20>

cialicen variedades de uso público desarrolladas por instituciones de investigación nacional e internacional; la consolidación de bancos comunitarios de semillas; y el desarrollo de marcos legalmente vinculantes que protejan los derechos de los agricultores del sistema formal e informal de semillas.

Fin de la versión en español

[al%20Ma%C3%ADz%20como%20Patrimonio%20Originario%20en%20Diversificaci%C3%B3n%20Constante%20y%20Alimentario%20para%20el%20Estado%20de%20Tlaxcala.pdf](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2013000300005&script=sci_abstract)

De Boef, W., Dempewolf, H., Byakweli, J. M., & Engels, J. (2010). Integrating Genetic Resource Conservation and Sustainable Development into Strategies to Increase the Robustness of Seed Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34, 504–531. <https://doi.org/10.1080/10440046.2010.484689>

De Ita, A., & López, P. (2012). *Semillas: Marco legislativo y programas en México*. Centro de Estudios para el cambio en el Campo Mexicano. <http://ceccam.org/sites/default/files/Folleto%20Semillas%204a%20op.pdf>

DOF. (1961). *Ley sobre la producción, certificación y comercio de semillas* (Secretaría de Agricultura y Ganadería).

DOF. (1991). *Ley Sobre Producción Certificación y Comercio De Semillas*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4731703&fecha=15/07/1991

DOF. (1996). *Ley Federal de Variedades Vegetales*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4903746&fecha=25/10/1996#:~:text=%2D%20La%20presente%20ley%20tiene%20por,Agricultura%2C%20Ganader%C3%ADa%20y%20Desarrollo%20Rural

DOF. (2014). *Decreto Promulgatorio del Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica, adoptado en Nagoya el*

- veintinueve de octubre de dos mil diez. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5363605&fecha=10/10/2014
- DOF. (2016). *Acuerdo por el que se constituye el Sistema Nacional de Semillas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5446232&fecha=29/07/2016
- DOF. (2020a). *Programa Nacional de Semillas 2020-2024*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5608920&fecha=28/12/2020
- DOF. (2020b). *Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5591534&fecha=13/04/2020#:~:text=%22EL%20CONGRESO%20GENERAL%20DE%20LOS,Art%C3%ADculo%20%C3%9Anico.&text=Se%20reconoce%20a%20la%20producci%C3%B3n,Nativo%2C%20como%20manifestaci%C3%B3n%20cultural%20nacional.
- Domínguez, I. A., Reyes Altamirano-Cárdenas, J., Barrientos-Priego, A. F., Ayala-Garay, A. V., Domínguez-García, I. A.,..., Ayala-Garay, A. V. (2019). Análisis del sistema de producción y certificación de semillas de México. *Revista fitotecnica mexicana*, 42(4), 347–356. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-73802019000400347&lng=es&nrm=iso&tIng=es
- Espinosa, C., Turrent, A., & Tadeo, M. (2012). *Recursos fitogenéticos, patrimonio biocultural, semillas y seguridad alimentaria* (Calva, Ed.; pp. 198–218). Consejo Nacional de Universitarios.
- FAO. (2011a). *Promoción del Crecimiento y Desarrollo de Empresas de Semillas de Pequeños Agricultores en Cultivos para la Seguridad Alimentaria*. FAO. <http://www.fao.org/3/i1839s/i1839s00.pdf>
- FAO. (2011b). *Strengthening seed systems: Gap analysis of the seed sector*. FAO. <http://www.fao.org/3/am646e/am646e.pdf>
- FAO. (2015). *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i4916s.pdf>
- FAO. (2018). *Seeds toolkit Module 1: Development of small-scale seed enterprises*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and AfricaSeeds. <http://www.fao.org/3/ca1490en/CA1490EN.pdf>
- García, A., & Toscana, A. (2017). Presencia de maíz transgénico en la Sierra Norte de Oaxaca. Un estudio desde la mirada de las comunidades. *Sociedad y Ambiente*, 12, 119. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i12.1744>
- Gill, T. B., Bates, R., Bicksler, A., Burnette, R., Ricciardi, V., & Yoder, L. (2013). Strengthening informal seed systems to enhance food security in Southeast Asia. *Journal of Agriculture, Food Systems and Community Development*, 3(3), 139–153. <http://dx.doi.org/10.5304/jafscd.2013.033.005>
- GIZ. (2014). *Farmers' Seed Systems. The challenge of linking formal and informal seed systems* (p. 18). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) https://wocatpedia.net/images/0/0d/Farmers%27_Seed_Systems_GIZ_2015.pdf
- Hermann, M., Amaya, K., Latournerie, L., & Castiñeiras, L. (Eds.). (2009). *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un proyecto de investigación en sistemas informales de semillas de chile, frijoles y maíz*. Bioversity International. <https://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/como-conservan-los-agricultores-sus-semillas-en-el-tropico-humedo-de-cuba-mexico-y-peru-experienc/>
- Hlatshwayo, S., Modi, A., Hlahla, S., Ngidi, M., & Mabhaudhi, T. (2021). Usefulness of seed systems for reviving smallholder agriculture: A South African perspective. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 21, 17581–17603. <https://doi.org/10.18697/ajfand.97.19480>
- Hoogendoorn, J., Gildemacher, P., Heemskerk, W., & Thijssen, M. (2016). Integrated Seed Sector Development (ISSD)-How Informal and Formal Seed Systems Can Work Together for the Conservation and Use of Agricultural Biodiversity. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 29, 281. <https://doi.org/10.5958/0976-1926.2016.00046.2>
- INEGI. (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2017/>

- Louwaars, N., & de Boef, W. (2012). Integrated Seed Sector Development in Africa: A Conceptual Framework for Creating Coherence Between Practices, Programs, and Policies. *Journal of Crop Improvement*, 26, 39–59. <https://doi.org/10.1080/15427528.2011.611277>
- Luna, B., Hinojosa, M., Ayala, O., Castillo, F., & Mejía, A. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 1–7. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802012000100003&lng=es&nrm=iso
- McGuire, S., & Sperling, L. (2016). Seed systems smallholder farmers use. *Food Security*, 8(1), 179–195. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0528-8>
- Munyi, P., & De Jonge, B. (2015). Seed Systems Support in Kenya: Consideration for an Integrated Seed Sector Development Approach. *Journal of Sustainable Development*, 8. <https://doi.org/10.5539/jsd.v8n2p161>
- Ortega, M., Zizumbo, L., Monterroso, N., & Hernández, O. (2018). Leyes de semillas y maíz transgénico. Análisis desde la coproducción entre ciencia y regímenes económico-políticos en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(3), 413–442. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n3/1870-5472-asd-15-03-413.pdf>
- Paulus, T. M., & Lester, J. N. (2016). ATLAS.ti for conversation and discourse analysis studies. *International Journal of Social Research Methodology*, 19(4), 405–428. <https://doi.org/10.1080/13645579.2015.1021949>
- Quist, D., & Chapela, I. H. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414(6863), 541–543. <https://doi.org/10.1038/35107068>
- Schöley, M., & Padmanabhan, M. (2017). Formal and informal relations to rice seed systems in Kerala, India: Agrobiodiversity as a gendered social-ecological artifact. *Agriculture and Human Values*, 34(4), 969–982. <https://doi.org/10.1007/s10460-016-9759-3>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio de la diversidad biológica*. Naciones Unidas. <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>
- Semillas de Vida. (2019). *Ferias de semillas en México*. <https://www.semillasdevida.org.mx/index.php/proteccion-de-semillas-2>
- SNICS. (2021). *Gaceta Derechos de Obtentor en línea*. <https://datastudio.google.com/u/0/reporting/1V8u-ihAQjcXW76CQQSgcvJIGRAaP-5Lz?s=ushQvYcyBDE>
- SNICS, & SADER. (2020). *Política nacional de semillas*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/631358/Politica_Nacional_Semillas.pdf
- Sperling, L., Boettiger, S., & Barker, I. (2013). *Integrated Seed Systems*. 32. https://www.researchgate.net/publication/259459604_Integrated_Seed_Systems
- Thijssen, M. H., Borman, G. D., Verhoosel, K. S., Mastenbroek, A., & Heemskerk, W. (2015). *Local Seed Business in the Context of Integrated Seed Sector Development* (C. O. Ojiewo, S. Kugbei, Z. Bishaw, & J. C. Rubyogo, Eds.; pp. 39–45). FAO. <https://edepot.wur.nl/408137>
- T-MEC. (2019). *Textos finales del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC)*. <https://www.gob.mx/t-mec>
- Tzec, N. (2015). *Sistematización de la experiencia de las Fiestas de Semillas Nativas e identificación de los impactos generados en el uso de las variedades de semillas de maíz en la Región de los Chenes, Municipio de Hopelchén, Campeche, México* [Maestría, CATIE]. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/8174>
- UPOV. (2019). *PVP Datos y estadísticas*. <https://www.upov.int/upovlex/es/profile.jsp?code=MX>
- Vernooy, R., Shrestha, P., & Sthapit, B. (2015). *Community seed banks: Origins, evolution, and prospects*. Routledge.
- Vernooy, R., Sthapit, B., & Bessette, G. (2018). *Bancos comunitarios de semillas: Concepto y práctica—Manual para el facilitador*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/96304>
- Vía Orgánica. (2017). *Encuentro mexicano de guardianes de semillas. Apuntes, notas y memorias*. <http://somossemilla.org/wp-content/uploads/2017/06/MEMORIAS-EMGS2017.pdf>