



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

REDES DE INTERCAMBIO DE SEMILLAS ENTRE AGRICULTORES DEL ESTADO  
DE TLAXCALA, MÉXICO. ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA  
AGROBIODIVERSIDAD

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
LUZ PALESTINA LLAMAS GUZMÁN

DRA. ELENA LAZOS CHAVERO (TUTORA PRINCIPAL)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

DR. HUGO RAFAEL PERALES RIVERA (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)  
EL COLEGIO DE LA FRONTESA SUR

DRA. LAURA ELENA MARTÍNEZ SALVADOR (REVISORA)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

DR. TLACAELEL AARÓN RIVERA NÚÑEZ (REVISOR)  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

DR. GABRIEL RAMOS FERNÁNDEZ (REVISOR)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN  
SISTEMAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, MAYO 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 88 del 14 de febrero del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Llamas Guzmán Luz Palestina** con número de cuenta **300208267**, con la tesis titulada "Redes de intercambio de semillas entre agricultores del estado de Tlaxcala, México. Estrategia para la conservación de la agrobiodiversidad", bajo la dirección de la Dra. Elena Lazos Chavero.

PRESIDENTA: DRA. LAURA ELENA MARTÍNEZ SALVADOR  
VOCAL: DR. TLACAELEL AARÓN RIVERA NÚÑEZ  
SECRETARIO: DR. GABRIEL RAMOS FERNÁNDEZ  
VOCAL: DR. HUGO RAFAEL PERALES RIVERA  
VOCAL: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 12 de mayo de 2023.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por brindarme la oportunidad de poder estudiar.

Agradezco al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por el apoyo para realizar este proyecto de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de posgrado (número de beca 288704).

Agradezco al proyecto UNAM DGAPA-PAPIIT IN-304519, “Amenazas y vulnerabilidades del campo mexicano: Pérdida de la agrobiodiversidad y de semillas, migración juvenil y cambio climático, coordinado por Elena Lazos Chavero. También, agradezco al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP) por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios.

Agradezco a la Dra. Elena Lazos Chavero por la orientación a lo largo del proyecto de investigación, por los comentarios y sugerencias para poder realizar el trabajo de campo y posteriormente el escrito de los artículos y la tesis.

Agradezco al Dr. Alejandro Casas Fernández, por el apoyo en todo momento y la orientación para poder realizar el proyecto de investigación.

Agradezco al Dr. Hugo Rafael Perales Rivera, por la orientación y sugerencias para poder realizar el proyecto de investigación.

Agradezco a los miembros del jurado conformado por Dra. Laura Elena Martínez Salvador, Dr. Gabriel Ramos Fernández y Dr. Tlacaelel Aarón Rivera Núñez por la revisión, comentarios y sugerencias al escrito de la tesis. Todas sus observaciones realizadas fueron muy valiosas para mejorar y poder concluir el trabajo de escritura.

Agradezco a los agricultores de Ixtenco, Huamantla y Zaragoza, quienes siempre me recibieron con calidez en sus hogares o parcelas. En especial, agradezco a Cornelio Hernández Rojas por todo el apoyo, la orientación y las pláticas tan valiosas, las cuales me permitieron comprender un poco más sobre los maíces de Ixtenco. Agradezco a Simón Angoa, Ana Lilia García, Diana Angoa y Ulises Hernández por su amabilidad, por todo su apoyo, amistad y confianza. De igual manera, agradezco a Hugo Esteban Rojas por todo el apoyo y la ayuda brindada. Agradezco a los agricultores de la “Casa del campesino” de Huamantla, quienes me brindaron todo el apoyo para poder conocer y platicar con los agricultores, en especial agradezco a los agricultores Francisco Morales Huerta, Humberto Hernández y a las autoridades ejidales del municipio.

Agradezco a mis compañeras Tania, Marce, Cloe, Jazmín y Esteban, quienes fueron un gran apoyo a lo largo del proceso del doctorado. En especial agradezco a Tania, quien siempre estuvo presente y comprometida en el trabajo de campo y fue un apoyo invaluable en todo momento.

Agradezco a mis compañeras del doctorado: Kary, Paty, Van, Tati, Zai, Cris, Adri y Gladys, su apoyo y cariño es lo máximo.

Agradezco a mi familia, Irene, Ramón, Favv y Zoila Angélica, por apoyarme siempre en todos los proyectos que realizo. Agradezco a Humberto, gracias por siempre estar presente y brindarme tu ayuda y comprensión. Sin tu apoyo este proceso sería muy complicado.

## Índice

Índice figuras y tablas .....	1
Resumen.....	5
Abstract.....	6
I. Introducción.....	7
1. Contexto.....	7
2. Preguntas de investigación.....	14
3. Objetivos.....	14
4. Hipótesis .....	14
5. Marco teórico.....	15
5.1. Las semillas nativas y la conservación de la agrobiodiversidad.....	15
5.2. Redes de intercambio de semillas entre agricultores.....	16
5.3. El Análisis de Redes Sociales y las redes de intercambio de semillas.....	18
5.4. Importancia de las redes de intercambio de semillas como un elemento que fortalece la conservación de la agrobiodiversidad.....	20
5.5. Las semillas como bienes comunes.....	21
6. Metodología.....	23
6.1. Análisis de redes de semillas.....	25
7. Zona de estudio.....	26
7.1. Municipio de Ixtenco.....	27
7.2. Municipio de Huamantla.....	28
8. Estructura de la tesis.....	29
Capítulo 1.....	31
Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico.....	31
Capítulo 2.....	64
Estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas locales y agricultores custodios.....	64
Capítulo 3.....	84
Redes de abastecimiento de semillas como un bien común, caso de estudio Ixtenco, Tlaxcala, México.....	84
Capítulo 4.....	109
Agricultores nodales. El intercambio de semillas como resistencia frente a la pérdida de la agrobiodiversidad.....	109
Discusión.....	137
Limitaciones de la investigación.....	142
Futuras líneas de investigación en el tema sobre redes de semillas.....	143

Conclusiones .....	146
Conclusiones Capítulo 1/artículo .....	146
Conclusiones Capítulo 2 .....	147
Conclusiones Capítulo 3 .....	148
Conclusiones Capítulo 4 .....	148
Referencias bibliográficas completas .....	150
Anexo .....	175

## Índice figuras y tablas

Figura 1. Localización del estado de Tlaxcala y los municipios de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla.

Figura 2. Diferentes variedades de maíz del municipio de Ixtenco.

Figura 3. Maíz negro (a) y maíz ajo (b).

Figura 4. Fiesta de semillas de Ixtenco.

Tabla 1. Componentes principales de una red y su contexto en un Análisis de Redes Sociales (ARS) y de una red de intercambio de semillas. Fuente: Elaboración propia con base en Requena, 1989; Barabási, 2016 y Sanz, 2003.

Figura 5. Parcelas del municipio de Ixtenco.

Figura 6. Parcelas del municipio de Huamantla.

### Capítulo 1

Figure 1. State of Tlaxcala, Mexico and location of the municipalities of Ixtenco and Huamantla.

Table 1. Number of farmers who conserve maize, beans, squash and other crops in the municipalities of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Table 2. Number and percentage of exchanges carried out by variety of maize among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Figure 2. Maize seed network consisting of 134 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange. Note: The dotted circle indicates the principal module of the network.

Table 3. Measures of centrality of the nodes conforming the maize seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Figure 3. Relationship between number of exchanges and number of maize varieties exchanged by each farmer of Ixtenco and Huamantla participating in the maize seed exchange network ( $n = 69$ ). Note: This graph employed outdegree of each node of the network, without considering local markets and stores.

Figure 4. Principal module of the maize network with respect to outdegree. The greater the node size, the greater the number of exchanges carried out. Farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seeds (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

Figure 5. Bean seed network consisting of 79 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seeds (orange), local markets (yellow), local stores (brown) and local seed bank (dark blue). The arrow indicates the direction of the exchange. Note: The dotted circle indicates the principal module of the network.

Table 4. Number and percentage of exchanges carried out by variety of bean among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Table 5. Measures of centrality of the nodes conforming the bean seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Figure 6. Relationship between number of exchanges and number of bean varieties exchanged by each farmer of Ixtenco and Huamantla participating in the bean seed exchange network (n = 30). Note: This graph employed outdegree of each node of the network, without considering local markets and stores.

Figure 7. Principal module of the bean network with respect to outdegree. The greater the node size, the greater the number of exchanges carried out. Farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

Figure 8. Squash seed network consisting of 64 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

Table 6. Number and percentages of exchanges carried out of squash seeds among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Table 7. Measurements of centrality of the nodes conforming the squash seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Table 8. Reasons farmers exchange maize, bean, and squash seeds (n = 40).

Figure 9. Relationship between the number of varieties of maize and beans conserved per farmer to the number of varieties exchanged in the municipalities of Ixtenco and Huamantla (n = 100).

Table 9. Number of farmers who plant and exchange maize, beans, and squash seeds in the municipalities of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico (n = 100).

Figure A1. Different varieties of maize of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Azul* (A), *negro* (B), *rojo* (C), *blanco* (D), *sangre de cristo* (E), *crema* (F), *cacahuacintle* (G), *arrocillo-palomero* (H), *amarillo* (I), *xocoyul* (J) and *ajo/tunicado* (K).

Figure A2. Bean varieties of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Negro* (A), *mantequilla* (B) and *vaquita* (C).

Figure A3. Squash variety of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. Squash fruit (A) and squash seeds (B).

## Capítulo 2

Tabla 1. Variedades de maíz, frijol y calabaza que circulan dentro de la Fiesta del Maíz en Ixtenco, Tlaxcala.

Figura. 1. Vista de la Fiesta del Maíz (a, b) y artesanías elaboradas por los agricultores (c). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Variedades de maíz que circulan dentro de las ferias en Jalisco. Información obtenida de CONABIO, 2018 y Bernardo & Mota, 2017.

Figura 2. Sitio donde los agricultores de Ixtenco resguardan semillas. Vista del exterior (a) y vista del interior (b). Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Conservación de semillas en botellas de vidrio y plástico. Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Variedades de maíz ajo o tunicado. Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 3

Figura 1. Sistema formal e informal de semillas. En el sistema informal (óvalo punteado), los agricultores siembran, cultivan, cosechan, almacenan y venden dentro de mercados locales las semillas. Este sistema a su vez, está conectado con el sistema formal por medio de la certificación de semillas nativas y por la entrada de semillas mejoradas, al sistema informal, a través de compañías que venden semillas mejoradas. Modificado de Scoones & Thompson (2011).

Figura 2. Sitio de estudio, comunidad de Ixtenco, Tlaxcala.

Figura 3. Diferentes variedades locales de maíz de la comunidad de Ixtenco, Tlax. a) amarillo, b) negro, c) cacahuacintle, d) blanco, e) azul, f) xocoyul, g) coral oscuro, h) cuatero.

Figura 4. Celebración “Bendición de semillas”.

Figura 5. Cuadro elaborado de semillas por artesanos de Ixtenco.

Figura 6. Conservación de semillas en coscomates y dentro de botellas de vidrio.

Figura 7. Celebración “Fiesta del maíz” en Ixtenco.

Figura 8. Variedad de maíz ajo o tunicado.

## Capítulo 4

Figura 1. Estado de Tlaxcala y localización de los municipios de Ixtenco y Huamantla.

Figura 2. Variedades de maíz (a), calabaza (b) y frijol (c) sembradas por los agricultores nodales.

Tabla 1. Variedades de maíz, frijol y calabaza que conservan los agricultores nodales de Ixtenco y Huamantla (n=7).

Tabla 2. Características consideradas en la selección de semillas de maíz.

Figura 3. Selección de semillas por parte de los agricultores nodales.

Tabla 3. Características consideradas en la selección de semillas de frijol.

Tabla 4. Características consideradas en la selección de semillas de calabaza.

Figura 4. Maíz “multicolor” (a) y maíz arrocillo palomero (b). Mazorcas de los agricultores Ulises Hernández y Ana Lilia García.

Tabla 5. Número de intercambios realizados por variedad de maíz entre agricultores nodales de Ixtenco (I) y Huamantla (H).

Tabla 6. Número de intercambios realizados por variedad de frijol entre agricultores nodales de Ixtenco (I).

Figura 5. Feria de semillas en el municipio de Ixtenco.

## Resumen

Los agricultores de México guardan su semilla año tras año para volver a cultivarla. Sin embargo, existen ciclos agrícolas afectados por cuestiones ambientales que provocan una reducción de la semilla. Debido a esta situación, los agricultores necesitan buscar semillas para plantar. Esta investigación analizó los procesos de interacción entre agricultores y la estructura de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza en los municipios de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla, Tlaxcala, México. Se analizó la influencia de estas redes en la conservación de la agrobiodiversidad. Así mismo, los criterios de selección, manejo y conservación de las semillas nativas por parte de los agricultores. Para tal fin, se realizaron 40 entrevistas semiestructuradas a los agricultores de los municipios referidos. Con base en la información de las entrevistas se elaboró una encuesta, la cual se aplicó a 100 agricultores. Con los datos de la encuesta se construyó la red de intercambio de semillas de maíz, frijol y calabaza en el lapso de 2015 a 2019. Los agricultores nodales de la red de maíz y frijol fueron aquellos que llevaron a cabo cuatro o más intercambios de semillas (agricultores con alto grado de salida dentro de la red) de tres o más variedades diferentes. En el caso de la calabaza, los agricultores nodales fueron aquellos que realizaron cuatro o más intercambios de semilla debido a que en la región de estudio sólo se cultiva una variedad local.

En el primer capítulo, por medio del Análisis de Redes Sociales (ARS) se identificaron los agricultores nodales. En la red de maíz se detectaron cinco agricultores, siendo la variedad de maíz blanco la más intercambiada. En la red de frijol, se identificaron tres agricultores nodales y el frijol amarillo la semilla más intercambiada. En la red de calabaza no se detectó a ningún agricultor nodal. En el segundo capítulo, se registraron las estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas y agricultores custodios. En el tercer capítulo se discute la importancia de ver a las semillas y a las redes de intercambio desde la perspectiva de los bienes comunes. En el cuarto capítulo se profundizó en conocer las características y las funciones de los agricultores nodales detectados en las redes de intercambio de semillas. Finalmente, en la discusión y conclusiones se señala la importancia de los agricultores nodales en las redes de intercambio de semillas, la relevancia de los bancos, ferias y mercados locales como sitios para adquirir semillas. La importancia de los procesos de selección y conservación de semillas por parte de los agricultores.

## **Abstract**

The farmers of Mexico save their seed year after year to cultivate it again. However, there are agricultural cycles affected by environmental factors that cause a reduction in the seed. Due to these situation, farmers need to look for seeds to plant. This research analyzed the processes of seed exchange and structure of networks of interchange of native maize, beans, and squash among farmers in the municipalities of San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla in the state of Tlaxcala, Mexico. We analyzed the influence of these networks on the conservation of agrobiodiversity and the selection criteria, management, and conservation of native seeds by the farmers of the studied communities. A total of 40 semi-structured interviews were conducted with farmers from the municipalities under study. Based on information from the interviews, a survey was carried out with 100 farmers. The seed exchange network of maize, beans, and squash were constructed based on data from the surveys, covering a period of five years (2015-2019). Nodal farmers were identified as those who carried out four or more seed exchanges (farmers with high outdegree within the network) involving three or more different varieties. In the case of squash, nodal farmers were defined as those who carried out four or more seed exchanges, although involving only one variety, due to the fact that in the study region only one local squash variety was cultivated.

In the first chapter, through social network analysis, nodal farmers were identified. In the maize network, five nodal farmers were detected, the blanco maize being the most exchanged seed. In the bean network, three nodal farmers were identified, with amarillo beans as the most exchanged seed. In the squash network, no nodal farmer was identified. In the second chapter, seed conservation strategies were recorded through seed fairs, seed banks, and custodian farmers. In the third chapter, the importance of seeds and seed exchange networks from the perspective of the commons was discussed. The fourth chapter analyzed the characteristics and functions of the nodal farmers detected in the seed exchange networks. Finally, in the discussion and conclusions, is considered the importance of nodal farmers in seed exchange networks, the relevance of seed banks, seed fairs and local markets as places to acquire seeds. And the importance of seed selection and conservation processes by farmers.

## I. Introducción

### 1. Contexto

El ciclo agrícola comienza con la siembra de las semillas, labor que cada año llevan a cabo los agricultores que manejan cultivos anuales de las diferentes regiones agrícolas del mundo. La agrobiodiversidad de los cultivos ha sido generada y mantenida por los agricultores de las diferentes comunidades, quienes, por medio de prácticas milenarias y conocimientos ancestrales, han seleccionado y conservado las semillas a lo largo de cada ciclo agrícola (Bellon & Brush, 1994; Boege, 2008; Bellon et al., 2003).

Actualmente vivimos un cambio ambiental a nivel global, lo que ocasiona alteraciones en la composición de la atmósfera y la pérdida de la diversidad biológica (Jaramillo, 1994; Vitousek et al., 1997; IPBES, 2019; FAO y PNUMA, 2020). Debido a esta situación, es crucial conservar la diversidad de semillas porque es la oportunidad para enfrentar el cambio climático (IPBES, 2019). Además, el crecimiento de la población a nivel mundial trae una mayor demanda de alimentos. Únicamente los pequeños agricultores producen alrededor del 80% de los alimentos (FAO, 2014; FAO, 2019), por lo cual, es fundamental que continúen con los procesos de siembra, intercambio, selección y que puedan tomar todas las decisiones entorno a las semillas, pues esto dará paso a que puedan producir los diferentes cultivos que el mundo necesita para lograr una agricultura sustentable y una alimentación nutritiva (Gliessman, 2015).

México es centro de origen, domesticación y diversificación de diferentes cultivos como el maíz, frijol y la calabaza y la diversidad genética de estos cultivos son parte de la agrobiodiversidad (Mastretta-Yanes et al., 2018; Boege, 2008). En el territorio nacional, alrededor del 70% de las siembras realizadas cada ciclo agrícola, se lleva a cabo con semillas nativas que los mismos agricultores siembran y conservan año tras año (Bellon & Brush, 1994; Dyer & Taylor, 2008; Luna et al., 2012). Sin embargo, en ocasiones los agricultores se ven en la necesidad de conseguir semilla para cultivar, debido a que la pierden por plagas en almacenamiento, plagas en campo, por un mal ciclo agrícola debido a factores climáticos como heladas, granizo o sequía. Además, los agricultores tienen la estrategia de renovar semilla vieja por nueva, cada cierto tiempo, para obtener mayores rendimientos o tienen la curiosidad y buscan nuevas variedades para experimentar (Tuxill, 2004).

Para adquirir la semilla, los agricultores llevan a cabo diferentes estrategias formando redes de intercambio de semillas (Pautasso et al., 2013). Las semillas se consiguen por medio de las relaciones sociales que tiene el agricultor, ya pueden ser proporcionadas por familiares, amigos, vecinos o conocidos (Badstue et al., 2003; Badstue et al., 2006). Si la semilla deseada no se encuentra por medio de estas relaciones sociales, se acude a mercados locales, ferias o bancos comunitarios de semillas (Pérez et al., 2011; Vernoooy et al., 2015; Cababié et al., 2015). En las redes de intercambio surgen acuerdos entre los agricultores, porque hay un compromiso de regresar la semilla prestada, o la semilla se puede regalar o involucrar un préstamo o pago monetario (Badstue et al., 2007; Pautasso et al., 2013). Por medio de estas redes, los agricultores pueden adquirir semilla de manera inmediata y acceder a una alta diversidad de variedades, se pueden obtener semillas que son ampliamente empleadas en la comunidad o alguna variedad muy específica. Si las redes de intercambio se interrumpen, el flujo de semillas se detiene, al igual que la posibilidad de aumentar la diversidad genética de las variedades (Louette et al., 1997). Además, sin ellas, conseguir semilla, cuando se necesita, sería una labor complicada y requeriría una mayor cantidad de tiempo de búsqueda. Debido a ello, es crucial conocer a los actores, la posición que ocupan y los componentes que conforman las redes de intercambio entre los agricultores, para garantizar el intercambio y de esta forma poder tomar acciones para que el flujo de semillas y el intercambio entre los agricultores continúe de forma óptima.

En las redes de intercambio se han identificado a los agricultores nodales, quienes tienen y mantienen una alta diversidad de semillas. Estos actores son reconocidos en su comunidad por tener amplios conocimientos sobre los cultivos y realizar un alto número de intercambios (Subedi et al., 2003; Subedi et al., 2005; Abay et al., 2011). Si estos agricultores dejaran de intercambiar las redes cambiarían su configuración y el número de intercambios y de variedades intercambiadas también cambiaría. Por esta razón, los agricultores nodales son actores clave y centrales en las redes de intercambio y conocer su posición, sus funciones y las actividades que llevan a cabo para conservar las semillas es primordial, y para mantener en funcionamiento las redes de intercambio (Subedi et al., 2003; Subedi et al., 2005).

Se ha propuesto que las redes de intercambio de semillas contribuyen al mantenimiento de la diversidad genética debido a que se intercambia una alta diversidad de semillas de diferentes cultivos (Pautasso et al., 2013). Hay flujo genético cuando se realizan los intercambios y hay

entrada de nuevas semillas a las unidades de producción que los practican, por lo cual llegan nuevos genes, que podrían aumentar la diversidad genética local (Pautasso et al., 2013).

Un aspecto que también es importante, porque repercute directamente en la conservación de la agrobiodiversidad, y por tanto en las redes de intercambio entre los agricultores, es en relación a quién tiene el control de las semillas (Lazos, 2008). En las comunidades, los agricultores que manejan cultivos anuales año con año seleccionan y guardan la semilla para volverlas a sembrar (Bellon & Brush, 1994; Lope-Alzina, 2007). Estas semillas representan un patrimonio colectivo, el alimento y el sostén familiar y, por tanto, se consideran bienes comunes (Perelmuter, 2011; Pineda, 2012; Sievers-Glotzbach et al., 2020). Sin embargo, los bienes comunes se están convirtiendo en una mercancía, principalmente a través de dos mecanismos: los cambios técnicos en las semillas (como la hibridación) y las transformaciones en el marco jurídico a través de la propiedad intelectual y las patentes (Perelmuter, 2011). El tema sobre leyes y patentes de semillas es un debate actual a nivel mundial, debido a las implicaciones que acarrea limitar el pleno derecho a usar las semillas por los agricultores, en especial en países que tienen una alta agrobiodiversidad (Perelmuter, 2011; Aboites et al., 1999; Aboites, 2012; Peña-Sanabria et al., 2020; Trigo & Osorio, 2021). Para el caso de México, la propiedad intelectual de semillas se reguló en el año de 1996, cuando fue aprobada la Ley Federal de Variedades Vegetales. Esta ley es el marco jurídico para regular la propiedad intelectual de las variedades vegetales en el país, además de que se adhiere al acta de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) de 1978. Este marco mantiene el derecho del productor a producir las semillas y utilizar el producto de la cosecha que hayan obtenido. Sin embargo, si se llega a firmar y entra en vigor el acta UPOV de 1991, los productores perderían el control de las semillas, ya que esta acta restringe las prácticas de intercambios (Perelmuter, 2014).

Si los agricultores pierden el control de las semillas se dependerá de un grupo de empresas para obtener la semilla, así como los insumos que se necesitan para poder sembrarlas (Lazos, 2012). Además, habrá pérdida de diversidad de semillas locales, debido a que se sembrará la semilla brindada por las empresas y estas sólo cuentan con un número limitado de variedades, las cuales son específicas a ciertas condiciones ambientales de agua y suelo para desarrollarse de manera óptima y obtener los rendimientos prometidos. Las semillas mejoradas difícilmente pueden sembrarse en ambientes tan diversos como los que se encuentran en el

territorio mexicano (Vara-Sánchez & Padilla, 2013). Estas leyes de semillas al mismo tiempo también podrían afectar el intercambio de semillas entre los agricultores (Espinosa-Calderón et al., 2014), y como consecuencia, a las redes para conseguir la semilla requerida. Esto, debido a que el control, uso y distribución de semillas quedaría en manos de las empresas especializadas en producirlas (Aboites-Marriqué & Martínez-Gómez, 2005).

Como se ha señalado, el tema sobre redes de intercambio de semillas abarca un amplio espectro de procesos que implica diferentes escalas de análisis. Estas van desde las familias de los agricultores, las relaciones sociales entre ellos, el intercambio de semillas, lo que lleva a conocer la estructura de la red para conocer las variedades intercambiadas, la posición y el rol de los agricultores en la red. Además, conocer la red permite saber las limitaciones que hay en el sistema y de esta manera poder intervenir para mejorar el flujo de semillas entre los agricultores y que la semilla deseada se encuentre disponible. Este tema a su vez abarca la conservación de la agrobiodiversidad, los programas gubernamentales enfocados en preservar los cultivos y las leyes de semillas vigentes que podrían afectar la conservación y el mantenimiento de las semillas nativas.

La investigación se desarrolló en los municipios de San Juan Ixtenco (Ixtenco) y San Luis Huamantla (Huamantla) en el estado de Tlaxcala (Figura 1). En este estado la producción es principalmente de temporal y comprende pequeños, medianos y grandes productores. Las razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en la región pertenecen al grupo racial Cónico que agrupa a las razas de maíz Chalqueño, Cónico, Elotes Cónicos y Cacahuacintle (Lazos & Chauvet, 2011; CONABIO, 2021). En 2001 se aprobó la Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario, para el estado de Tlaxcala. Hay presencia de organizaciones que promueven la conservación de los maíces nativos como el Grupo Vicente Guerrero, quienes organizan la feria de semilla del municipio Españita y los agricultores del municipio de Ixtenco participan en este evento. En 2014 los agricultores de Ixtenco se agruparon para formar la Sociedad Cooperativa “Alma de Maíz Yu-Mhu” la cual promueve la soberanía alimentaria y la preservación de los maíces nativos locales (Noriero & Massieu, 2018; Castañeda et al., 2020).

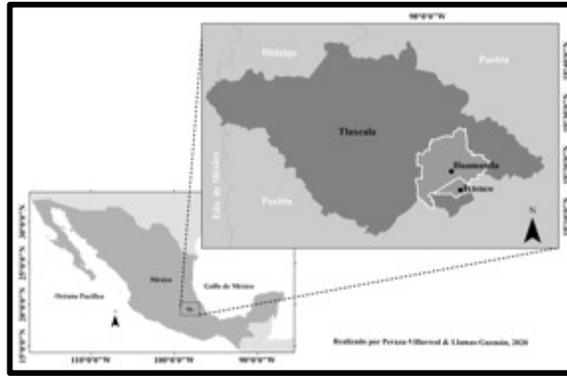


Figura 1. Localización del estado de Tlaxcala y los municipios de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla. Mapa realizado por Peraza-Villarreal y Llamas-Guzmán, 2020.

En el municipio de Ixtenco se ha conservado una alta variedad de maíces, siendo las variedades de maíz blanco, amarillo, azul, crema, negro, cacahuacintle, xocoyul y rojo algunas de las más utilizadas por los agricultores (Lazos & Chauvet, 2011) (Figura 2). En esta localidad, hay variedades que tienen un fuerte arraigo al formar parte de la alimentación y las tradiciones del poblado, como es el caso del maíz negro o morado. Esta variedad de maíz se emplea para la elaboración del atole “morado” o “agrijo”, bebida que está presente en las principales festividades de la comunidad (Mendoza et al., 2020). Otra de las variedades importantes para los pobladores de este sitio es el maíz ajo o tunicado. Esta variedad llama la atención debido a que cada grano de la mazorca se encuentra envuelta en hoja de maíz, confiriendo un aspecto semejante al ajo. En este municipio se encuentra el agricultor custodio de este maíz quien lo ha preservado a lo largo de los años (Truena & Turrent, 2015; Hernández et al., 2015) (Figura 3).



Figura 2. Diferentes variedades de maíz del municipio de Ixtenco. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2022.

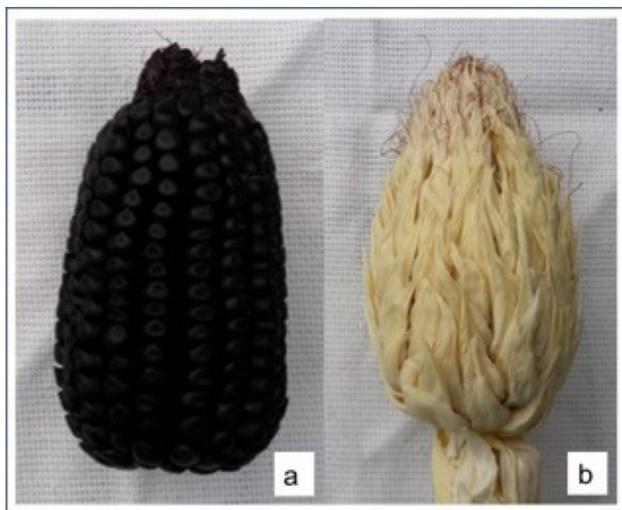


Figura 3. Maíz negro (a) y maíz ajo (b). Foto de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2022.

En Ixtenco, desde el 2011 se lleva a cabo la “Fiesta del maíz” en la cual algunos agricultores de este lugar participan mostrando la diversidad de semillas que conservan y venden artesanías elaboradas con semillas locales o con la hoja de maíz. En este evento, hay demostración de las herramientas antiguamente empleadas en las labores de campo, pláticas informativas sobre la importancia de los cultivos y venta de comida elaborada con los cultivos producidos en la comunidad (Llanos & Santacruz, 2018) (Figura 4).

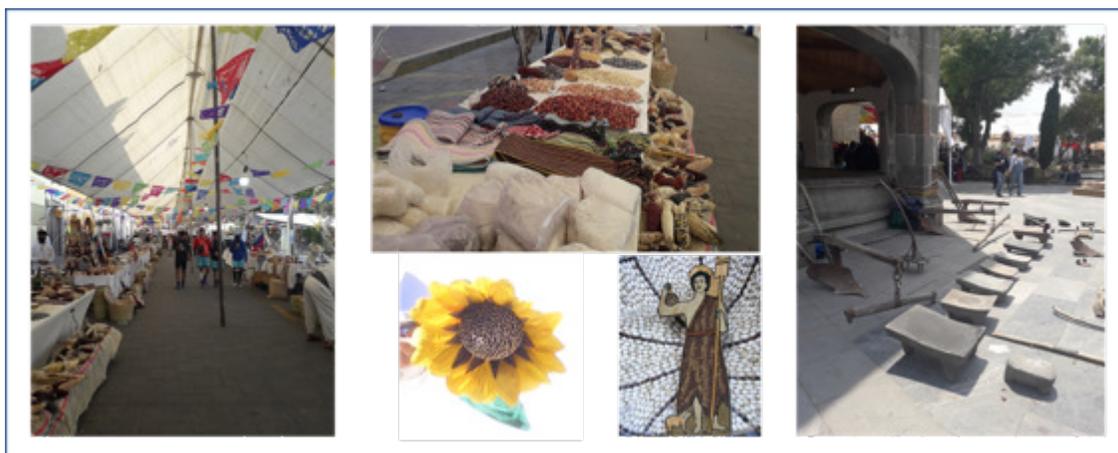


Figura 4. Fiesta de semillas de Ixtenco. Foto de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2022.

Por su parte, el municipio de Huamantla, es un poblado vecino de Ixtenco, alrededor de 10 km de distancia, y aunque también hay presencia de variedades nativas, es menor la

diversidad en comparación con Ixtenco. Las principales variedades de maíz presentes son maíz blanco, amarillo y azul (Sánchez-Morales et al., 2014). En ambos municipios, aparte del cultivo del maíz, los agricultores siembran diferentes variedades de frijol y se registra una sola variedad de calabaza (Lira et al., 1998; Espinosa-Pérez et al., 2015; Eguiarte et al., 2018). Debido a las características antes señaladas, estos dos municipios resultaron contrastantes para poder contestar diversas interrogantes planteadas en este proyecto de investigación: ¿cómo se estructuran las redes de intercambio entre los agricultores de Ixtenco y Huamantla? ¿qué otros actores y elementos están presentes en estas redes de intercambio? ¿de qué maneras estas redes favorecen la conservación de la agrobiodiversidad? ¿cuáles variedades de semillas se intercambian entre los agricultores de Tlaxcala?

La estructura de la tesis está conformada por cinco apartados. En el siguiente apartado presento las preguntas de investigación, objetivos e hipótesis. Posteriormente se encuentra el marco teórico conceptual que guía el proyecto de investigación. A través de los siguientes ejes se tejerá la discusión teórica: a) las semillas nativas y la conservación de la agrobiodiversidad, b) redes de intercambio de semillas entre agricultores y c) semillas como bienes comunes. Posteriormente se muestra la metodología, zona de estudio y estructura de la tesis. En el apartado subsecuente muestro cada uno de los capítulos de la tesis, los cuales corresponden al artículo de requisito y a los capítulos publicados en libros: a) Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico (Capítulo 1/artículo) b) Estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas locales y agricultores custodios (Capítulo 2), c) Redes de abastecimiento de semillas como un bien común, caso de estudio Ixtenco, Tlaxcala, México (Capítulo 3) y d) Agricultores nodales. El intercambio de semillas como resistencia frente a la pérdida de la agrobiodiversidad (Capítulo 4). Finalmente presento la discusión y conclusiones del trabajo, bibliografía y un anexo.

## 2. Preguntas de investigación

1. ¿Cómo se estructuran y cómo funcionan las redes de intercambio de semillas de maíz, frijol y calabaza entre los agricultores de las comunidades de Ixtenco y Huamantla?
2. ¿De qué manera las redes de semillas formadas por los agricultores de Ixtenco y Huamantla favorecen la conservación de la agrobiodiversidad?
3. ¿Quiénes son los agricultores nodales y por qué son importantes en la conservación de la agrobiodiversidad?

## 3. Objetivos

### **Objetivo General:**

Analizar la influencia de la estructuración y funcionamiento de las redes de intercambio de semillas en la conservación de la agrobiodiversidad entre agricultores de Tlaxcala. Así mismo, conocer el papel de los agricultores nodales en relación a la conservación de semillas nativas.

**Objetivo particular 1:** Analizar la estructura y los procesos de interacción entre los agricultores de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza y comprender su influencia en la conservación de la agrobiodiversidad en los municipios de San Juan Ixtenco (Ixtenco) y San Luis Huamantla (Huamantla) en Tlaxcala, México.

**Objetivo particular 2:** Analizar los criterios de selección, manejo y conservación de las semillas nativas por parte de los agricultores de las diferentes comunidades estudiadas.

**Objetivo particular 3:** Conocer las características y funciones que llevan a cabo los agricultores nodales en relación con la conservación de semillas nativas locales. Así mismo, analizar la estructuración y la dinámica del intercambio de semillas entre los agricultores nodales para entender si el intercambio se configura como forma de resistencia para la conservación de la agrobiodiversidad.

## 4. Hipótesis

### **Hipótesis 1. Redes de intercambio de semillas**

Las redes de intercambio de semillas de maíz, frijol y calabaza son importantes en el mantenimiento de la agrobiodiversidad debido a que favorecen el movimiento de las diferentes semillas entre los agricultores.

## **Hipótesis 2. Agricultores nodales**

Los agricultores nodales son actores clave en la red de intercambio de semillas y pueden contribuir en la conservación de la agrobiodiversidad.

## **5. Marco teórico**

### **5.1. Las semillas nativas y la conservación de la agrobiodiversidad**

La agricultura inició hace alrededor de 13,000 años (Pringle, 1998), proceso que también dio inicio a la selección y domesticación de los diferentes cultivos. En plantas anuales, año con año los agricultores comenzaron con el proceso de selección de las características de las plantas dependiendo de las necesidades de la alimentación. Por medio de la selección dirigida por los agricultores, se modificaron atributos de las plantas como el tamaño, color, sabor, forma de la planta, mecanismos de dispersión, tiempo de germinación de las semillas, tiempo de maduración de los frutos y la defensa de las plantas (Zohary et al., 1969; Powell et al., 1986; Rosenthal & Welter, 1995; Fuller & Allaby, 2018).

La agrobiodiversidad comprende los recursos genéticos, el manejo que los diferentes agricultores le dan a esta diversidad, la forma de producción, manejo de los cultivos, las diferentes variedades de semillas nativas, el suelo, el agua y especies que no forman parte directa de los cultivos pero que en conjunto mantienen interacciones con otros organismos (Bàrberi, 2013; Thrupp, 2000, Boege, 2008). La agrobiodiversidad presente en los cultivos es parte de un proceso de selección y domesticación (Baker, 1972; Rindos, 1984; Heiser, 1988; Benz, 2001; Doebley, 2004; Meyer et al., 2012).

La región conocida como Mesoamérica es considerada uno de los tres sitios de origen de la agricultura (Harlan, 1971). En este lugar se llevaron a cabo procesos de domesticación y diversificación de cultivos como el maíz, frijol, calabaza, jitomate, vainilla, amaranto, chile, algodón, nopales, cacao, y aguacate, entre otros (Dressler, 1953). En esta región hay presencia de grupos indígenas quienes poseen una riqueza biocultural, conocimientos y técnicas de manejo tradicional que favorece el empleo y uso de diversos cultivos con diferentes grados de domesticación (Boege, 2008).

A lo largo del territorio mexicano, se pueden encontrar seis sistemas agrícolas (descanso largo, terrazas, humedales, zonas áridas, agrobosques y huertos), en los cuales se conservan

diferentes especies nativas y se continúan empleando prácticas tradicionales ancestrales (Moreno-Calles et al., 2013). En el caso del cultivo del maíz, se ha reportado la presencia de alrededor de 59 diferentes razas adaptadas a las condiciones bióticas y abióticas en cada una de las regiones donde se siembran, las cuales son reservorios genéticos (Wellhausen et al., 1951). Estas variedades de maíz han sido domesticadas y resguardadas por más de 6,000 años por los diferentes grupos indígenas presentes en el país y en algunos casos, este cultivo se encuentra asociado a plantas de calabaza (*Cucurbita* spp.) y de frijol (*Phaesus* spp.), cultivos empleados principalmente para el autoconsumo de las familias rurales (González et al., 2018), significando muchas veces el sostén económico (Kato et al., 2009). Para el caso de la calabaza, se ha reportado la presencia de cinco especies domesticadas (*Cucurbita argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. máxima*, *C. moschata* y *C. pepo*) y para el cultivo de frijol se reportan cuatro especies (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* y *P. acutifolius*) (Lira et al., 1998; Hernández-López et al 2013; Eguiarte et al., 2018). Debido a los cambios en la producción alimentaria, la transformación de los policultivos por monocultivos, el empleo de maquinaria pesada en la agricultura, el empleo de diferentes insumos químicos como herbicidas, plaguicidas y el uso de semillas híbridas, propician la pérdida de diferentes variedades locales. Debido a esto, es pertinente llevar a cabo estrategias enfocadas en promover la conservación de la agrobiodiversidad y una de estas estrategias es promover y permitir que las redes de intercambio de semillas entre agricultores continúen funcionando en las comunidades (Catiñeiras, 2009; Badstue et al, 2006; Calvet-Mir & Salpeteur, 2016).

## **5.2. Redes de intercambio de semillas entre agricultores**

El intercambio de semillas entre agricultores implica un conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas de manejo para la adquisición de semillas. A través del intercambio se puede renovar, recuperar, experimentar o introducir nuevas variedades a las comunidades (Badstue et al., 2006; Pautasso et al., 2013; Velásquez, 2013). En los intercambios hay compra, venta, regalo, préstamo de diversas variedades de semillas (Badstue et al., 2003). En estos intercambios se mantienen y construyen relaciones sociales que propician el movimiento de diferentes semillas locales, obteniendo nuevas variedades que posteriormente pueden ser incorporadas a la comunidad. Comprender los procesos del movimiento de semillas entre los agricultores resulta complejo, debido a los aspectos económicos, políticos y sociales propios

del lugar en donde viven los agricultores, aunado a las relaciones sociales entre las personas involucradas en el intercambio y a los aspectos institucionales, que forman parte de la vida rural de los campesinos (Pautasso et al., 2013).

Los intercambios de semillas entre los agricultores participantes forman conexiones que pueden llegar a ser altamente complejas (Badstue et al., 2003). En las redes hay una reproducción de las semillas, llevada a cabo por los propios productores, quienes emplean variedades nativas seleccionadas y resguardadas para el siguiente ciclo agrícola (Fernández & Gutiérrez, 2012). A través de las redes, los agricultores tienen a su disposición semillas para iniciar el ciclo agrícola. Además, surgen reglas, normas y valores entre las personas al momento del intercambio (Pautasso et al., 2013), se mantiene y transmite el conocimiento de las diferentes semillas y se construye una organización para este propósito. Dependiendo de las funciones y las características que cada uno de los agricultores lleve a cabo dentro la red de intercambio, se convierten en receptores/demandantes, conservadores, aumentadores, distribuidores, consumidores, experimentadores y agricultores de autoabastecimiento de semillas (Subedi et al., 2003; Mendoza, 2005; Pinedo et al., 2009). Los agricultores receptores o demandantes se caracterizan por conseguir semillas por medio de la compra en el sector formal, préstamo, regalo, o intercambio a través de algún agricultor (Subedi et al., 2003; Pinedo et al., 2009). Los agricultores conservadores se distinguen por mantener una diversidad de semillas nativas locales. Generalmente son personas de edad avanzada y tienen conocimientos amplios en relación a la agricultura. Los aumentadores se distinguen por propagar la semilla de los agricultores conservadores sembrando una mayor superficie, en comparación con los agricultores conservadores, de una o algunas de las diferentes variedades de semillas (Mendoza, 2005). Por su parte, los agricultores distribuidores se caracterizan por facilitar la distribución de la semilla de manera local o fuera de la comunidad. Pueden ser personas que se dedican a la agricultura o únicamente estar enfocadas en la distribución de la semilla (Mendoza, 2005). Los consumidores son aquellos agricultores que se interesan por una variedad de semilla en específico y no mantienen ni guardan semillas de su propia cosecha (Mendoza, 2005). Los agricultores experimentadores son aquellos que tienen la experiencia, capacidad y conocimientos para mantener y reproducir semillas, incluso a través de los años pueden obtener nuevas semillas con nuevas variantes y tienen una afinidad por experimentar con diversas variedades (Mendoza, 2005). Los agricultores de

autoabastecimiento producen su propia semilla y pueden dar o recibir semillas de otras personas (Pinedo et al., 2009). Debido a las complejas funciones que los agricultores llevan a cabo, estos pueden desempeñar diferentes roles, por ejemplo, un agricultor considerado como conservador de semillas, al mismo tiempo pueden ser un receptor y experimentador. Identificar los elementos que conforman las redes de intercambio de semillas entre agricultores es importante para conocer el sistema y saber el tipo y número de variedades de semillas que se mueven entre los agricultores de la comunidad.

### **5.3. El Análisis de Redes Sociales y las redes de intercambio de semillas**

A partir de los últimos años se comienza a emplear el Análisis de Redes Sociales (ARS) para comprender la estructura de las redes de intercambio de semillas. El ARS es una herramienta que permite analizar, visualizar, medir y entender la relación existente entre los actores sociales que conforman una red de intercambio (Calvet-Mir & Salpeteur, 2016). La posición que cada actor ocupa en la red permite conocer su influencia sobre los otros actores que forman parte de la red. Los componentes principales de una red son los nodos (puntos de la red) y los vínculos (enlaces). Las medidas principales de la red son la centralidad, conformada por el grado (número de conexiones de un nodo), la centralidad por cercanía (distancia más corta de un nodo hacia todos los demás) y la centralidad por intermediación (número de veces que un nodo actúa como un puente) (Requena, 1989; Barabási, 2016). En un contexto de redes de intercambio de semillas se puede interpretar a los nodos como agricultores y a los vínculos como intercambios de semillas, mientras el grado que tiene cada nodo, como el número de intercambios totales. Por su parte, la centralidad por cercanía puede entenderse como la rapidez con la cual un agricultor podría propagar una variedad de semilla y la centralidad por intermediación como aquellos agricultores que pueden dispersar una variedad hacia otros subgrupos de la red (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes principales de una red y su contexto en un Análisis de Redes Sociales (ARS) y de una red de intercambio de semillas. Fuente: Elaboración propia con base en Requena, 1989; Barabási, 2016 y Sanz, 2003.

Componentes principales de las redes	Análisis de Redes Sociales (ARS)	ARS en el contexto de una red de intercambio de semillas
<b>Nodo</b>	Puntos, actores sociales que forman la red	Los nodos representan a los agricultores y/o a los diferentes sitios donde adquieren semilla.
<b>Productor nodal</b>	<b>Este término no aplica dentro de un ARS</b>	Agricultores que presentan los valores más altos de centralidad.
<b>Vínculo</b>	Enlace entre nodos	La dirección de los intercambios de semilla realizado por un agricultor.
<b>Grado</b>	Medida que indica el número de conexiones que tiene un nodo con respecto a otros nodos de la red. En las redes dirigidas es el <b>grado de entrada</b> o el <b>grado de salida</b> de un nodo. Toma valores de 0 a 1, donde el valor máximo es 1.	<b>Grado de salida:</b> número de veces que un agricultor dio semilla a otro agricultor. <b>Grado de entrada:</b> número de veces que un agricultor recibió semillas de otro agricultor.
<b>Centralidad por cercanía</b>	Distancia más corta de un nodo hacia todos los demás. Esto es, que tan cerca se encuentra un nodo del centro de la red. Toma valores de 0 a 1, donde el valor máximo es 1.	Rapidez con la cual un agricultor podría propagar una variedad de semilla.
<b>Centralidad por intermediación</b>	Medida que nos indica que tanto un nodo puede actuar como un puente dentro de la red, son nodos que conectan subredes. Toma valores de 0 a 1, donde el valor máximo es 1.	Agricultores que tengan valores altos de esta medida pueden dispersar una variedad hacia otros subgrupos dentro de la red, por lo cual, la variedad podría llegar a agricultores de diferentes sitios.

La noción de comprender la estructura y el análisis de las redes de intercambio de semillas por medio del ARS se presentan en los trabajos de Subedi et al. (2003, 2005). En estos trabajos los autores mencionan la presencia de agricultores que mantienen una alta diversidad de semillas en comparación con otros agricultores de su localidad. Además estos agricultores siembran una alta diversidad de cultivos de importancia local y cultivos poco comunes o en peligro de desaparecer, buscan nuevas semillas y llevan a cabo un alto número de intercambios de semillas entre personas de su comunidad o de otros lugares y tienen amplios conocimientos en relación a los cultivos (Pinedo et al., 2009; Rojas et al., 2014). Estos agricultores además tienen conocimientos tradicionales sobre el manejo de la agrobiodiversidad, experimentan con nuevas variedades de semillas y comparten sus semillas con personas que son de su comunidad o de otros sitios (Gruberg et al., 2013; Rojas et al., 2014). A los agricultores que poseen tales características se les conoce como agricultores nodales (Subedi et al., 2005; Pinedo et al., 2009; Devkota et al., 2014; Rojas et al., 2014). A los agricultores nodales también se les conoce de otras maneras: agricultores conservadores de semillas, guardianes de semillas, expertos de semillas, agricultores custodios o agricultores clave (Gruberg et al., 2013; Abizaid et al., 2016).

Tomando como referencia las características de los agricultores nodales y el ARS, diferentes autores han identificado el número de agricultores nodales en diversas redes de intercambio de semillas (Devkota et al., 2014; Rodier & Struik, 2018; Song et al., 2019; Otieno et al., 2021). Por ejemplo, en el trabajo realizado por Devkota et al. (2014) los agricultores nodales, de la red de arroz, maíz y mijo, se detectaron como aquellos nodos que tenían el mayor grado de centralidad, esto es, tres o más conexiones directas. En el trabajo de Rodier y Struik (2018) los agricultores nodales fueron aquellos que tuvieron cuatro o más conexiones directas. Por su parte, Song et al. (2019) detectaron casas nodales, como aquel hogar con un grado mayor a cinco y conectado a por lo menos otros tres hogares. Finalmente, Otieno et al. (2021) mostraron a los agricultores nodales como aquellos con el mayor número de conexiones en la red de intercambio.

#### **5.4. Importancia de las redes de intercambio de semillas como un elemento que fortalece la conservación de la agrobiodiversidad**

Las redes de intercambio de semillas entre agricultores pueden ser altamente complejas debido a que involucran a diferentes agricultores de la misma localidad, de localidades cercanas o incluso de zonas remotas. Incluso, otros elementos pueden estar operando de manera simultánea para abastecer de semilla a los agricultores, como las tiendas de semillas, mercados locales o regionales, bancos comunitarios, asociaciones civiles, instituciones de gobierno o empresas privadas de semillas. Identificar los elementos interactuantes en las redes de intercambio es el primer paso para conocer las fortalezas o debilidades del sistema y de esta manera tomar acciones para modificar y mejorar el intercambio de semillas entre los agricultores (Leyte et al., 2022).

En las redes de intercambio de semillas los agricultores nodales ocupan una posición central, debido a que llevan a cabo un alto número de intercambios y porque conservan una alta diversidad de variedades. Debido a esto, son elementos clave en el funcionamiento de la red. Si estos agricultores no están presentes, la red se modifica y por tanto el número y la diversidad de semillas intercambiadas se reconfigura (Rodier & Struik, 2018). Si alguna variedad de semillas se está perdiendo en la comunidad, se puede detectar a los agricultores nodales que la mantienen y por medio de ellos se puede reincorporar y de esta manera compartirla con otros agricultores (Subedi et al., 2003; Subedi et al., 2005). Por medio de las

redes podemos conocer si los intercambios son únicamente a nivel local, o hay intercambio entre agricultores que pertenecen a otros sitios (Louette et al., 1997). Este punto es de suma importancia para la conservación de la diversidad, debido a la relación directa con el flujo genético de las semillas. Trazando la red se puede observar si están entrando o saliendo nuevas variedades de semillas. Por ejemplo, si llegan semillas a la comunidad, esto a su vez se puede traducir como la entrada de nuevos genes y a lo largo de los años y por medio de la selección, estas semillas podrían adaptarse a las condiciones ambientales locales y pasar a formar parte del reservorio genético local (Bellon et al., 2015; Louette et al., 1997).

### **5.5. Las semillas como bienes comunes**

Las semillas son parte de la cultura, de las tradiciones y de la alimentación de los pueblos originarios (Boege, 2008). Durante el mantenimiento de las semillas hay una selección cuidadosa de las características propias de cada variedad que están asociadas a una serie de conocimientos tradicionales de manejo (Bellon & Brush, 1994; Cabrera et al., 2002). Los conocimientos tradicionales forman parte de las diferentes prácticas comunitarias preservadas por los miembros de la comunidad. Durante el desarrollo de estas prácticas hay información que se transmite de persona a persona y se tejen normas y valores. De los conocimientos tradicionales asociados a las semillas, se desprende información para la conservación de las variedades nativas presentes en las comunidades (Pineda, 2012). Al seleccionar y conservar las semillas se expresan los conocimientos locales sobre el ambiente, el suelo, el ciclo de vida de la planta, los usos alimenticios o curativos; todos estos conocimientos milenarios pasan de generación en generación. De esta manera, si se pierde una sola variedad de semilla, se pierden los conocimientos asociados a esa especie.

Los comunes se conforman como espacios, procesos y bienes a los cuales se tiene acceso y uso bajo una institucionalidad forjada a través de una comunalidad (Vercelli & Thomas, 2008). Lazos (2020) menciona que los comunes “son procesos y principios políticos en la defensa de la vida, es decir, todo lo que las comunidades consideren como fundamental para la vida y a partir de los cuales refundar la organización social, cultural, económico-política“ (p.207). Los comunes son parte de la comunidad, Perelmuter (2011) señala que “se trata de los elementos materiales y conocimientos que comparte un pueblo. Si se quitan,

queda destruida una comunidad. Necesitan de la comunidad, crean la comunidad, hacen posible que haya comunidad” (p.63).

Conservar las semillas involucra a los agricultores, a la familia y a las personas de la comunidad, quienes cultivan la tierra, siembran las semillas, cuidan de los cultivos, cosechan, seleccionan características particulares, mantienen las semillas sin plagas, almacenan la cosecha para el siguiente ciclo agrícola, reservan una parte de la cosecha para el autoconsumo y otro tanto para la venta y si los agricultores necesitan alguna variedad de semilla, pueden realizar intercambios con otros agricultores de la comunidad. Al realizar todas estas prácticas los agricultores tienen el control y deciden sobre el uso y el destino de la semilla. En cada ciclo agrícola se toma la decisión de qué cultivos sembrar, las variedades a sembrar, en qué zona agrícola, cómo manejar el cultivo, se toma la decisión sobre el empleo de insumos químicos o manejar la parcela de forma agroecológica. Cada agricultor decide en qué fecha sembrar, cuándo cosechar y en dónde almacenar la cosecha. De igual manera, se toma la decisión de emplear o no insumos químicos para mantener la semilla almacenada. Posteriormente, las decisiones giran en torno a la selección de las características de la semilla (color, sabor, tamaño) (Bellon & Brush, 1994; Cabrera et al., 2002). Finalmente, se tiene que tomar la decisión sobre el destino de la cosecha, esto es, cuánto de la cosecha se destina para autoconsumo y cuánto para la venta.

En el intercambio de semillas se tejen relaciones sociales entre los agricultores (Pautasso et al., 2013). Los agricultores conocen las variedades de semillas que siembran otros agricultores de la localidad (Badstue et al., 2003). Si un agricultor busca una variedad de semilla acude a sus familiares, amigos o vecinos de la comunidad para conseguirla, lo cual garantiza que la semilla sea de calidad y óptima para ser sembrada bajo las condiciones locales (Badstue et al., 2006; Pautasso et al., 2013). En estas interacciones también pueden surgir acuerdos y compromisos; por ejemplo, el compromiso de regresar la misma cantidad y la variedad de semilla prestada al siguiente ciclo agrícola. Los agricultores pueden compartir libremente la semilla con la confianza de que esta será cuidada y reproducida (Badstue et al., 2003).

En las comunidades hay diferentes prácticas que los agricultores llevan a cabo para proteger los conocimientos tradicionales asociados a las semillas (Pineda, 2012; Sievers-Glotzbach et al., 2020). Entre estas prácticas se encuentra la reproducción y mejoramiento de semillas, la

cual ocurre cuando los agricultores eligen cierta característica de la planta para mejorarla de acuerdo con sus necesidades (como el tamaño o resistencia a sequías) y estas características se seleccionan por varios ciclos agrícolas hasta lograr la característica deseada (Aragón & Sánchez, 2019). Otra práctica ocurre cuando los agricultores, en conjunto con la sociedad civil, forman campañas con el objetivo de detener la siembra de semillas transgénicas. También se pueden realizar publicaciones, como manuales o libros, de la diversidad de semillas locales con la participación de los agricultores de la comunidad para reconocer los usos y las características de las plantas locales. Otra actividad realizada por los agricultores son las ferias de semillas, eventos que brindan la oportunidad para que los agricultores de la comunidad puedan mostrar la diversidad de cultivos que siembran, además de llevar a cabo intercambios, venta de semillas, granos, artesanías y de platillos elaborados con cultivos locales (Pérez et al., 2011; Boege, 2021). Finalmente, los bancos comunitarios locales son sitios a los cuales los agricultores pueden tener acceso inmediato a semillas de la región o adquirir nuevas variedades para poder experimentar en la parcela (Vernooy et al., 2015).

## **6. Metodología**

La presente tesis se encuentra inscrita en el proyecto de investigación titulado “Amenazas y vulnerabilidades del campo mexicano: Pérdida de la agrobiodiversidad y de semillas, migración juvenil y cambio climático” del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, proyecto IN304519, coordinado por la Dra. Elena Lazos Chavero. El proyecto tuvo como objetivo entender, analizar y comparar las consecuencias socioambientales y sociopolíticas debidas a las amenazas y vulnerabilidades que están condicionando la sustentabilidad del campo mexicano en tres escenarios contrastantes en Tlaxcala, Jalisco y Veracruz. Para el desarrollo del proyecto se realizó trabajo de campo, mapeos, entrevistas y encuestas a profundidad, talleres participativos y grupos focales. A petición de las autoridades ejidales y de los agricultores de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla, se realizó el libro “La defensa de nuestra agricultura y alimentación en Ixtenco, Huamantla y Zaragoza, Tlaxcala” (en prensa).

En el estado de Tlaxcala, los municipios seleccionados para llevar a cabo el proyecto de investigación fueron San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla. En estos sitios, durante 2018

se llevaron a cabo 40 entrevistas semiestructuradas y 100 encuestas (ver Anexo). Con respecto a las entrevistas, fueron 20 agricultores en Ixtenco (6 mujeres y 14 hombres) y 20 en Huamantla (sólo fue posible entrevistar hombres). El primer contacto se inició con actores clave, incluyendo al coordinador y los agricultores participantes en la celebración anual de la “Fiesta del maíz”. En el caso de Huamantla, el contacto fue por medio de las autoridades ejidales de la “Casa del campesino”, sitio a donde los agricultores asisten para obtener apoyos para la siembra o solucionar diferentes conflictos relacionados con las parcelas. Dichos actores clave a su vez proporcionaron datos de otros agricultores con al menos una variedad del cultivo de maíz, frijol o calabaza. Posteriormente, se hicieron entrevistas a los agricultores que intervinieron en algún intercambio. Los temas de la entrevista abarcaron los siguientes ejes de análisis: a) información y conservación de variedades de semillas, b) intercambio de semillas, c) preparación de la tierra para la siembra, d) venta de semilla, e) conocimiento sobre leyes de semillas y f) festividades relacionadas con las semillas (ver Anexo). En el primer apartado se registró el número de variedades de maíz, frijol y calabaza sembradas por cada productor. El segundo tema se enfocó en conocer con quién o quiénes intercambiaba semillas (familiar, amigo, vecino o conocido) y fechas de los intercambios. El tercer punto se centró en la descripción de la parcela: superficie, ubicación, tipo de suelo y problemas productivos. El cuarto eje se relacionó con la venta de semillas: lugar, cantidad y variedades vendidas. El penúltimo tema consistió en documentar si el agricultor conocía las leyes de semillas tanto nacionales como estatales. Finalmente, el último apartado se enfocó en conocer la participación del agricultor en celebraciones asociadas a las semillas. Todas las entrevistas se transcribieron y codificaron asignando palabras clave (ejemplo “intercambio maíz”, “intercambio frijol” e “intercambio calabaza”) para su análisis. Con base en la información de las entrevistas, en 2019 se elaboró una encuesta, la cual se aplicó a 100 agricultores (50 por municipio): 13 agricultoras y 37 agricultores en Ixtenco y 6 agricultoras y 44 agricultores en Huamantla. Los temas de la encuesta fueron: a) descripción de la parcela, b) información de la semilla, c) intercambio de semilla, d) selección de semilla, e) venta de semilla o venta de grano, f) participación de las mujeres en el campo, g) festividades relacionadas con las semillas, h) semillas híbridas (ver Anexo). El primer tema de la encuesta consistió en conocer la superficie, ubicación y tipo de parcela del agricultor. El segundo tema consistió en conocer el número de variedades diferentes de maíz, frijol y calabaza conservadas por el agricultor.

Además de documentar la procedencia, usos o casusas de pérdida de la semilla. El tercer apartado se enfocó en conocer con quién o quiénes (amigo, vecino, familiar, conocido) el agricultor había realizado algún intercambio de semilla durante los últimos cinco años (2015-2019) o el ciclo previo, la cantidad de semilla intercambiada y la razón del intercambio. El cuarto eje de la encuesta consistió en documentar las características principales al seleccionar la semilla de maíz, frijol y calabaza. El quinto apartado se relacionó con la venta de semilla o venta de grano: lugar, cantidad y variedades vendidas. El sexto eje consistió en registrar las diferentes actividades en las cuales las mujeres participan en el campo. El séptimo apartado se enfocó en conocer la participación del agricultor en celebraciones asociadas a las semillas. El último tema de la encuesta se registró el empleo de híbridos por parte del agricultor: tipo, cantidad y razón del uso de híbridos.

En el municipio de Ixtenco, según el Coordinador de la Fiesta de semillas, aproximadamente 1000 ejidatarios, de un total de 1777 ejidatarios, siembran y conservan sus semillas (Coordinador de la “Fiesta de semillas” de Ixtenco, Comunicación personal, 2019). En el caso del ejido de San Luis Huamantla (el ejido más grande de la región) aproximadamente 600 ejidatarios, de un total de 1946 ejidatarios, mantienen la producción total del ejido y mantienen sus semillas (Comisariado ejidal del municipio de Huamantla, Comunicación personal, 2019). Con base en la información anterior, y con el fin de definir una muestra representativa, se realizaron invitaciones a 80 agricultores por municipio. Sin embargo, a pesar de la invitación, el nivel de respuesta fue menor al esperado. Debido a esta situación, y contando con la participación del Coordinador de la Feria de semillas de Ixtenco y de las autoridades ejidales de San Luis Huamantla, se obtuvo la respuesta de 50 agricultores por municipio.

### **6.1. Análisis de redes de semillas**

La red de intercambio de semillas se construyó con base en los datos de las encuestas realizadas. Las variables analizadas fueron: número de variedades de maíz, frijol y calabaza que cada agricultor conservaba y si alguna de estas variedades se había intercambiado durante los últimos cinco años (2015-2019) y con quién. Estos datos sirvieron para formar la red de intercambio de cada cultivo y también para medir la agrobiodiversidad que cada productor conservaba (número de variedades de maíz, frijol y calabaza). Por medio de las entrevistas,

se pudo conocer que los agricultores tenían claro el año en el cual habían realizado algún intercambio de semillas, comprendiendo intercambios realizados en un lapso de cinco años. Además, la mayoría de los agricultores de los dos municipios guarda año con año sus propias semillas para volverlas a sembrar el siguiente ciclo agrícola, razón por la cual llevan a cabo pocos intercambios. Por estas situaciones y debido a la frecuencia de intercambios de semillas mencionada por los entrevistados, se tomó la decisión de agrupar los intercambios realizados por cada agricultor en el lapso de los últimos cinco años (2015-2019). Para visualizar y analizar la red se empleó el programa informático de acceso libre Cytoscape 3.7.1 (Shannon et al., 2003; Kohl et al., 2011). Los datos empleados para el ARS y elaborar la red de intercambio fueron los siguientes: municipio al que pertenecía el agricultor, sexo, variedad de maíz, frijol o calabaza intercambiada, relación social con quien realizó el intercambio (familiar, amigo, vecino o conocido), lugar de procedencia de la persona con la cual realizó el intercambio o lugar de procedencia de la semilla intercambiada. Las redes fueron analizadas como redes dirigidas. Los nodos representan a los agricultores, mercados y tiendas locales, banco de semillas y diferentes sitios donde se intercambia semilla. Los vínculos representan la dirección de un intercambio de semilla realizado por un agricultor. Los agricultores nodales fueron identificados como aquellos que llevaron a cabo cuatro o más intercambios de semillas (agricultores con alto grado de salida dentro de la red) de tres o más variedades diferentes. En el caso del cultivo de la calabaza, los agricultores nodales fueron aquellos que realizaron cuatro o más intercambios de semilla debido a que en la región de estudio sólo se cultiva una variedad local. Los agricultores conectores se detectaron como aquellos que tuvieron los valores más altos de centralidad por intermediación de la red. Para detectar a los agricultores nodales y conectores de cada cultivo, y debido a que hubo agricultores que únicamente sembraban un solo cultivo y una sola variedad, las redes de maíz, frijol y calabaza se analizaron por separado.

## **7. Zona de estudio**

El estado de Tlaxcala se encuentra ubicado a una longitud de 98°42'30.24''W 97°37'31.44''W, latitud 19°06'18.36''N 19°43'44.04''N (Ver Figura 1) (INEGI, 2023a). El clima es templado subhúmedo con una temperatura media anual de 14°C-16°C, el rango de

precipitación media anual es de 800-1000 mm con lluvias en verano y la principal elevación es el volcán La Malinche con 4,438 m s.n.m. (INEGI, 2017).

El uso del suelo para la agricultura es del 1.71%, para las zonas urbanas 85.81%, bosques 8.34%, pastizales 3.02% y los cuerpos de agua 1.12%. El uso potencial de la tierra para la agricultura mecanizada continua es del 6.56%, para la agricultura manual estacional 6.51% y el porcentaje de tierra no apta para la agricultura es del 86.93% (INEGI, 2017). El estado tiene 60 municipios en los cuales se producen diferentes cultivos entre los que destaca el maíz grano, cebada, trigo y tomate verde (SIAP, 2019). Para el cultivo de maíz, en el ciclo agrícola 2022, se reportó una superficie sembrada de 119,173.00 ha con una producción de 190,815.97 toneladas y rendimientos promedio de 3.22 ton/ha. En cultivo de frijol tuvo una superficie sembrada de 2,410.00 ha con una producción de 2,434.33 toneladas con rendimientos promedio 1.01 ton/ha. El cultivo de calabaza tuvo una superficie sembrada de 26 hectáreas con producción de 373.70 toneladas y rendimiento promedio de 14.37 ton/ha (SIAP, 2023). Los principales problemas asociados a la producción se deben a heladas, sequias y granizo (Sánchez-Morales et al., 2014). En el estado hay programas que favorecen el empleo de híbridos como MasAgro-CIMMyT e instituciones como el INIFAP que han generado híbridos para la región como: H-28, H-30, H-33, H-34, VS-22, V-23 y empresas transnacionales como Asgrow con los híbridos: Halcón, Gavilán, Cóndor y Búho, Hart Seed con: Z-60 y la empresa Aspros con: AS-721, AS-820, AS-600 (Lazos, 2014; Larqué et al., 2017). En el año 2011 fue aprobada la Ley de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario, en Diversificación Constante y Alimentario, para el Estado de Tlaxcala. Los objetivos que contemplan esta ley son promover la productividad, competitividad y biodiversidad de maíz criollo, establecer mecanismos de protección para el maíz criollo en cuanto a producción, comercialización, consumo y diversificación.

### **7.1. Municipio de Ixtenco**

El municipio de Ixtenco se encuentra ubicado a una longitud de 97°59'05.28'' a W 97°51'14.76''W y a una latitud de 19°13'39.36'' N a 19°17'30.12'' N. La población es de 7,504 habitantes (3,622 hombres y 3,882 mujeres) y 1,970 viviendas particulares habitadas (INEGI, 2023b). El municipio tiene un solo ejido con una superficie de 4,557.23 hectáreas con 1777 ejidatarios, 161 posesionarios y 20 avecindados (RAN, 2021). Para el ciclo agrícola

2022 bajo temporal se reportó una superficie sembrada de 3,621.00 ha con una producción de 5,890.00 toneladas de maíz en grano con rendimientos promedio de 3.10 ton/ha. En el caso del cultivo de frijol, la superficie sembrada fue de 3 ha, una producción total de 3 toneladas con rendimientos promedio de 1 ton/ha (SIAP, 2023) (Figura 5).



Figura 5. Parcelas del municipio de Ixtenco. Foto de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2018.

## 7.2. Municipio de Huamantla

El municipio de Huamantla se encuentra ubicado a una longitud de 98°02'22.20'' W a 97°48'05.40'' y a una latitud de 19°11'33.36'' N a 19°27'11.16'' N. El municipio tiene 98,764 habitantes, 23989 viviendas y se compone de veinticuatro ejidos (RAN, 2021; INEGI, 2023c). En este municipio se trabajó con agricultores de dos ejidos, el ejido de San Luis Huamantla y el ejido de Zaragoza. El ejido de San Luis Huamantla tiene una superficie de 5,198.61 ha con 1,946 ejidatarios, 254 posesionarios y 45 avecindados. En el caso del ejido de Zaragoza tiene una superficie de 1,367.43 ha con 322 ejidatarios, 88 posesionarios y 653 avecindados (RAN, 2021). En el ciclo agrícola 2022, en el municipio, se reportó una superficie sembrada de maíz de 17,288.00 ha y una producción obtenida de 45,160.80 toneladas de maíz grano bajo temporal con rendimientos promedio de 4.36 ton/ha. En el caso del cultivo de frijol, la superficie sembrada fue de 37 ha con una producción obtenida total de 38.50 toneladas con rendimientos promedio de 1.04 ton/ha (SIAP, 2023) (Figura 6).



Figura 6. Parcelas del municipio de Huamantla. Foto de Llamas-Guzmán, Huamantla 2018.

## 8. Estructura de la tesis

El presente proyecto de investigación está estructurado por formato de tesis por publicación. Cada objetivo planteado es un artículo para una revista científica o un capítulo para libro. En el primer capítulo se aborda el objetivo específico 1, el cual consiste en analizar la estructura y los procesos de interacción entre los agricultores de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza y comprender su influencia en la conservación de la agrobiodiversidad en los municipios de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla en el estado de Tlaxcala, México. Este capítulo es el artículo obligatorio para la obtención del grado académico el cual tiene como título “*Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico*” publicado en la revista *Sustainability* el 23 de marzo del 2022.

El segundo capítulo comprende el objetivo 2, el cual analiza los criterios de selección, manejo y conservación de las semillas nativas por parte de los agricultores de Ixtenco y Huamantla, Tlaxcala. Este texto es un capítulo del libro publicado en *Marejadas Rurales y Luchas por la Vida, Vol. 1. Construcción Sociocultural y Económica del Campo*. Coordinadores: Nicola Maria Keilbach Baer, Peter R.W. Gerritsen y Blanca Olivia Acuña Rodarte (2019). Este escrito tuvo como objetivo analizar las diferentes estrategias (ferias, bancos de semillas y agricultores custodios) que los agricultores llevan a cabo para conservar las diferentes variedades de semillas en sus comunidades.

El tercer capítulo es un texto publicado en el libro *Retos Latinoamericanos en la lucha por los comunes. Historias a compartir*, de la colección Grupos de Trabajo de CLACSO,

coordinadora: Elena Lazos Chavero (2020). En este capítulo se abordan los objetivos 1 y 2. El texto propone la importancia de considerar a las semillas nativas y a las redes de intercambio entre agricultores bajo el enfoque de bienes comunes. Se toma como caso de estudio las redes de intercambio de semillas nativas entre agricultores de Ixtenco, Tlaxcala. El cuarto capítulo está contemplado para formar parte del libro *Lateralidades Agroecológicas en México*. Coordinadores: Tlacaclael Rivera Núñez, Alejandra Guzmán y Nicolás Roldán y co-editado por Coplt arXives, la Universidad Veracruzana, El Colegio de la Frontera Sur y el Instituto de Ecología, A.C. Este capítulo aborda el objetivo 3 de la tesis, se discuten las características particulares que tienen los agricultores nodales de Ixtenco y Huamantla y las diferentes estrategias que llevan a cabo para mantener una alta diversidad de semillas nativas. A continuación, se presenta cada uno de los capítulos antes citados.

## Capítulo 1

### Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico<sup>1</sup>

Luz P. Llamas Guzmán, Elena Lazos Chavero, Hugo R. Perales Rivera y Alejandro Casas

El presente capítulo es el artículo obligatorio para la obtención del grado y fue publicado en la revista *Sustainability*. En este escrito se desarrolla el primer objetivo de la tesis el cual analiza la estructura y los procesos de interacción entre los agricultores de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza y comprende su influencia en la conservación de la agrobiodiversidad en los municipios de Ixtenco y Huamantla.

DOI: <https://doi.org/10.3390/su14073779>

#### Resumen

Las redes de intercambio de semillas entre agricultores favorecen el flujo de diferentes variedades de cultivos y ha sido discutido como un medio para la conservación de la diversidad de los cultivos. El objetivo de este trabajo es documentar los procesos y la estructura de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza entre agricultores y otros sectores participantes (mercados locales o bancos de semillas) y analizar su influencia en la conservación de la agrobiodiversidad en los municipios de Ixtenco y Huamantla en el estado de Tlaxcala, México. A través de entrevistas, cuestionarios y un Análisis de Redes Sociales (ARS) se identificaron los agricultores nodales. En la red de maíz se detectaron cinco agricultores nodales, siendo la variedad de maíz blanco la más intercambiada. En la red de frijol, se identificaron tres agricultores nodales y el frijol amarillo fue la semilla más intercambiada. En la red calabaza no se detectó ningún agricultor nodal. En los casos de maíz y frijol, se apreció que, a mayor número de intercambios, hubo un mayor número de variedades intercambiadas. Sobresalen el mercado local de Huamantla y el Banco de Semillas como fuentes proveedoras de semillas. Los agricultores nodales propician el flujo de un alto número de variedades de semillas en las redes de intercambio y contribuyen al mantenimiento y conservación de la agrobiodiversidad.

**Palabras clave:** semillas nativas; agricultores nodales; red de semillas; agrobiodiversidad; análisis de redes sociales.

---

<sup>1</sup> Capítulo publicado en *Sustainability* 2022, 14,3779. Recibido: 30 enero 2022. Aceptado: 20 marzo 2022. Publicado: 23 marzo 2022. <https://doi.org/10.3390/su14073779>

Article

# Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico

Luz P. Llamas-Guzmán <sup>1,\*</sup>, Elena Lazos Chavero <sup>1</sup>, Hugo R. Perales Rivera <sup>2</sup> and Alejandro Casas <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City 04510, Mexico; lazos@unam.mx

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de las Casas, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, María Auxiliadora, San Cristóbal de las Casas 29290, Mexico; hperales@ecosur.mx

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. San José de la Huerta, Morelia 58190, Mexico; acasas@cieco.unam.mx

\* Correspondence: luzllamasg@gmail.com

**Abstract:** Seed exchange networks among farmers favor circulation of crop varieties and have been discussed as an effective means of crop diversity conservation. This study aims to document the processes and structure of seed exchange networks of native maize, beans, and squash among farmers and other participating sectors (local market or seed banks), analyzing their influence on agrobiodiversity conservation in the municipalities of Ixtenco and Huamantla, in the Mexican state of Tlaxcala. Through interviews, questionnaires, and social network analysis, nodal farmers were identified. In the maize network, five nodal farmers were detected, the *blanco* maize being the most commonly exchanged seed. In the bean network, three nodal farmers were identified, with *amarillo* beans as the most exchanged seed. In the squash network, no nodal farmer was identified. For maize and beans, the greater the number of exchanges, the greater the varieties exchanged. The local market of Huamantla and the Vicente Guerrero seed bank are relevant seed sources. The nodal farmers propitiate circulation of a large number of seed varieties in the exchange networks and contribute to maintenance and conservation of agrobiodiversity.

**Keywords:** native seeds; nodal farmers; seed networks; agrobiodiversity; social network analysis



**Citation:** Llamas-Guzmán, L.P.; Lazos Chavero, E.; Perales Rivera, H.R.; Casas, A. Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Sustainability* **2022**, *14*, 3779. <https://doi.org/10.3390/su14073779>

Academic Editors: Hanna Dudek, Joanna Myszkowska-Ryciak, Ariun Ishdorj and Marzena Jeżewska-Zychowicz

Received: 30 January 2022

Accepted: 20 March 2022

Published: 23 March 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Farmers worldwide continually select native seed varieties for planting, adapting the attributes of the plants they cultivate to particular socio-environmental contexts and local management practices [1–3]. Seed varieties conserved by farmers form part of agrobiodiversity, and represent important reservoirs of genetic diversity [4–7]. Mexico is considered to be one of the nations with the greatest agrobiodiversity, and center of origin and diversification of maize, a variety of species of beans, and some species of squash [2,8,9], which are crucial to the diet of—and a source of income for—rural families [10]. Maintaining native varieties and free exchange of seeds among farmers is key to preserving agrobiodiversity and achieving sustainable agriculture in peasant communities [7,11–13].

Seed exchange involves a variety of strategies carried out by farmers to acquire or renew seeds [6,14] and is undertaken through social relations among family members, friends, and acquaintances [15,16]. Social networks are defined as sets of relationships among social actors which possess a structure through which information, behaviors, attitudes, and values are transmitted [17,18]. Studying the structure of a social network allows for understanding of the influence and significance of the actors in these networks, as well as the manner in which they are connected and form groups with other actors. Social Network Analysis (SNA) is a methodological tool that allows visualizing the structure

of social relations (edges) among social actors (nodes), and measuring and analyzing interactions among members of the networks [17].

In recent years, SNA has been employed to evaluate management of agrobiodiversity [19,20]. These studies have allowed analyzing, visualizing, and measuring each node that forms part of a seed network [21–25], as well as identifying nodal farmers, those who are involved in a large number of exchanges of seed varieties [20,22,23,25–27].

Subedi et al. [20,26] and Poudel et al. [28] identified nodal farmers as those who maintain a relatively high seed diversity and are perceived in their communities as having extensive knowledge of plant varieties. They supply other farmers with seeds and maintain links which allow them to acquire new varieties. Authors such as Calvet-Mir et al. [24], Devkota et al. [25], Poudel et al. [22], Rodier and Struik [23] and Song et al. [27] have used SNA to identify nodal farmers, as those with the greatest level of centrality (number of connections a node contains) in a network. Rodier and Struik [23] defined nodal farmers as those with four or more direct connections in a network, while connector farmers are those who have high values of betweenness centrality (measure which indicates that a node may act as a bridge within the network). Nodal and connectors farmers are key actors in seed exchange networks. Nodal farmers have a high crop diversity as well as the capacity to exchange seed varieties with other farmers, thus promoting circulation of seeds [22,25]. Connector farmers may spread certain seed varieties toward other subgroups of the network, facilitating seeds reaching other farmers of distant areas or those who are less connected to the network [22]. In this manner, nodal and connector farmers contribute to the maintenance and conservation of agrobiodiversity [21,25,27]. However, seed networks are dynamic, a nodal or connector farmer may abandon this role after a certain period of time and other farmers may take on these roles. These changes may occur even from one agricultural cycle to another or after a few years [29].

One of the sustainable development goals is the eradication of hunger [30]. It is estimated that by 2050, the global population will reach 9.7 billion, and 10.8 billion by 2080. Therefore, there will be an increase in the demand for food production [31]. The family farming activities produces ~80% of the food worldwide [32,33]. Active participation by small-scale farmers in the conservation of local varieties is essential to achieving food security, as they tend to carry out environmentally sustainable agricultural practices, conserving agricultural land, as well as bearing knowledge and germplasm of native seeds—thereby also enhancing cultural diversity. These practices, together with seed exchanges, favor conservation of agrobiodiversity, which is crucial to achieving food security and sustainable development [12,13]. The seed exchange networks are central to agrobiodiversity conservation since farmers can access local seeds [16]. The farmers of Mexico select and save their seeds year after year to plant [2,9]; however, those who lose seeds, due to environmental factors such as droughts, frosts, floods, or pathogens, or those who seek to renew and acquire new varieties, frequently approach family members and friends within their community [6]. If networks of family members and friends are not able to provide them with seeds, nodal farmers can be an option to achieve the variety [20]. Aside from seed exchange networks, other options for farmers to obtain seeds include community seed banks, seed fairs, and local markets [34].

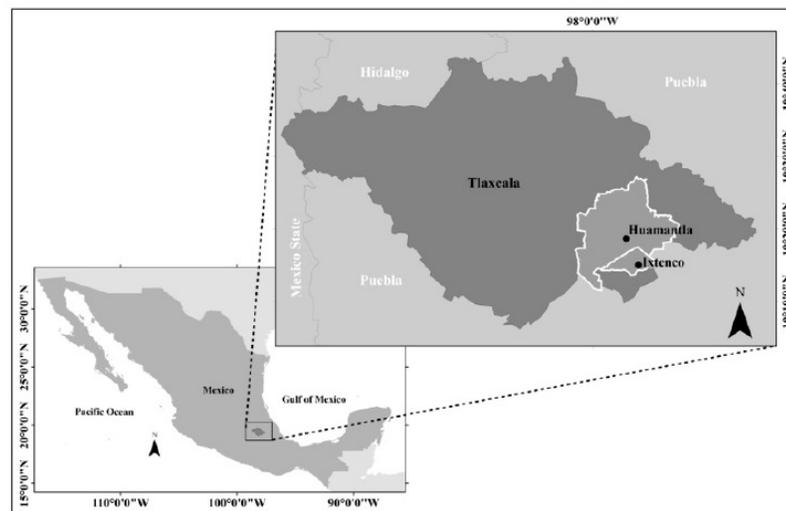
In order to analyze the functioning of the maize, beans, and squash seeds networks, this study examined the cases of the municipalities of San Juan Ixtenco (Ixtenco) and San Luis Huamantla (Huamantla) in the Mexican state of Tlaxcala. Farmers of these municipalities have maintained and preserved different races of maize (*Zea mays* L.) that belong to the conical racial group, which include the races *Chalqueño*, *Cónico*, *Elotes cónicos*, and *Cacahuacintle* [35]. This racial group is found from 2000 to 2800 m, and they are characterized by the production of conical cobs, with large numbers of grain rows (14–20), 4–8 mm grains and the presence of anthocyanins in the grains. To this racial group belong different native varieties of maize such as *azul*, *amarillo*, *blanco*, *negro*, etc. [35]. Moreover, the farmers of these municipalities maintained beans (*Phaseolus vulgaris* L.) [36], and squash (*Cucurbita pepo* L.) [37,38]. All these varieties of maize, beans and squash have been maintained due to

traditions, diet, and economic criteria [39,40]. The municipality of Ixtenco represents a bastion in the conservation of different native varieties. In this municipality, there are maize varieties such as *negro, xocoyul* and *ajo* or *tunicado* (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.) that are only preserved in this region. In the case of Huamantla (and despite being close to Ixtenco), commercial native varieties, such as *blanco* maize, and those used for animals, such as *amarillo* maize, hold greater importance among farmers. This study aims to analyze the structure and processes of interaction among farmers that conform seed exchange networks of native maize, beans, and squash and understand their influence on agrobiodiversity conservation in the municipalities referred to. To reach this goal, the seed exchange network was analyzed to identify the nodal farmers and to characterize the interactions related to seed exchange among farmers. Our main hypothesis was that maize, beans, and squash seed exchange networks can play an important role in maintaining diversity due to favoring of the movement of different seeds among farmers. We expected to find that the maize seed network contains a greater number of seed exchanges of different varieties of seeds and a greater number of nodal farmers than the bean and squash networks, since maize holds a greater dietary and commercial importance for the region's farmers. Finally, we expected to find a greater exchange of varieties that are widely used for subsistence and commerce due to the fact that farmers seek these types of seeds for cultivation.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Zone

The state of Tlaxcala has a sub-humid temperate climate with an average annual mean temperature of 14 °C and an annual precipitation averaging 800 mm with summer rains [41] (Figure 1). Seasonal agricultural systems are mainly cultivated to provide crops for family consumption. Problems associated with agricultural production include droughts and frosts [42].



**Figure 1.** State of Tlaxcala, Mexico and location of the municipalities of Ixtenco and Huamantla.

### 2.2. Description of Study Sites

The municipalities of Ixtenco and Huamantla, in the western part of the state of Tlaxcala close to La Malinche volcano, are located 9.5 km from each other (Figure 1). In the municipality of Ixtenco, 6791 inhabitants live in 1689 homes, in a single *ejido* with a total area of 5917 hectares and 1777 *ejido* members [41,43]. The annual seed fair called “Fiesta del maíz” has been carried out for the past nine years [44]; in this event farmers of the municipality sell maize, beans, and squash as well their seeds. During the 2019 agricultural

cycle, 10,251 tons of maize was reported to have been produced in seasonal crop systems, with an average yield of 3 ton/ha. Total bean production was 1.6 tons, with an average yield of 0.8 ton/ha [45].

The municipality of Huamantla has 84,979 inhabitants who live in 20,870 homes in 24 *ejidos* [41]. In this municipality, two *ejidos* were selected for fieldwork: San Luis Huamantla, with an area of 4826 hectares and 1946 *ejido* members, and Zaragoza, with a surface area of 1022 hectares and 322 *ejido* members [41,43]. During the 2019 agricultural cycle, a production of 19,500 tons of maize was reported in seasonal agricultural systems, with an average yield of 2.6 ton/ha. Total bean production was 39 tons, with an average yield of 0.7 ton/ha [45].

### 2.3. Interviews with Farmers

During 2018, 40 semi-structured interviews and 100 surveys were carried out in the study sites. A total of 20 interviews were carried out with farmers of Ixtenco (6 women and 14 men) and 20 with farmers of Huamantla (only men were interviewed) (Appendix A). Average age of farmers interviewed was 57.8 (age range 24–89 years). To select farmers, the snowball sampling technique was used. This technique allows for the obtainment of a series of contacts starting with a single informant. The researcher asks this informant for a contact with another person with certain characteristics depending on the research topic, who in turn is asked to name another person [46,47]. The first contact was initiated with key actors, including the coordinator of the seed fair “Fiesta del maíz” and participating farmers. These farmers in turn provided data about other farmers who had at least one variety of maize, beans, or squash. Later, interviews were carried out with farmers who participated in at least one seed exchange. The interview addressed the following topics: (a) conservation of and information regarding seed varieties, (b) seed exchanges, (c) soil preparation for planting, (d) seed sale, (e) knowledge of seed laws, and (f) festivities related to seeds. For the first topic, we recorded the number of varieties of maize, bean, and squash whose seeds were planted by each farmer. The second addressed with whom they exchanged seeds (family members, friends, neighbors, and other acquaintances) and dates of exchanges. The third covered plot description: surface area, location, soil type, and cultivation problems. The fourth addressed seed sale: place, quantity, and varieties sold. The fifth consisted of documenting the farmer’s understanding of seed laws at the state and national levels. The final topic addressed farmer’s participation in seed-related celebrations. All interviews were transcribed and codified by assigning key words (for example “maize exchange”, “beans exchange”, “squash exchange”) for later analysis.

### 2.4. Questionnaires Applied to Farmers

Based on information from the interviews, in 2019 a survey was carried out with 100 farmers (50 per municipality): 13 women and 37 men from Ixtenco and 6 women and 44 men from Huamantla (Appendix A). In order to select farmers from the municipality of Ixtenco, for most streets of the village one of every five consecutive houses was selected. Given the difficulty of carrying out this methodology in Huamantla, as it is a city, which makes it complicated to contact the farmers, the local authorities were asked to invite men and women farmers. In the municipality of Ixtenco, approximately 1000 *ejido* members plant and conserve their seeds [48]. In the case of the *ejido* of San Luis Huamantla (the largest of the region) approximately 600 *ejido* members maintain their seeds and the total production of the *ejido* [49]. Based on this information, to expand the sample, 80 farmers of each municipality were invited to be surveyed. Selection of this sample size considered a 93% confidence level with a sampling error of 7%; however, a response was obtained from only 50 farmers per municipality.

### 2.5. Analysis of the Seed Networks

A graphic representation of the seed exchange network was constructed based on data from the surveys. Variables analyzed were number of maize, beans, and squash varieties

that each farmer conserved, whether any of these varieties had been exchanged during the past five years, and if so with whom. These data served to determine the exchange network of each crop and to quantify the crop diversity that each farmer conserved (number of maize, bean, and squash varieties). We maintained in this research the local names of the native maize, beans and squash varieties. The majority of farmers of the two municipalities saved their own seeds every year to plant the following season, and therefore carried out few exchanges. For this reason, and due to the low frequency of exchanges each year mentioned by people interviewed, the decision was made to record the number of exchanges carried out by each farmer within the past five years (2015–2019). In order to provide a visual representation of the network, the open access program Cytoscape 3.7.1 was used [50,51]. The following data were employed for the SNA: farmer's municipality, gender, varieties of maize, beans, and squash exchanged, social relationship with whom the exchange was carried out (family member, friend, neighbor, or acquaintance), and place of origin of the person with whom the exchange was carried out, and place of origin of the seed (e.g., local market, seed bank).

The networks were analyzed as directed networks. Nodes represent farmers, local markets, stores, seed banks and other places, such as different states of Mexico and municipalities, where seeds were exchanged (Puebla, Querétaro, Terrenate, Alzayanca, El Carmen Tepexquilita, and Vicente Guerrero). Edges indicate the direction of a seed exchange between farmers. Outdegree is the number of times that a farmer gave seeds to another, and indegree is the number of times a farmer received seeds from another. Closeness centrality was interpreted as the speed with which a farmer could spread a seed variety. Finally, betweenness centrality was defined as the capacity to spread a variety to other sub-groups in the network, by which the variety may reach farmers of different sites. Nodal farmers were identified as those who carried out four or more seed exchanges (farmers with high outdegree within the network) involving three or more different seed varieties. In the case of squash, nodal farmers were defined as those who carried out four or more seed exchanges, although involving only one variety, due to the fact that in the study region only one local squash variety was cultivated. Connector farmers were identified as those with the highest values of betweenness centrality in the network ( $\geq 0.5$ ). In order to detect the nodal and connector farmers of each crop, and due to the fact that some farmers planted only one crop and/or variety, the maize, bean, and squash networks were analyzed separately. To carry out statistical analyses, the R program (R v.1.2.5.033 R Development Core Team) was employed, using the `lm()` and `ggplot2()` functions.

### 3. Results

#### 3.1. Agricultural Crops Registered in Ixtenco and Huamantla

On average, farmers cultivate 7 ha (range 0.004–60 ha). In Ixtenco, the farmers mainly conserve *blanco* (84%), *azul* (64%), *negro* (44%), *amarillo* (34%), *xocoyul* (28%) and *crema* (26%) maize, and in Huamantla *blanco* (80%), *amarillo* (52%) and *azul* (50%). These maize varieties are important for the market demand, owing to their color, appearance of cobs, their specific use for making traditional food and the quality of their kernels, which are used for handicrafts (Table 1 and Appendix B). In the case of bean crops, the farmers of the two municipalities, mainly conserve *negro*, *amarillo* and *bayo*, varieties used for family consumption and market (Table 1). In Ixtenco, a greater number of farmers conserve the squash crop (82%) than in Huamantla (72%), this crop is used for family consumption and for market (Table 1). In Ixtenco and Huamantla, 21 (42%) of the farmers maintain other crops such as *Vicia faba* (broad bean), *Lathyrus sativus* (pea) and *Avena sativa* (oat) (Table 1).

**Table 1.** Number of farmers who conserve maize, beans, squash and other crops in the municipalities of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Variety	Number of Farmers Who Conserve the Variety in Ixtenco ( <i>n</i> = 50)	Number of Farmers Who Conserve the Variety in Huamantla ( <i>n</i> = 50)	Benefits and Importance of the Variety to Farmers
Maize varieties			
<i>Blanco</i>	42 (84%)	40 (80%)	The grain has a high market demand. Used for <i>tortillas</i> and flour. Appreciated for the weight, size, and color of cobs.
<i>Amarillo</i>	17 (34%)	26 (52%)	Principally for animal consumption. Appreciated for color and weight of cobs.
<i>Azul</i>	32 (64%)	25 (50%)	Appreciated for color and appearance of cobs. Due to increased demand in recent years, it is sold at a higher price than other varieties.
<i>Crema</i>	13 (26%)	4 (8%)	Appreciated for the weight of cobs.
<i>Negro</i>	22 (44%)	7 (14%)	Highly appreciated by farmers of Ixtenco. Used to make the traditional cooked fermented corn drink " <i>atole agrio</i> ".
<i>Cacahuacintle</i>	23 (46%)	3 (6%)	Used for making traditional Mexican food such as <i>pozole</i> , and maize flour.
<i>Ocho carreras</i>	-	3 (6%)	Appreciated for size and weight of cobs.
<i>Xocoyul</i>	14 (28%)	2 (4%)	Its flour is used for preparing the beverage <i>atole</i> , appreciated for its pink color.
<i>Campeón</i>	1 (2%)	2 (4%)	Appreciated for the large size and weight of cobs.
<i>Ajo o tunicado</i>	5 (10%)	-	High cultural value in Ixtenco due to cob characteristics.
<i>Chalqueño</i>	-	3 (6%)	Appreciated for color and size of kernel.
<i>Rojo</i>	18 (36%)	1 (2%)	Used to make maize flour.
<i>Cruza blanco-campeón</i>	-	1 (2%)	Appreciated for color and the cobs.
<i>Sangre de cristo</i>	10 (20%)	-	Its flour is used for <i>atole</i> and the kernels for handcrafts.
<i>Arrocillo-palomero</i>	2 (4%)	1 (2%)	Marketed and used for family consumption.
<i>Ancho</i>	-	1 (2%)	Appreciated for short agricultural cycle.
Bean varieties			
<i>Amarillo</i>	23 (46%)	22 (44%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Negro</i>	25 (50%)	11 (22%)	It cooks rapidly and is marketed and used for family consumption.
<i>Bayo</i>	14 (28%)	18 (36%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Mantequilla</i>	3 (6%)	2 (4%)	It is marketed and used for family consumption.

Table 1. Cont.

Variety	Number of Farmers Who Conserve the Variety in Ixtenco (n = 50)	Number of Farmers Who Conserve the Variety in Huamantla (n = 50)	Benefits and Importance of the Variety to Farmers
<i>Parraleño</i>	3 (6%)	-	It is marketed and used for family consumption.
<i>Pinto</i>	3 (6%)	3 (6%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Ojo de liebre</i>	1 (2%)	2 (4%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Vaquita</i>	-	3 (6%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Morado</i>	-	1 (2%)	It is marketed and used for family consumption.
<i>Flor de mayo</i>	-	1 (2%)	It is marketed and used for family consumption.
Squash variety			
<i>Squash</i>	41 (82%)	36 (72%)	It is appreciated by farmers for the size of the seeds, its color, and its productivity.
Other crops			
*	21 (42%)	21 (42%)	These crops are for market and used for family consumption.

\* *Vicia faba* (broad bean), *Lathyrus sativus* (pea), *Avena sativa* (oat), *Opuntia* spp. (prickly pear), *Amaranthus* spp. (amaranth), *Triticum aestivum* L. (wheat), *Secale cereal* L. (rye), *Lens* spp. (lentil), *Physalis ixocarpa* (green tomato), *Helianthus* L. (sunflower), *Prunus persica* (peach), *Medicago sativa* (lucerne), *Agave* (maguey) and *Brassica oleracea* var. *italica* (broccoli).

### 3.2. Maize Exchange Network

A total of 18 different maize varieties were exchanged and on average, each farmer carried out  $1.93 \pm 1.47$  exchanges of  $1.62 \pm 0.94$  maize varieties in the past five years (Table 2). As shown in Table 2, *blanco* maize had the greatest number of exchanges (52), followed by *amarillo* (26) and *azul* (22) maize. These varieties were the three most exchanged among farmers. Exchanges were carried out among acquaintances from the same locality (73), family members (26) and to a lesser extent friends (20), neighbors (12) and people who the farmers did not know, yet approached to obtain seeds (13). The number of exchanges carried out varies according to the variety of maize (Table 2).

Table 2. Number and percentage of exchanges carried out by variety of maize among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Maize Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Maize Network					Total Exchanges Outside the Location
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintan (A)	Does Not Know the Person (Nk)	
Blanco	52	36	I	19	14	2 (10.53%)	4 (21.05%)	2 (10.53%)	10 (52.63%)	1 (5.26%)	3
			H	33	22	5 (15.15%)	-	5 (15.15%)	21 (63.64%)	2 (6.06%)	2
Amarillo	26	18	I	11	9	5 (45.45%)	2 (18.18%)	-	3 (27.27%)	1 (9.09%)	-
			H	15	9	2 (13.33%)	1 (6.67%)	1 (6.67%)	10 (66.67%)	1 (6.67%)	1
Azul	22	17	I	10	8	1 (10%)	3 (30%)	-	5 (50%)	1 (10%)	-
			H	12	9	3 (25%)	1 (8.33%)	1 (8.33%)	5 (41.67%)	2 (16.67%)	1
Crema	7	7	I	5	3	1 (20%)	1 (20%)	-	3 (60%)	-	1
			H	2	2	-	-	-	1 (50%)	1 (50%)	1
Negro	7	5	I	3	3	1 (33.33%)	1 (33.33%)	-	-	1 (33.33%)	-
			H	4	2	-	1 (25%)	-	3 (75%)	-	-
Cacahuacintle	5	3	I	3	2	2 (66.67%)	1 (33.33%)	-	-	-	-
			H	2	1	-	1 (50%)	-	1 (50%)	-	-
Ocho carreras	4	2	I	-	-	-	-	-	-	-	-
			H	4	2	-	-	2 (50%)	2 (50%)	-	-

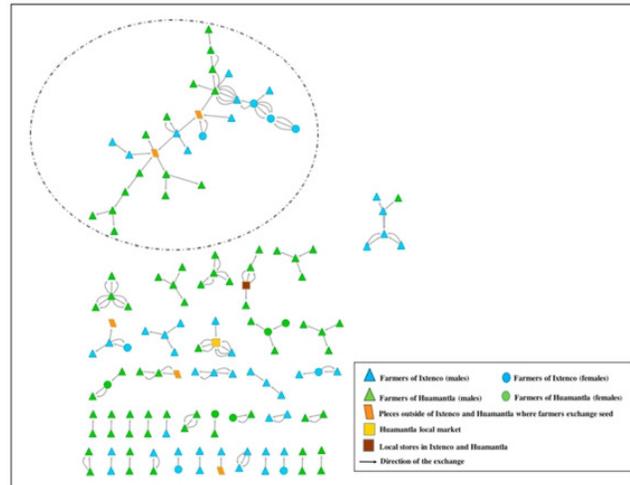
Table 2. Cont.

Maize Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Maize Network					Total Exchanges Outside the Location
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintan (A)	Does Not Know the Person (Nk)	
Xocoyul	3	3	I	2	2	-	1 (50%)	-	1 (50%)	-	-
			H	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
Campeón	3	3	I	1	1	1 (100%)	-	-	-	-	1
			H	2	2	1 (50%)	-	-	1 (50%)	-	1
Ajo o tunicado	3	2	I	3	2	2 (66.67%)	-	-	1 (33.33%)	-	1
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
Chalqueño	2	2	I	-	-	-	-	-	-	-	-
			H	2	2	-	-	-	1 (50%)	1 (50%)	-
Rojo	2	2	I	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
			H	1	1	-	1 (100%)	-	-	-	-
Cruza crema-blanco	2	2	I	2	2	-	1 (50%)	-	-	1 (50%)	1
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
Cruza blanco-campeón	2	1	I	-	-	-	-	-	-	-	-
			H	2	1	-	-	1 (50%)	1 (50%)	-	-
Sangre de cristo	1	1	I	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
			H	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. Cont.

Maize Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Maize Network					Total Exchanges Outside the Location
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintan (A)	Does Not Know the Person (Nk)	
<i>Arrocillo-palomero</i>	1	1	I	1	1	-	1 (100%)	-	-	-	-
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amealco</i>	1	1	I	1	1	-	-	-	-	1 (100%)	1
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ancho</i>	1	1	I	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
		Total Ixtenco	I	64	51	15	15	2	26	6	8
		Total Huamantla	H	80	54	11	5	10	47	7	6
		Total	I-H	144	105	26	20	12	73	13	14

The directed network of the maize crop consists of 134 nodes with a total of 144 exchanges from 2015 to 2019 (Table 2 and Figure 2).



**Figure 2.** Maize seed network consisting of 134 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange. Note: The dotted circle indicates the principal module of the network.

In Figure 2, the maize network shows a principal module and sub-networks separated from the principal module. Some 22 dyads are observed, in which 31 exchanges were carried out. The *blanco* maize variety was involved in 15 exchanges, the *azul* variety in 5, *amarillo* in 6, and the *chalqueño*, *rojo*, *amealco*, *crema*, and *xocoyul* varieties in only one exchange each. These dyads involved seventeen farmers from Ixtenco (15 men and 2 women) and 26 (24 men and 2 women) from Huamantla. One farmer from Ixtenco exchanged maize seed with a farmer from the state of Queretaro. The greatest number of exchanges (12) were between people who knew each other and lived in the same location. A total of 10 exchanges (one third) took place between family members living in the same location. The exchanges among family members occurred from fathers to sons or sons to fathers, between brothers, or among political family. Exchanges between neighbors (4) and friends (4) occurred between people of the same location, and only one exchange took place between a farmer and a person unknown to them.

A total of 5 triads were identified, involving 16 exchanges. Each variety was involved in the following number of exchanges among triads: *azul* (6), *blanco* (4), *amarillo* (3), *ocho carteras* (2), and *crema* (1). Twelve of these exchanges were among acquaintances of the same location, three among neighbors, and only one among family members. Ten tetrads and one hexad were identified. In the tetrads, 47 exchanges were conducted, many of which involved the local market node of Huamantla, where farmers from Ixtenco and Huamantla buy and sell *blanco*, *azul*, and *amarillo* maize seed. The exchanges in the tetrads were among acquaintances (24), people who did not know each other (12), family members (4), neighbors, (4) and friends (3). In the hexads, eight exchanges were carried out, involving *blanco* maize (5 exchanges) and *crema* maize (3) and these exchanges were among acquaintances (7) and friends (1).

Five nodal farmers were identified in this network (four men and one woman; Table 3). Four of these nodal farmers are from the municipality of Ixtenco and one from Huamantla. Three connector farmers were identified: one from Ixtenco and two from Huamantla.

**Table 3.** Measures of centrality of the nodes conforming the maize seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

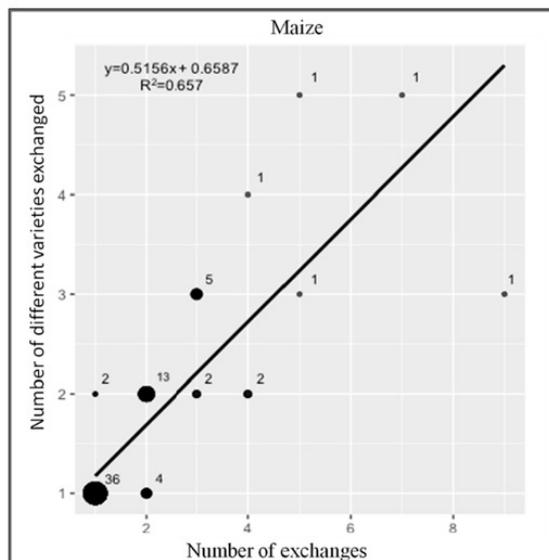
Node	Location of Farmer/Site Where the Seed Is from	Nodal (N) or Connector Farmer (C)	Outdegree	Indegree	Number of Different Varieties Exchanged	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
F84	Huamantla	N	9	0	3	0	1
F121	Ixtenco	N	7	0	5	0	0.444
F33	Ixtenco	N	5	0	3	0	0.571
F44	Ixtenco	N	5	2	5	0.006	0.5
F11	Ixtenco		4	0	2	0	1
F21	Ixtenco		4	0	2	0	1
F34	Ixtenco	N	4	0	4	0	0.666
Agrochemical store	Agrochemical store		4	0	4	0	0.75
F5	Ixtenco		3	1	3	0.333	1
F132	Ixtenco		3	0	3	0	1
F32	Ixtenco		3	0	3	0	1
Huamantla local market	Huamantla local market		3	5	3	0.333	1
F41	Ixtenco		3	0	3	0	1
F71	Huamantla		3	1	2	0.005	0.666
F100	Huamantla		3	7	3	0.0185	0.8
F85	Huamantla		3	0	2	0	1
F1	Ixtenco		2	0	2	0	1
F30	Ixtenco	C	2	1	1	0.5	1
F35	Ixtenco		2	0	2	0	1
F62	Huamantla		2	1	2	0.333	1
F64	Huamantla		2	1	1	0.333	1
F88	Huamantla		2	4	2	0.333	1
F79	Huamantla	C	2	1	2	0.5	1
F96	Huamantla	C	2	2	2	1	1
F98	Huamantla		2	1	1	0.333	1

Nodal (N) and connector farmers (C) are identified. Outdegree indicates the number of times a farmer gave maize seeds to another farmer and indegree the number of times a farmer received seeds from another farmer.

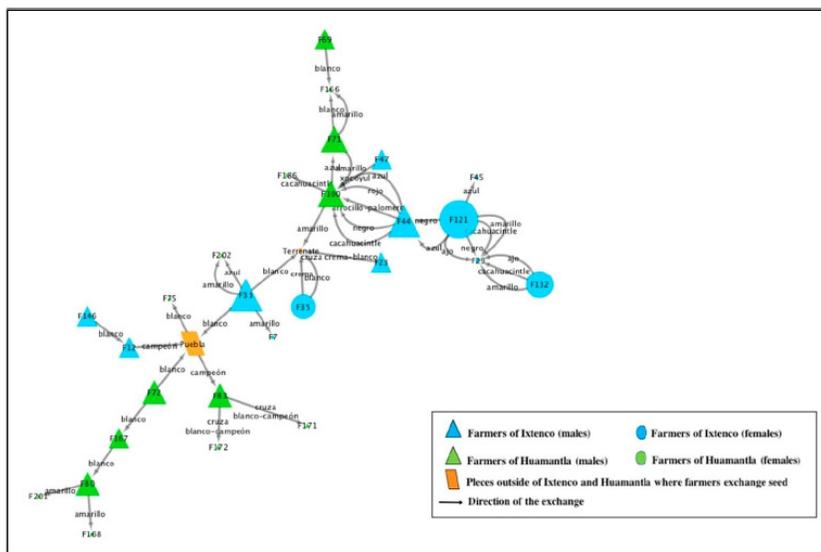
The greater the number of exchanges that a farmer carried out with other farmers, the greater the number of maize varieties exchanged; that is, farmers who carried out more seed exchanges with other farmers also exchanged a greater number of different maize seed varieties (Figure 3).

Figure 4 provides a close-up view of the principal module of the network, which includes 20.1% of the nodes, of which 12 are farmers from Ixtenco and 15 from Huamantla. In this principal module, farmers from Ixtenco and Huamantla had carried out seed exchanges with people from the municipality of Terrenate and the state of Puebla.

The principal module involves a greater number of seed exchanges between farmers of the same municipality. Four women farmers stand out, all of them from Ixtenco. Of these, F121 is considered a woman nodal farmer due to the high outdegree carrying out a large number of exchanges: seven exchanges of a total of five different varieties (*azul*, *cacahuacintle*, *amarillo*, *negro*, and *ajo* maize; Table 3). This nodal farmer has given *cacahuacintle*, *amarillo*, *negro*, and *ajo* maize seeds to a woman farmer from Ixtenco (F29), and *negro* and *azul* maize seeds to another farmer, also from Ixtenco (F44), the latter in turn has shared seeds of these two varieties with a farmer of Huamantla (F100). Another nodal farmer (F33 from Ixtenco) carried out five exchanges of three maize varieties (*amarillo*, *azul*, and *blanco*) with people from Ixtenco, as well with people from the municipalities of Huamantla and Terrenate, and other areas of the state of Puebla (Table 3).



**Figure 3.** Relationship between number of exchanges and number of maize varieties exchanged by each farmer of Ixtenco and Huamantla participating in the maize seed exchange network ( $n = 69$ ). Note: This graph employed outdegree of each node of the network, without considering local markets and stores.



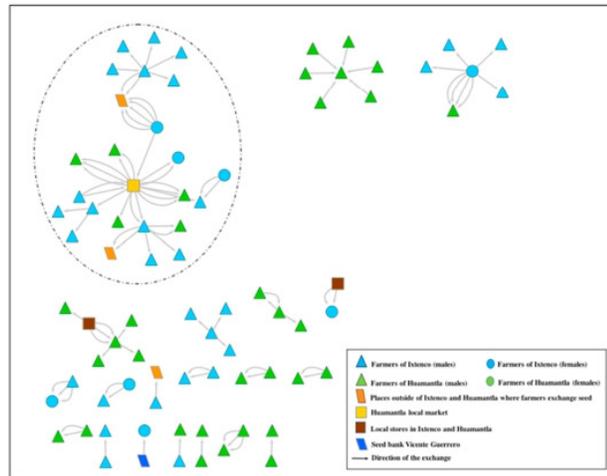
**Figure 4.** Principal module of the maize network with respect to outdegree. The greater the node size, the greater the number of exchanges carried out. Farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seeds (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

### 3.3. Bean Exchange Network

A total of nine different bean varieties were exchanged in the two municipalities (Table 4). On average, each farmer carried out  $2.3 \pm 1.84$  exchanges of  $1.93 \pm 1.08$  varieties of beans from 2015 to 2019. As shown in Table 4, *amarillo* and *negro* beans were involved

in the greatest number of exchanges (28), followed by *bayo* (19). The bean exchanges were principally carried out between acquaintances from the same location (43), followed by people who did not know each other but approached these farmers to obtain seeds (22), and to a lesser extent between family members (17) and friends (10).

The directed network for exchange of bean seeds consists of 79 nodes, with a total of 92 exchanges from 2015 to 2019 (Figure 5).



**Figure 5.** Bean seed network consisting of 79 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seeds (orange), local markets (yellow), local stores (brown) and local seed bank (dark blue). The arrow indicates the direction of the exchange. Note: The dotted circle indicates the principal module of the network.

In Figure 5, the network shows a principal module which includes different municipalities of Tlaxcala to which farmers have spread seeds, including Terrenate and El Carmen Tequexquitla. This network includes 14 dyads, in which 24 exchanges were carried out, involving 12 nodes of Ixtenco and 13 nodes of Huamantla. In these dyads, farmers from Ixtenco obtained seeds through a local store, and one farmer gave seeds to a person from Puebla. The majority of the dyads involved family members and acquaintances of the same location exchanging *amarillo* bean seeds. *Amarillo* beans were involved in eight exchanges, the *bayo* variety in seven, *negro* beans in six, and *parraleño*, *morado*, and *pinto* beans in one exchange each. Twelve farmers from Ixtenco (eight men and four women) were involved in these dyads, and 13 (all men) from Huamantla. One farmer from Ixtenco exchanged *parraleño* beans with a farmer from the state of Puebla, and a woman farmer from Ixtenco acquired *amarillo* bean seed in a local store. Most exchanges (15) were carried out between people who knew each other and lived in the same location. Six exchanges were recorded between family members and three between friends. In one triad, *amarillo* and *mantequilla* bean seeds were exchanged between farmers from Huamantla. One woman farmer from Ixtenco received *morado* bean seeds from the Vicente Guerrero seed bank. This fragmented part of the network is composed of a tetrad, two hexads and a heptad.

In this network, three nodal farmers (two women and one man) were detected, all from the municipality of Ixtenco (Table 5). Only one connector farmer was detected in the municipality of Huamantla.

**Table 4.** Number and percentage of exchanges carried out by variety of bean among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Bean Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Bean Network					Total Exchanges Outside the Location
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintances (A)	Does Not Know the Person (Nk)	
Amarillo	28	21	I	18	11	2 (11.11%)	4 (22.22%)	-	8 (44.44%)	4 (22.22%)	3
			H	10	10	1 (10%)	-	-	6 (60%)	3 (30%)	-
Negro	28	28	I	19	13	3 (15.79%)	5 (26.32%)	-	8 (42.11%)	3 (15.79%)	3
			H	9	8	2 (22.22%)	-	-	3 (33.33%)	4 (44.44%)	-
Bayo	19	19	I	7	6	3 (42.86%)	1 (14.29%)	-	3 (42.86%)	-	1
			H	12	11	1 (8.33%)	-	-	6 (50%)	5 (41.67%)	-
Mantequilla	6	6	I	4	3	2 (50%)	-	-	1 (25%)	1 (25%)	1
			H	2	2	1 (50%)	-	-	1 (50%)	-	-
Parraleño	3	3	I	3	2	1 (33.33%)	-	-	2 (66.67%)	-	1
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinto	3	3	I	1	1	1 (100%)	-	-	-	-	1
			H	2	2	-	-	-	1 (50%)	1 (50%)	-
Ojo de liebre	2	2	I	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
			H	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-

**Table 4.** Cont.

Bean Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Bean Network					Total Exchanges Outside the Location
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintances (A)	Does Not Know the Person (Nk)	
Vaquita	2	2	I	1	1	-	-	-	-	1 (100%)	-
			H	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
Morado	1	1	I	1	1	-	-	-	1 (100%)	-	-
			H	-	-	-	-	-	-	-	-
		Total Ixtenco	I	55	39	12	10	-	24	9	20
		Total Huamantla	H	37	35	5	-	-	19	13	-
		Total	I-H	92	74	17	10	-	43	22	20

**Table 5.** Measures of centrality of the nodes conforming the bean seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

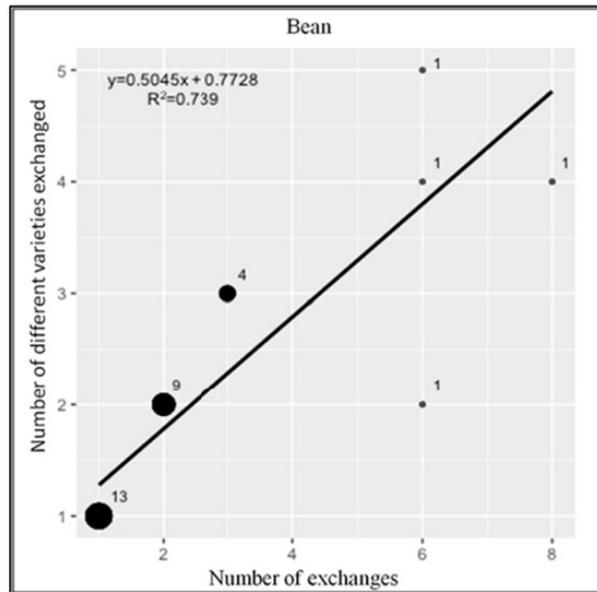
Node	Locality of Farmer/Site Where the Seed Is from	Nodal (N) or Connector Farmer (C)	Outdegree	Indegree	Number of Different Varieties Exchanged	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
Huamantla local market	Huamantla local market		16	3	7	0.050	0.7
F14	Ixtenco	N	8	0	4	0	1
F32	Ixtenco		6	2	2	0.021	1
F33	Ixtenco	N	6	1	4	0.009	1
F35	Ixtenco	N	6	0	5	0	0.444
Huamantla local store	Huamantla local store		4	0	3	0	0.625
F22	Ixtenco		3	0	3	0	1
F70	Huamantla		3	3	3	0.15	1
F15	Ixtenco		2	0	2	0	1
F25	Ixtenco		2	1	2	0.010	1
Ixtenco local store	Ixtenco local store		2	0	1	0	1
F34	Ixtenco		2	0	2	0	0.428
F121	Ixtenco		2	0	2	0	1
F48	Ixtenco		2	0	2	0	1
F61	Huamantla		2	0	2	0	1
F84	Huamantla	C	2	1	2	0.5	1
F1	Ixtenco		1	0	1	0	1
Vicente Guerrero seed bank	Vicente Guerrero seed bank		1	0	1	0	1
F12	Ixtenco		1	0	1	0	1
F2	Ixtenco		0	1	1	0	0
F40	Ixtenco		0	3	2	0	0
F27	Ixtenco		0	2	2	0	0
F29	Ixtenco		0	2	1	0	0
F43	Ixtenco		0	3	3	0	0
F45	Ixtenco		0	2	2	0	0

Nodal (N) and connector farmers (C) are identified. Outdegree indicates the number of times a farmer gave bean seeds to another farmer, and indegree the number of times a farmer received seeds from another farmer.

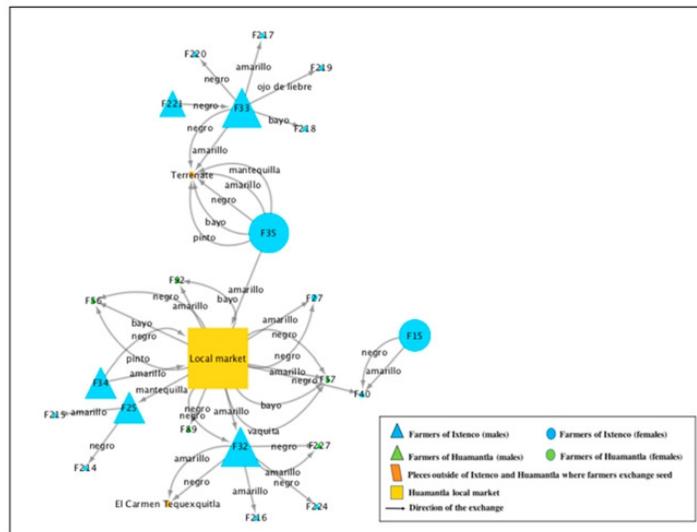
As with maize, the greater the number of bean seed exchanges carried out among farmers, the greater the number of varieties exchanged (Figure 6).

The principal module of the network included 31.6% of nodes, of which 17 were farmers from Ixtenco and five from Huamantla (Figure 7). This module includes the node of the Huamantla local market, in which farmers of the municipalities studied obtain and sell seeds. In this local market, *amarillo*, *bayo*, *mantequilla*, *negro*, *pinto*, and *vaquita* bean seeds may be acquired. Two farmers of the module gave seeds to people of Terrenate and El Carmen Tequexquitla, municipalities close to Huamantla.

The principal module included two nodal farmers (F33 and F35); F33 gave seeds of four varieties (*amarillo* bean, *bayo*, *negro*, and *ojo de liebre*) to six people, two of whom were from Terrenate. Meanwhile, F35 carries *amarillo* bean seeds to sell in the Huamantla local market and provides *amarillo*, *negro*, *bayo*, *pinto*, and *mantequilla* bean seeds to people of Terrenate.



**Figure 6.** Relationship between number of exchanges and number of bean varieties exchanged by each farmer of Ixtenco and Huamantla participating in the bean seed exchange network ( $n = 30$ ). Note: This graph employed outdegree of each node of the network, without considering local markets and stores.



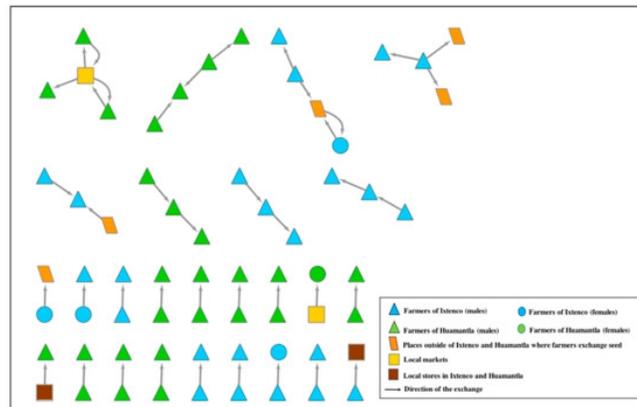
**Figure 7.** Principal module of the bean network with respect to outdegree. The greater the node size, the greater the number of exchanges carried out. Farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

### 3.4. Squash Exchange Network

Only one native variety of squash is cultivated in the study area. Farmers call it “creole squash”. The farmers involved in this network carried out  $1.17 \pm 0.51$  exchanges of this

variety. Squash was involved in a total of 41 exchanges, approximately half of which were between acquaintances of the same locality (20). The others were with people who the farmers did not know, but approached to obtain seeds (8), others were friends (6), family members (5), and neighbors (2) (Table 6).

The directed network of this crop consists of 64 nodes, with a total of 41 exchanges from 2015 to 2019 (Figure 8). This network involves a series of segmented subnetworks.



**Figure 8.** Squash seed network consisting of 64 nodes among farmers of Ixtenco (blue) and Huamantla (green), other places where they exchange seed (orange), local markets (yellow) and local stores (brown). The arrow indicates the direction of the exchange.

The squash network consists of 18 dyads in which 18 exchanges were carried out (Figure 8). The exchanges in these dyads were between farmers of the same locality—principally acquaintances, and three farmers obtained squash seeds through local stores and local markets. A total of 14 farmers of Ixtenco (11 men and three women) and 18 from Huamantla (17 men and one woman) were involved in these dyads. One female farmer from Ixtenco carried out an exchange with a male farmer from the nearby municipality of Terrenate. In these dyads, seeds were also acquired at the Ixtenco local market and local stores in Ixtenco and Huamantla. Nine exchanges between acquaintances of the same locality were recorded, including, four exchanges between family members—from parents to sons and among political family. Three exchanges were carried out between people who did not know each other, one between friends, and one between neighbors. Four triads were identified, involving a total of eight exchanges between farmers of the same location and one with a person from Querétaro. Four tetrads were identified, with a total of 15 exchanges, one of which involved the Huamantla local market, where three farmers from Huamantla went to obtain or sell squash seeds. Some farmers had given squash seeds to people of sites close to the study municipalities, including Vicente Guerrero, Apizaco, and Terrenate, and some farmers had given seeds to people of other states such as Puebla.

In this network, no nodal farmer and only three connector farmers were found (two from Ixtenco and one from Huamantla) (Table 7).

Table 6. Number and percentages of exchanges carried out of squash seeds among farmers of Ixtenco (I) and Huamantla (H), Tlaxcala, Mexico from 2015 to 2019.

Squash Variety	Total Exchanges per Variety (Fa + Fr + N + A + Nk)	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Locality	Number of Exchanges per Variety	Number of Farmers Who Exchanged the Variety	Number of Exchanges among Actors in the Squash Network					Total Exchanges Outside the Locality	
						Family Members (Fa)	Friends (Fr)	Neighbors (N)	Acquaintan (A)	Does Not Know the Person (Nk)		
Squash	41	41	I	21	15	4 (19.05%)	4 (19.05%)	2 (9.52%)	10 (47.62%)	1 (4.76%)	5	
			H	20	16	1 (5%)	2 (10%)	-	10 (50%)	7 (35%)	-	
			Total Ixtenco	I	21	15	4	4	2	10	1	10
			Total Huamantla	H	20	16	1	2	-	10	7	-
			Total	I-H	41	31	5	6	2	20	8	10

**Table 7.** Measurements of centrality of the nodes conforming the squash seed exchange network of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico.

Node	Location of the Farmer/Site Where the Seed Is from	Nodal (N) or Connector Farmer (C)	Outdegree	Indegree	Number of Different Varieties Exchanged	Betweenness Centrality	Closeness Centrality
F32	Ixtenco		3	0	1	0	1
Huamantla local market	Huamantla local market		3	2	1	0.666	1
F5	Ixtenco		2	0	1	0	0.75
F63	Huamantla		2	0	1	0	1
F1	Ixtenco		1	0	1	0	1
F2	Ixtenco		1	1	1	0	1
Vicente Guerrero	Vicente Guerrero		1	2	1	0.166	1
F4	Ixtenco		1	0	1	0	1
F6	Ixtenco		1	0	1	0	1
F16	Ixtenco	C	1	1	1	0.5	1
F17	Ixtenco		1	0	1	0	1
F26	Ixtenco	C	1	1	1	0.5	1
F28	Ixtenco		1	0	1	0	0.666
F12	Ixtenco		1	0	1	0	1
F35	Ixtenco		1	0	1	0	1
F49	Ixtenco		1	0	1	0	1
F61	Huamantla		1	0	1	0	1
F60	Huamantla		1	1	1	0	0.6
Ixtenco local market	Ixtenco local market		1	0	1	0	1
F82	Huamantla		1	0	1	0	1
Huamantla local store	Huamantla local store		1	0	1	0	1
F53	Huamantla		1	1	1	0	0.6
F77	Huamantla		1	0	1	0	1
F70	Huamantla		1	0	1	0	1
F58	Huamantla	C	1	1	1	0.5	1

Nodal (N) and connector farmers (C) are indicated. Outdegree indicates the number of times a farmer gave squash seeds to another farmer, and indegree the number of times farmer received seeds of another farmer.

### 3.5. Seed Exchange among Farmers from Ixtenco and Huamantla

Of all farmers interviewed ( $n = 40$ ), in the past five years, 42.5% of those from Ixtenco and 22.5% of those from Huamantla carried out at least one seed exchange. Farmers named several reasons for exchanging seeds: recovering seeds, increasing varieties, making hand-crafts, replacement, lending seeds, planting the crop for the first time, and experimenting (Table 8). Twenty percent of farmers interviewed actively participate in the “Fiesta del maíz”, all of whom live in the municipality of Ixtenco.

One of the principal reasons farmers interviewed seek seeds is to recover from loss due to frost:

*“We’ve been very careful about caring for [seeds], although on some occasions the weather hasn’t favored us. For example, in 2011, due to frost, seed was lost out in the entire region. In 2012 we had planted, but also it came to frost when we’d reestablished [the crops of] 90% of the entire region of Huamantla and its 39 communities. So we were in need of going to bring creole seeds from near [the volcano] the Malinche and on the other side of Puebla, and we again recovered creole seeds”.* Farmer from Huamantla, 26 April 2019

For some farmers who are also artisans, it is important to obtain new varieties of different colors:

“[Seeds] of colors we plant practically for mosaic made seed grains to exchange among each other, because some dedicate themselves to making figures, well more than figures, necklaces, earrings, some things with cornhusk, so for this, [we need] colored maize”.  
Farmer from Ixtenco, 12 November 2018

**Table 8.** Reasons farmers exchange maize, bean, and squash seeds ( $n = 40$ ).

	Reasons Farmers Exchange Seed	Percentage of Farmers Who Carry out Each Reason
Recover seed	To recover seeds they lost due to frost, pests during storage, or low crop yield	42.5%
Increase varieties	To obtain seeds with a variety of colors to plant, and conserve	12.5%
Make handicrafts from seeds	To obtain different colored seeds to plant and harvest for use in handicrafts, such as mosaic made of seed grains and jewelry	12.5%
Seed replacement	To replace “old” seeds or that with low productivity	7.5%
Lend seed	To lend seed of the same or different varieties, of the same quantity or different quantities	2.5%
Plant the crop	To plant the crop for the first time	2.5%
Experiment	To experiment with new varieties in their plots	2.5%

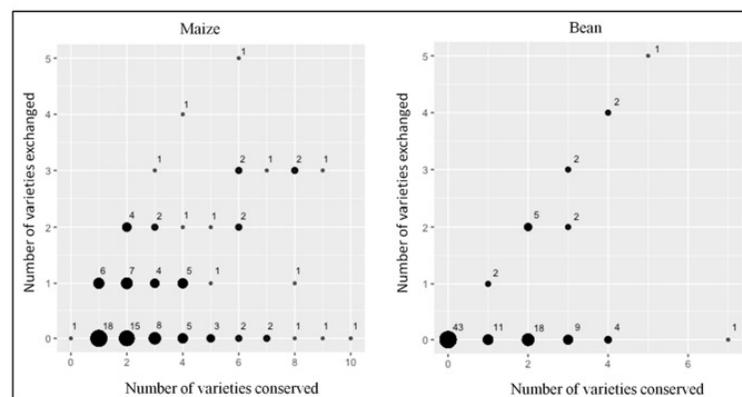
### 3.6. Maize, Bean, and Squash Exchange Networks and Conservation of Crop Diversity

On average, each farmer conserves  $3.17 \pm 2.22$  varieties of maize and  $1.34 \pm 1.46$  varieties of beans. However, not all the maize, bean, and squash varieties a farmer conserves are exchanged; in other words, farmers are conserving more varieties than those they are exchanging for the maize, bean, and squash crops (Figure 9 and Table 9).

Farmers who exchange seeds do so on average with  $1.93 \pm 1.47$  varieties of maize and  $2.3 \pm 1.84$  varieties of beans. In the case of squash, each farmer exchanges on average  $1.17 \pm 0.51$  of the only native variety present in the region.

Of the 99 farmers who plant maize, 58 carried out at least one exchange during the past five years. In the case of beans, 33 farmers carried out at least one exchange, and 31 farmers carried out one exchange of squash seeds (Table 9).

The five nodal farmers for maize conserve on average  $6.4 \pm 2.70$  varieties of maize, and the three nodal farmers for beans conserve on average  $4.33 \pm 0.57$  bean varieties (Tables 3 and 5).



**Figure 9.** Relationship between the number of varieties of maize and beans conserved per farmer to the number of varieties exchanged in the municipalities of Ixtenco and Huamantla ( $n = 100$ ).

**Table 9.** Number of farmers who plant and exchange maize, beans, and squash seeds in the municipalities of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico ( $n = 100$ ).

Number of Farmers Who Plant and Exchange Maize, Beans, and Squash			
Number of farmers who plant the crop			
Locality	Maize	Beans	Squash
Ixtenco	49	28	41
Huamantla	50	29	36
Total	99	57	77
Number of farmers who exchange the seed			
Locality	Maize	Beans	Squash
Ixtenco	27	17	15
Huamantla	31	16	16
Total	58	33	31

## 4. Discussion

### 4.1. Structure of Seed Exchange Networks

In the seed exchange networks of maize, beans, and squash, nodal farmers identified exhibited a high outdegree that is, they carried out the greatest number of exchanges and shared a greater number of seed varieties. Connector farmers exchanged seeds with people from sites close to the municipalities studied. Nodal farmers as well as connectors are key to the seed exchange network due to their role in conservation and circulation of seeds.

Previous studies regarding exchange networks have detected a different number of nodal farmers, depending on the seeds exchanged [21,23,25,27]. In this study, from 2015 to 2019 which corresponds to the past five years of seed exchanges analyzed, a total of eight nodal farmers were identified: five for the maize network, three for the bean network, and none for the squash network. These nodal farmers conserve  $6.4 \pm 2.70$  varieties of maize and  $4.33 \pm 0.57$  of bean varieties, and carried out six exchanges, which directly contribute to the maintenance of local genetic flow and diversity. On average, farmers cultivate 7 ha (range 0.004–60 ha), while nodal farmers cultivate 5.9 ha (range 1.5–20 ha), and two of them participate in the seed fair of Ixtenco.

Nodal farmers play a central role in seed exchanges as they maintain a connection to a network of farmers over several years. They conserve a diversity of seeds with agricultural and commercial interest for the farmers, seeds which contribute to farmers' income as well as their family's consumption. These nodal farmers hold knowledge and represent a source of knowledge regarding seed maintenance, and obtain new varieties through gradual selection over the years or by acquiring new seeds [20,26]. Farmers of the maize and bean seed exchange network (e.g., F121 and F33; Figure 4), directly promote movement of seed varieties (upon giving seeds to other farmers) as well as indirectly (upon giving seeds to farmers who in turn pass it on to other actors of the network). In the absence of these nodal farmers who interconnect several farmers, several varieties could be lost, and the structures of the seed exchange network would be modified.

Nearly 63% of the nodal farmers identified in this study are men, although women also participate in a variety of farm-related activities, such as planting, harvesting, fertilization, weeding, and seed selection. Previous studies, such as those by Devkota et al. [25], Rodier and Struik [23], and Song et al. [27], identified women nodal farmers who conserve a large diversity of seeds. In this study, a female nodal farmer from Ixtenco carried out seven maize exchanges, involving five varieties. Through this farmer, *negro* maize seeds reached farmers of the municipality of Huamantla.

Previous studies have reported nodal farmers to be of an advanced age [25]. In this study, the average age of nodal farmers was 46 years and that of all participating farmers was 58. Therefore, it is important to involve the nodal farmers in strategies focused on

maintaining agrobiodiversity [20], and to invite more farmers to participate [52], principally youth from their communities. Furthermore, through the nodal and connector farmers, they could distribute seeds that are being lost or important crops for the region that have disappeared, such as lentils.

In each agricultural cycle, farmers save their own seeds to plant [27]. They select their own seeds based on size and color for replanting, and only given the situations listed in Table 8, do they carry out exchanges. One of the principal reasons for exchanging seeds is its loss due to frost and drought that affect the study area year after year, with crops planted at lower altitudes being the most affected by these phenomena (Table 8).

Comparing the networks of the three types of crops, the maize network contains the greatest number of nodes (134), while the bean network has 79 nodes, and the squash network 64 nodes. Maize is the principal crop of the region and year after year farmers plant for family consumption and for sale as grain, above all white varieties, which have a greater market demand. Furthermore, maize crops cover a greater surface area than beans or squash, which are principally planted for family consumption. In the past years, many farmers have stopped planting these two crops due to use of agrochemicals to cultivate maize. In the case of squash, upon planting only one local variety and as the crop is principally used for family consumption, the frequency of exchange is less than that of maize and beans.

In the municipalities of Ixtenco and Huamantla, a great diversity of varieties is exchanged (18). Nevertheless, the *blanco* maize is the most exchanged among farmers given its high commercial value in the region in comparison to other varieties. The price of maize grain in the region varies due to the supply and demand price that intermediaries offer, which ranges from USD 0.15 to USD 0.25 per kilogram, while the price of seeds range from USD 0.30 to USD 0.69 per kilogram. Furthermore, this maize is used to produce a variety of foods such as tortillas and *atole* (a thick hot drink made of boiled ground corn). To obtain it, farmers of sites near the state of Tlaxcala travel to Ixtenco and Huamantla in search of the *blanco* maize. Nevertheless, in recent years, other varieties, such as the *azul* maize, have increased in commercial value, and therefore farmers seek it for planting.

#### 4.2. Fragmented Exchange Networks

Most exchanges of maize, beans, and squash seeds occurred in the dyads of the networks, and these exchanges were principally between people of the same community who knew each other, and between family members (parents, siblings, aunts and uncles, and political family). In this manner, the seeds are maintained and remain among farmers of each community and are preserved in the family. Furthermore, farmers who seek a specific variety know which of their family members or close contacts could provide it. Of all maize varieties, white maize was involved in the greatest number of exchanges between acquaintances (Table 2). As this variety bears a high commercial value, farmers seek it most often to renew it and obtain higher crop yields.

Differences were observed in the structuring of the networks of Huamantla and Ixtenco; as Huamantla is a city, seed exchanges are facilitated between acquaintances, not only between family members or friends. As beans and squash represent crops that are being lost in the region, it is difficult to acquire seeds, including through nearby networks and, therefore, farmers may need to approach their networks of acquaintances or even local markets to acquire the variety desired. Carrying out exchanges among relatives reduces the probability of losing different seed varieties; if a close family member conserves the seeds in question, a farmer may be able to quickly obtain them; the search time of the variety is reduced, the quality of the seeds are guaranteed, and there is certainty that the seeds are adapted to local conditions. Furthermore, a farmer who does not have the seeds they desire may know who, in their community or among other acquaintances, may have them. Acquiring seeds from family members and acquaintances may reduce the cost of obtaining them. In some cases, seeds exchanged among family members are lent or given away [25]. Among friends and acquaintances, seeds may be lent or sold at a price lower than the

market price. Furthermore, exchanges among family members and acquaintances reinforce trust [53]. When a seed is acquired, a farmer trusts the information provided to maintain and conserve the variety. Upon acquiring new seeds with family members or others of the same location, the seeds tend to remain in the region, and they are already adapted to local conditions [27,54]. In the study municipalities, networks among friends, family members, and acquaintances were a source for acquiring seeds. As previously mentioned, within these networks, the *blanco* maize is mainly exchanged, and to a lesser extent the other varieties recorded in Table 2. In the case of bean seeds, the most frequently exchanged varieties are the *amarillo*, *bayo*, and *negro* beans (Table 4).

#### 4.3. Local Market and Seed Bank in the Exchange Networks

Farmers who have lost seeds to frost or pests attend the Huamantla local market to acquire bean seeds, and to a lesser extent maize and squash seeds. Some rotate maize with beans in their plot after some years with the aim of increasing the yield. Since few farmers still plant beans, it is difficult to obtain the seeds from people of the locality; however, the Huamantla local market presents an option for obtaining bean seeds. As those who sell seeds in the Huamantla market are from Ixtenco, Huamantla, and other nearby areas, the seeds they sell are adapted to the environmental conditions of the region, which improves the chance of a good harvest.

Aside from the local markets, community seed banks are an important source of seed varieties [55,56]. One such source involved in the bean seed exchange network is the seed bank of the municipality of Vicente Guerrero. This seed bank provided *morado* bean seeds to a farmer of Ixtenco, who currently maintains the variety. Farmers from Ixtenco and Vicente Guerrero maintain contact through seed fairs carried out in both municipalities. The Ixtenco seed fair has allowed farmers of this municipality to display and sell grains for consumption, as well as seeds [44,57]. Two nodal farmers actively participate in this fair, which provides them with the opportunity to access and exchange new seed varieties. Previous studies show that seed fairs play an important role in the flow of seeds, and may contribute to conservation of native varieties [58,59]. Leyte et al. [60] found that in the Philippines and Vietnam livestock exchanges networks, the government agencies were a primary source of high quality seeds, with Philippines dairy case being dominated by actors in active cooperatives, while in the Vietnamese beef networks, farmer to farmer exchanges were more important, indicating that formal and informal seed systems play essential roles in access to forage seeds. By contrast, government agencies are not an important source of seeds for farmers of the municipalities of Ixtenco and Huamantla; rather, they save their own seeds. Nonetheless, the dynamics of the network could change and the seed fairs, local markets, seed banks or government agencies could become more relevant in the seed supply.

Limitations of this study include (a) sample size. Our small sample size ( $n = 100$ ) did not allow us to detect more nodal farmers nor carry out statistical analyzes to detect differences between nodal and non-nodal farmers, (b) limited study area. Carrying out fieldwork in a greater number of municipalities would allow for determination of the distance of movement of the seeds, (c) lack of monitoring exchanges in good and bad cycles. Violon et al. [61] emphasize the need to carry out studies throughout several agricultural cycles to identify changes in farmers' strategies for acquiring seeds. As frosts and droughts affect the study area, it would be important to document how farmers acquire seeds under contrasting climatic conditions, (d) lack of genetic studies. As we did not carry out genetic analyses of native varieties, it is possible that we over or underestimated the number of native maize and bean varieties, (e) multiple factors operate in conservation. It would be convenient to measure additional factors that come into play in conservation of agrobiodiversity, such as the commercial networks that encourage farmers to plant native varieties. Furthermore, the importance of understanding the cultural impact on seed exchange has been pointed out [27]. In Ixtenco, farmers maintain and exchange varieties that are of biocultural importance to the community, such as *negro*, *xocoyul*, and *njo* maize,

and it would be important to have a better understanding of why they select these varieties, and (f) it is necessary to identify in greater detail the role of nodal women in the seed exchange networks [62].

## 5. Conclusions

Social network analysis allows for identification of the structure and processes of interaction within the seed exchange network of maize, beans, and squash among farmers from the municipalities of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. This analysis allowed for the detection of nodal farmers for seeds of these crops—those involved in the greatest number of exchanges of different varieties. It was found that the nodal farmers of the maize and bean seed networks, upon carrying out more exchanges, also exchanged a greater number of varieties. Thus, these farmers promote circulation of a large number of seeds within the network, thereby contributing to the maintenance and conservation of agrobiodiversity. Farmers involved in the maize and bean seed exchange networks of the two study municipalities attend the Huamantla market to obtain seeds, and it is important to further identify the seed varieties sold in this market. Given the large number of exchanges undertaken by the nodal farmers, as well as their capacity to conserve, acquire new varieties and their knowledge regarding maintenance of seed varieties, these farmers are important for the conservation of local agrobiodiversity and key actors in the seed exchange networks.

There is a need for future studies to address the dynamics of seed exchange networks over time. For example, it would be important to determine whether nodal farmers maintain their role over many years or for a limited time and to understand how their presence or absence affects the number of seed exchanges conducted. Furthermore, there is a need to determine the relative importance of other actors of the network, such as markets, government agencies, and seed banks, in seed provisioning over time. The exchange between farmers represents the possibility of recovering lost seeds immediately and therefore of recovering crops. Understanding the functioning of exchange networks offers the opportunity to change the weaknesses of the system and to carry out actions which guarantee exchanges between farmers. Studying seed exchange networks in broader spatial, ecological and cultural contexts is particularly important in countries such as Mexico with high biocultural diversity. The regional and case studies such as this one provides methodological tools and experiences useful for conducting studies at larger scales. Understanding the dynamics of the networks allows for appreciation of the restrictions and the ability to take action in improving the network's efficiency, thereby promoting conservation of agrobiodiversity.

**Author Contributions:** Conceptualization, L.P.L.-G., E.L.C., H.R.P.R. and A.C.; Data curation, L.P.L.-G.; Formal analysis, L.P.L.-G.; Funding acquisition, E.L.C.; Investigation, L.P.L.-G., E.L.C. and A.C.; Methodology, L.P.L.-G., E.L.C., H.R.P.R. and A.C.; Supervision, E.L.C. and A.C.; Writing—original draft, L.P.L.-G.; Writing—review and editing, E.L.C. and A.C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research was made possible thanks to a doctoral fellowship granted by Mexican National Science and Technology Council (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología/CONACyT) to Luz Palestina Llamas Guzmán (doctoral scholarship 288704) and UNAM DGAPA-PAPIIT IN-304519, project titled Amenazas y vulnerabilidades del campo mexicano: Pérdida de la agrobiodiversidad y de semillas, migración juvenil y cambio climático, coordinated by Elena Lazos Chavero.

**Institutional Review Board Statement:** Not applicable.

**Informed Consent Statement:** All subjects gave their informed consent before participating in the study.

**Data Availability Statement:** Data presented in this study are available upon request from the corresponding author.

**Acknowledgments:** The first author gratefully acknowledges the Program in Sustainability Sciences, UNAM (Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México). We thank Humberto Peraza Villarreal and Tania Flores Gutiérrez for technical support and field assistance. We thank Laura Elena Martínez Salvador and one anonymous reviewer for their valuable comments. We thank Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) and UNAM. We dedicate this research to the farmers of Ixtenco and Huamantla.

**Conflicts of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

## Appendix A

Guide to interview of farmers of the communities of Ixtenco and Huamantla

State:

Municipality: Date:

Interviewer name:

Interviewee name:

Gender: M F Age:

### Native seed networks

1. How many plots do you have and what do you grow in each of them?
2. What is the total surface area of your plots?
3. Describe each plot (surface area, location, soil type, climate).
4. Why do you cultivate these plots?
5. Are the plots you cultivate your own or do you rent them?
6. [If rented:] How much do you pay for rent?

### Maize

7. Where do you obtain the seed for each variety of maize you plant (friend, neighbor, family member, market, save own seeds, etc.)?
8. Do you always obtain seed from this source/these sources? Why?
9. How long have you been conserving these seeds?
10. Why do you like cultivate each variety?
11. Why do you prefer to plant these varieties and not others?
12. What do you use each variety for?
13. Would you try planting other varieties? Why?

### Beans and Squash

14. Do you plant squash and beans?
15. Where do you obtain squash and bean seeds?
16. Since when do you have the seeds?
17. What varieties of squash and beans do you have? Name of the squash and beans varieties
18. Do you plant beans and squash the same time as maize?
19. Is the maize, bean, and squash seed you produce for self-consumption, sale, or both?
20. How many months does the maize you harvest for your family last?
21. How many months do the beans and squash last your family?
22. Can you tell us the names of all the people you have ever given maize, bean, and squash seed?
23. Can you name the people that have given you maize, bean, and squash seed?
24. Last season, did anyone give you seeds to plant? Why?

### Preparing the land for planting

25. How do you prepare the land for planting?
26. When does maize planting begin (for each variety)?
27. How long does it take for the cob to fully form (for each variety)?
28. When do you begin to plant beans (each variety)?
29. When do you begin to plant squash (each variety)?

30. How many harvests of maize do you have per year?
31. In the first, how much do you harvest? In the second?
32. How do you control weeds?
33. Do you use fertilizer/herbicide?
34. How much does the herbicide cost?
35. How much does the fertilizer cost?
36. Which family members plant?
37. Do women participate in agriculture? What do they help with? When you are not there, do they help with agriculture?
38. Do women select seeds? Do they exchange seeds?
39. When women marry, do they inherit seed?
40. Within the community, are there people who leave seed as inheritance? Have you received seed as inheritance?
41. What crops do you plant besides maize, beans, and squash?
42. Do you have animals? How many cattle? What do you give them to eat?
43. Do you carry out any income generating activities aside from agriculture?

#### **Seed loss, storage, and pests**

44. Have you ever lost your maize, bean, or squash seed? If so, how (frost, poor harvest, etc.)? What variety?
45. How do you recover lost seed? Who do you ask for seed? Do you purchase it? Does someone lend it to you? Who?
46. Do you return borrowed seed? The same seed and the same quantity? Or do you return the favor by giving another variety of seed that they lent to you?
47. Do you or have you had problems with any maize, bean, or squash pest? Which pests? How do you control them?

#### **Seed sale**

48. Do you sell seed?
49. If so, to whom? What price?
50. Do you know the destination of this seed?

#### **Organization and seed laws**

51. Do you belong to any farmers' organization?
52. Do you know of the Law to foment and protect maize as original heritage, in constant food diversification for the State of Tlaxcala?
53. Do you know of the Law of Production, Certification, and Commerce of Seeds or the Law of Plant Varieties?

#### **Festivities related to seeds**

54. What do maize, beans, and squash mean to you?
55. Do you participate in any festivity of maize, beans, and squash?
56. In this municipality, the people carry out maize, beans, and squash fairs? When?

#### **Hybrid seed**

57. Do you plant any hybrid seeds? Why?
58. Which hybrid seeds do you purchase?
59. Where do you purchase them?
60. What amount of hybrid seed do you purchase? By kilo, bag, or sack?
61. Are the seeds certified?
62. How much do you pay for hybrid seed?
63. Do you receive any subsidy for seed purchase? If so, how much?
64. What characteristics do these seeds have? What do you consider their advantages to be?
65. Do you use fertilizer to cultivate these seeds?

66. Do you sell the crops cultivated with these seeds? Do you conserve some seed for the following planting?
67. If you sell seed, to whom? At what price?
68. Do you know the destination of these seeds?
69. Do you replant these seeds for harvest?
70. In what cases do you replant these seeds for harvest?

---

**Questionnaire on seed networks**

---

Date: State: Municipality:

Farmer name:

Gender: Male Female Age:

Notes:

How many plots do you have?

For each plot:

Surface area:

Type (irrigated/seasonal):

Elevation (high, medium, low):

What quantity of seed do you need to plant the plot?

---

**MAIZE**

---

How many varieties of maize do you have? Which varieties?

**For each variety**

How long have you had it?

Who gave it to you (family member, friend, neighbor, acquaintance? Other:

What do you like about this variety?

Have you ever lost it? YES/NO How? Frost Drought Hail Pests Other:

How did you recover it and when? By purchase or gift? If gift, who gave it to you? Was it lent to you? If borrowed, from whom?

Which of these varieties is the most important to you and why?

**During the past 5 years**

Have you exchanged/sold/gifted/lent any of your maize varieties during the past 5 years? YES/NO

Which ones?

With whom have you exchanged/sold/gifted/lent it/them? Friend ( ) Neighbor ( ) Family member ( ) Other:

What amount of seed did you exchange/sell/gift/lend?

Since when have you exchanged/sold/gifted/lent this seed?

---

**BEAN**

---

How many bean varieties do you have? Which varieties?

**For each variety:**

How long have you had it?

Who gave it to you (family member, friend, neighbor, acquaintance? Other:

What do you like about this variety?

Have you ever lost it? YES/NO How? Frost Drought Hail Pest Other:

How did you recover it and when? By purchase or gift? If gift, who gave it to you? Was it lent to you? If borrowed, from whom?

Which of these varieties is the most important to you and why?

**During the past 5 years**

Have you exchanged/sold/gifted/lent any of your maize varieties during the past 5 years? YES/NO

Which ones?

With whom did you exchange/sold/gifted/lent it/them? Friend ( ) Neighbor ( ) Family member ( ) Other:

What amount of seed did you exchange/sell/gift/lend?

Since when have you exchanged/sold/gifted/lent this seed?

---

---

### SQUASH

---

How many varieties of squash do you have? Which varieties?

**For each variety:**

How long have you had it?

Who gave it to you (family member, friend, neighbor, acquaintance? Other:

What do you like about this variety?

Have you ever lost it? YES/NO How? Frost Drought Hail Pest Other:

How did you recover it and when? By purchase or gift? If gift, who gave it to you? Was it lent to you? If borrowed, from whom?

Which of these varieties is the most important to you and why?

**During the past 5 years**

Have you exchanged/sold/gifted/lent any of your squash varieties during the past 5 years? YES/NO

Which ones?

With whom did you exchange/sold/gifted/lent it/them? Friend ( ) Neighbor ( ) Family member ( ) Other:

What amount of seed did you exchange/sell/gift/lend?

Since when have you exchanged/sold/gifted/lent this seed?

---

### SEED SELECTION

---

What characteristics do you focus on upon selecting maize seed?

What characteristics do you focus on upon selecting bean seed?

What characteristics do you focus on upon selecting squash seed?

Would you try planting another variety of maize? YES/NO Why?

Would you try planting another variety of beans? YES/NO Why?

Would you try planting another variety of squash? YES/NO Why?

---

### OTHER CROPS

---

Do you plant anything aside from maize, beans, and squash? YES/NO What?

---

### GRAIN

---

Do you plant anything aside from maize, beans, and squash? YES/NO What?

Sale of grain

Is the grain you produce for:

Family -consumption ( ) Sale ( ) Both ( )?

Do you know the destination of your grain? YES/NO

Do you always sell in the same place/to the same person? YES/NO

How much do you sell?

What is the destination of your grain?

How much do you sell your grain for?

---

### PARTICIPATION OF WOMEN IN SEED SELECTION/SEED FAIRS

---

Do women participate in agricultural activities? YES/NO

In what activities do they participate?

Do women select seed? YES/NO

The women, where does seed selection begin? At home/In plot Other:

Do they exchange seed? YES/NO

Do you living only from agriculture? YES/NO

Do you participate in the seed fair of Ixtenco? YES/NO

Why do you participate?

Why don't you participate?

Farmer from other municipality:

Do you know or have you heard of the seed fair in Ixtenco? YES/NO

---

---

**HYBRID SEEDS**

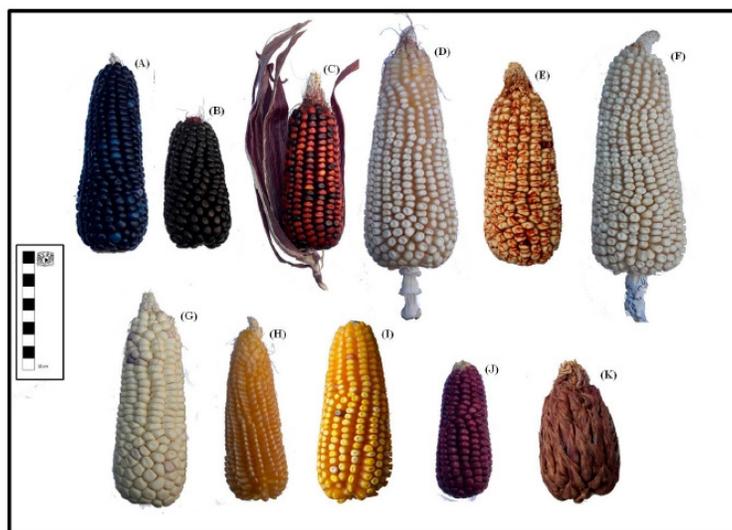

---

Have you planted any hybrid maize seed? YES/NO  
 Which varieties? of which brand?  
 Where do you purchase or obtain it?  
 How much do you purchase?  
 Do you replant, sell, or exchange this seed?  
 Why do you like hybrid seed? Or Why do you not like hybrid seed?  
 Have you ever planted hybrid varieties? YES/NO  
 Why or why not?  
 Would you be interested in trying hybrid seed? YES/NO Why?  
 If you already plant some hybrid maize, would you be interested in trying other hybrid maize varieties? YES/NO Why?  
 Do you receive any subsidy for seed purchase? YES/NO  
 How much?  
 Do you receive any subsidy to purchase fertilizer or herbicide? YES/NO How much?  
 Have any government programs given away/exchanged seeds? YES/NO  
 Which programs? When?  
 Have you participated? YES/NO Why or why not?  
 Do you belong to any farmers' organization? YES/NO Which one?  
 What are the advantages of belonging to this organization?

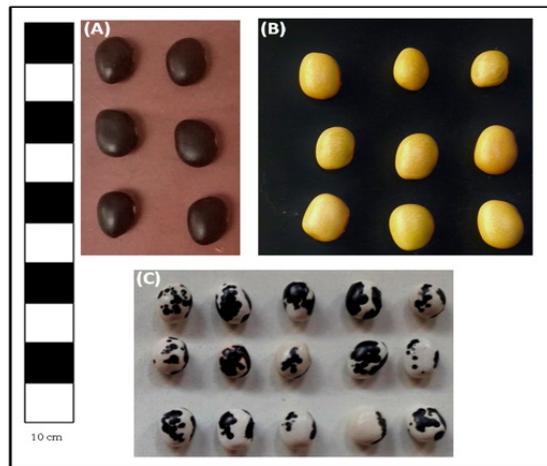
---

**Appendix B**

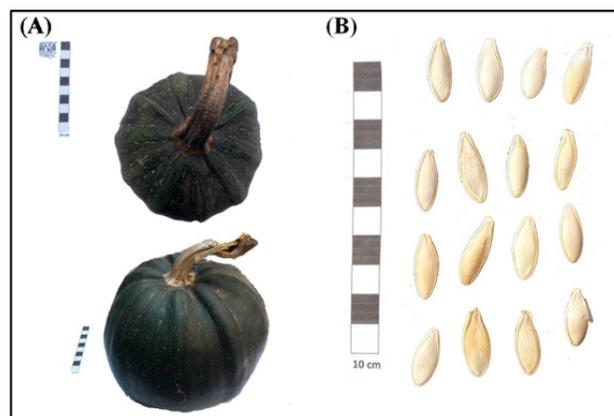
*Varieties of Maize, Beans, and Squash of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico*



**Figure A1.** Different varieties of maize of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. Azul (A), negro (B), rojo (C), blanco (D), sangre de cristo (E), crema (F), cacahuacintle (G), arrocillo-palomero (H), amarillo (I), xocoyul (J) and ajo/tunicado (K).



**Figure A2.** Bean varieties of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. Negro (A), mantequilla (B) and vaquita (C).



**Figure A3.** Squash variety of Ixtenco and Huamantla, Tlaxcala, Mexico. Squash fruit (A) and squash seeds (B).

## References

- Bellon, M.R. The dynamics of crop infraspecific diversity: A conceptual framework at the farmer level 1. *Econ. Bot.* **1996**, *50*, 26–39. [[CrossRef](#)]
- Boege, E. *El Patrimonio Biocultural de Pueblos Indígenas de México. Hacia la Conservación In Situ de la Biodiversidad y Agrodiversidad en los Territorios Indígenas*, 1st ed.; Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas: Mexico City, Mexico, 2008; p. 344.
- Moreno-Calles, A.I.; Toledo, V.M.; Casas, A. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Bot. Sci.* **2013**, *91*, 375–398. [[CrossRef](#)]
- Almekinders, C.J.; Struik, P.C. The need to study and manage variation in agroecosystems. *Neth. J. Agric. Sci.* **1995**, *43*, 127–142.
- Brookfield, H.; Stocking, M. Agrodiversity: Definition, description and design. *Glob. Environ. Change* **1999**, *5*, 77–80. [[CrossRef](#)]
- Hodgkin, T.; Rana, R.; Tuxill, J.; Balma, D.; Subedi, A.; Mar, I.; Karamura, D.; Valdivia, R.; Collado, L.; Latournerie, L.; et al. Seed Systems and Crop Genetic Diversity in Agroecosystems. In *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*; Jarvis, D.I., Padoch, C., Cooper, H.D., Eds.; Bioersity Internacional: New York, NY, USA, 2007; Volume 492, pp. 77–116.
- Love, B. Agrobiodiversity: Its Value, Measurement, and Conservation in the Context of Sustainable Agriculture. *J. Sustain. Agric.* **2007**, *31*, 4–10. [[CrossRef](#)]
- Zizumbo-Villarreal, D.; Colunga-GarcíaMarín, P. Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genet. Resour. Crop Evol.* **2010**, *57*, 813–825. [[CrossRef](#)]

9. Kato, T.A.; Mapes, C.; Mera, L.M.; Serratos, J.A.; Bye, R.A. *Origen y Diversificación Del Maíz: Una Revisión Analítica*, 1st ed.; CONABIO: Mexico City, Mexico, 2009; pp. 1–116.
10. Fernández Suárez, R.; Morales Chávez, L.; Gálvez Marisca, A. Importance of mexican maize landraces in the national diet. An essential review. *Rev. Fitotec. Mex.* **2013**, *36*, 275–283.
11. Gliessman, S.R. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*; Lewis Publishers: New York, NY, USA, 2000; pp. 3–24.
12. Gliessman, S. Saving Seeds and Saving Culture. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* **2015**, *39*, 599–600. [CrossRef]
13. Thrupp, L.A. Linking agricultural biodiversity and food security: The valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *Int. Aff.* **2000**, *76*, 265–281. Available online: <http://www.jstor.org/stable/2626366> (accessed on 29 January 2022). [CrossRef]
14. Louette, D.; Charrier, A.; Berthaud, J. In situ conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ. Bot.* **1997**, *51*, 20–38. [CrossRef]
15. Badstue, L.B.; Bellon, M.R.; Berthaud, J.; Juárez, X.; Rosas, I.M.; Solano, A.M.; Ramirez, A. Examining the Role of Collective Action in an Informal Seed System: A Case Study from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Hum. Ecol.* **2006**, *34*, 249–273. [CrossRef]
16. Pautasso, M.; Aistara, G.; Barnaud, A.; Delêtre, M.; Demeulenaere, E.; De Santis, P.; Mckey, D.; Padoch, C.; Soler, C.; Thomas, M.; et al. Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **2013**, *33*, 151–175. [CrossRef]
17. Requena, S.F. El concepto de red social. *Rev. Española Investig. Sociológicas* **1989**, *48*, 137–152.
18. Barabási, A.L. *Graph Theory*. In *Network Science*, 1st ed.; Cambridge University Press: Glasgow, UK, 2016; pp. 43–69.
19. Calvet-Mir, L.; Salpeteur, M. Humans, plants, and networks: A critical review. *Environ. Soc.* **2016**, *7*, 107–128. [CrossRef]
20. Subedi, A.; Chaudhary, P.; Baniya, B.; Rana, R.; Tiwari, R.K.; Rijal, D.; Sthapit, B.; Jarvis, D. Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agrobiodiversity management. *Cult. Agric.* **2003**, *25*, 41–50. [CrossRef]
21. Abay, F.; de Boef, W.; Bjørnstad, Å. Network analysis of barley seed flows in Tigray, Ethiopia: Supporting the design of strategies that contribute to on-farm management of plant genetic resources. *Plant Genet. Resour.* **2011**, *9*, 495–505. [CrossRef]
22. Poudel, D.; Sthapit, B.; Shrestha, P. An Analysis of Social Seed Network and Its Contribution to On-Farm Conservation of Crop Genetic Diversity in Nepal. *Int. J. Biodivers.* **2015**, *2015*, e312621. [CrossRef]
23. Rodier, C.; Struik, P.C. Nodal Farmers' Motivations for Exchanging Sorghum Seeds in Northwestern Ethiopia. *Sustainability* **2018**, *10*, 3708. [CrossRef]
24. Calvet-Mir, L.; Calvet-Mir, M.; Molina, J.L.; Reyes-García, V. Seed Exchange as an Agrobiodiversity Conservation Mechanism. A Case Study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. *Ecol. Soc.* **2012**, *17*, 29. [CrossRef]
25. Devkota, R.; Khadka, K.; Gartaula, H.; Shrestha, A.; Upadhyay, D.; Chaudhary, P.; Patel, K. Farmers' seed networks and agrobiodiversity conservation for sustainable food security: A case from the mid-hills of Nepal. *Biodivers. Watch* **2014**, *4*, 109–133.
26. Subedi, A.; Singh, D.; Shrestha, P.; Subedi, S.R.; Sthapit, B.R. Stability of farmers' networks and nodal farmers in terai and hill villages of Nepal: Implications for agrobiodiversity management on-farm. In *On-Farm Conservation of Agricultural Biodiversity in Nepal: Volume II. Managing Diversity and Promoting Its Benefits, Proceedings of the Second National Workshop, Nagarkot, Nepal, 25–27 August 2004*; Sthapit, B.R., Upadhyay, M.P., Shrestha, P.K., Jarvis, D.I., Eds.; International Plant Genetic Resources Institute: Rome, Italy, 2005; Volume 2, pp. 36–40.
27. Song, Y.; Fang, Q.; Jarvis, D.; Bai, K.; Liu, D.; Feng, J.; Long, C. Network analysis of seed flow, a traditional method for conserving Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) landraces in Liangshan, Southwest China. *Sustainability* **2019**, *11*, 4263. [CrossRef]
28. Poudel, D.; Shrestha, P.; Basnet, A.; Shrestha, P.; Sthapit, B.; Subedi, A. Stability of farmers' networks and nodal farmers in rice seed flow system: Does it matter for on-farm conservation? In *On-Farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal: Lessons learned, Proceedings of National Symposium, Kathmandu, Nepal, 18–19 July 2006*; Sthapit, B., Gauchan, D., Eds.; LI-BIRD: Pokhara, Nepal; Bioversity International: Rome, Italy; Nepal Agriculture Research Council: Kathmandu, Nepal, 2006; pp. 99–108.
29. Baniya, B.; Subedi, A.; Rana, R.; Tiwari, R.K.; Chaudhary, P.; Shrestha, S.; Tiwari, P.; Yadav, R.; Gauchan, D.; Sthapit, B. What are the processes used to maintain genetic diversity on-farm. In *Agrobiodiversity Conservation On-farm: Nepal's Contribution to a Scientific Basis for National Policy Recommendations*; Gauchan, D., Sthapit, B.R., Jarvis, D., Eds.; IPGRI: Rome, Italy, 2003; pp. 20–23.
30. Sustainable Development Goals. Available online: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/> (accessed on 17 March 2022).
31. FAO. *The Future of Food and Agriculture: Alternative Pathways to 2050*; FAO: Rome, Italy, 2018; p. 8. Available online: <https://www.fao.org/publications/fofa/en/> (accessed on 29 January 2022).
32. FAO; IFAD. *Decenio de las Naciones Unidas Para la Agricultura Familiar 2019–2028. Plan de Acción Mundial*; FAO: Rome, Italy, 2019; p. 8.
33. FAO. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. La Innovación en la Agricultura Familiar*; FAO: Rome, Italy, 2014; p. 11.
34. Lipper, L.; Anderson, C.L.; Dalton, T.J. *Seed Trade in Rural Markets Implications for Crop Diversity and Agricultural Development*, 1st ed.; The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan: Gateshead, UK; London, UK, 2010; pp. 1–232.
35. CONABIO (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Razas de Maíz de México. Available online: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico> (accessed on 5 March 2021).
36. Espinosa-Pérez, E.N.; Ramírez-Vallejo, P.; Crosby-Galván, M.M.; Estrada-Gómez, J.A.; Chávez-Servía, B.L.J.L. Classification of common dry bean landraces from the south-center of México by seed morphology. *Rev. Fitotec. Mex.* **2015**, *29*, 29–38.
37. Lira, R.; Rodríguez-Jiménez, C.; Alvarado, J.L.; Rodríguez, I.; Castrejón, J.; Domínguez-Marian, A. Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mex.* **1998**, *42*, 43–77. [CrossRef]

38. Eguiarte, L.E.; Hernández-Rosales, H.S.; Barrera-Redondo, J.; Castellanos-Morales, G.; Paredes-Torres, L.M.; Sánchez-de la Vega, G.; Lira, R. Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: El caso de las calabazas. *TIP Rev. Espec. Cienc. Químico-Biológicas* **2018**, *21*, 85–101. [CrossRef]
39. Lazos Chavero, E. Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: El caso de Tlaxcala. *Sociológica* **2014**, *29*, 201–240.
40. Lazos, C.E.; Chauvet, M. *Análisis del Contexto Social y Biocultural de las Colectas de Maíces Nativos en México*; Proyecto Global de Maíces, Informe de Gestión, CONABIO: Mexico City, Mexico, 2011.
41. INEGI Banco de Indicadores Ixtenco, Tlaxcala. Available online: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=29016> (accessed on 5 March 2021).
42. Sánchez-Morales, P.; Ocampo-Fletes, I.; Parra-Inzunza, F.; Sánchez-Escudero, J.; María-Ramírez, A.; Argumedo-Macías, A. Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología* **2014**, *9*, 111–122.
43. RAN (Registro Agrario Nacional). Available online: <https://www.gob.mx/ran> (accessed on 22 March 2021).
44. Llanos Hernández, L.; de León, E.E.S. Food sovereignty and environmental risk in the social construction of rural territory in San Juan Ixtenco, Tlaxcala. *Textual* **2018**, *72*, 161. [CrossRef]
45. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Avance de Siembras y Cosechas Resumen por Estado: Tlaxcala. Available online: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (accessed on 8 May 2021).
46. Goodman, L.A. Snowball sampling. *Ann. Math. Stat.* **1961**, *32*, 148–170. [CrossRef]
47. Biernacki, P.; Waldorf, D. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociol. Methods Res.* **1981**, *10*, 141–163. [CrossRef]
48. Hernández-Rojas, C.; (Coordinador de la Fiesta del Maíz, Productores de Ixtenco, Ixtenco, Tlaxcala, Mexico). Personal Communication, 2019.
49. Baez, G.R.A.; (Comisariado Ejidal del Municipio de Huamantla, Productores de Huamantla, Huamantla, Tlaxcala, Mexico). Personal Communication, 2019.
50. Shannon, P.; Markiel, A.; Ozier, O.; Baliga, N.S.; Wang, J.T.; Ramage, D.; Amin, N.; Schwikowski, B.; Ideker, T. Cytoscape: A Software Environment for Integrated Models of Biomolecular Interaction Networks. *Genome Res.* **2003**, *13*, 2498–2504. [CrossRef]
51. Kohl, M.; Wiese, S.; Warscheid, B. Cytoscape: Software for visualization and analysis of biological networks. In *Data Mining in Proteomics from Standards to Applications, Methods in Molecular Biology*; Hamacher, M., Eisenacher, M., Stephan, C., Eds.; Humana Press: Totowa, NJ, USA, 2011; Volume 696, pp. 291–303. [CrossRef]
52. Bellon, M.R. Conceptualizing interventions to support on-farm genetic resource conservation. *World Dev.* **2004**, *32*, 159–172. [CrossRef]
53. Badstue, L.B. *Identifying the Factors that Influence Small-Scale Farmers' Transaction Costs in Relation to Seed Acquisition. An Ethnographic Case Study of Maize Growing Smallholders in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico*, FAO/ESA: Rome, Italy, 2004; pp. 1–43.
54. van Niekerk, J.; Wynberg, R. Traditional seed and exchange systems cement social relations and provide a safety net: A case study from KwaZulu-Natal, South Africa. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* **2017**, *41*, 1099–1123. [CrossRef]
55. Vernooy, R.; Sthapit, B.; Galluzzi, G.; Shrestha, P. The Multiple Functions and Services of Community Seedbanks. *Resources* **2014**, *3*, 636–656. [CrossRef]
56. Vernooy, R.; Shrestha, P.; Sthapit, B. *Community Seed Banks: Origins, Evolution and Prospects*, 1st ed.; Routledge: New York, NY, USA, 2015; pp. 1–270.
57. Mendoza-Mendoza, C.G.; Castillo, M.D.C.M.; González, F.C.; Ramírez, F.J.S.; Alvarado, A.D.; Pecina-Martínez, J.A. Agronomic Performance and Grain Yield of Mexican Purple Corn Populations from Ixtenco. *Maydica* **2019**, *64*, 9.
58. Shagarodsky, T.; Arias, L.; Castiñeiras, L.; García, M.; Giraudy, C. Ferias de agrobiodiversidad y semillas como apoyo a la conservación de la biodiversidad en Cuba y México. In *Cómo Conservan los Agricultores Sus Semillas en el Trópico Húmedo de Cuba, México y Perú*; Hermann, M., Amaya, K., Latournerie, L., Castiñeiras, L., Eds.; Bioersivity International: Roma, Italy, 2009; pp. 101–122.
59. Cababé, J.; Bonicatto, M.M.; Abbona, E. Semillas y saberes de los agricultores familiares. ¿Cuál es el rol de las ferias de intercambio en su reproducción y conservación? *Rev. Fac. Agron.* **2015**, *114*, 122–128.
60. Leyte, J.D.; Delaquis, E.; Van Dung, P.; Douxchamps, S. Linking Up: The Role of Institutions and Farmers in Forage Seed Exchange Networks of Southeast Asia. *Hum. Ecol.* **2021**, *50*, 61–78. [CrossRef]
61. Violon, C.; Thomas, M.; Garine, E. Good year, bad year: Changing strategies, changing networks? A two-year study on seed acquisition in northern Cameroon. *Ecol. Soc.* **2016**, *21*, 34. [CrossRef]
62. Otieno, G.; Zebrowski, W.M.; Recha, J.; Reynolds, T.W. Gender and Social Seed Networks for Climate Change Adaptation: Evidence from Bean, Finger Millet, and Sorghum Seed Systems in East Africa. *Sustainability* **2021**, *13*, 2074. [CrossRef]

## Capítulo 2

### Estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas locales y agricultores custodios<sup>2</sup>

Luz Llamas Guzmán y Elena Lazos Chavero

Este capítulo desarrolla el objetivo 2 de la tesis, el cual analiza los criterios de selección, manejo y conservación de las semillas nativas por parte de los agricultores de las diferentes comunidades estudiadas. Este capítulo fue publicado en el libro *Marejadas Rurales y Luchas por la Vida, Vol. 1. Construcción Sociocultural y Económica del Campo*. Coordinadores: Nicola Maria Keilbach Baer, Peter R.W. Gerritsen y Blanca Olivia Acuña Rodarte (2019), segunda sección capítulo 2, páginas 165-183.

Enlace de capítulo:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104541/Marejadas%20Rurales%20y%20Luchas%20por%20la%20Vida%20Vol%201-%20Construccion%20sociocultural.pdf?sequence=1#page=190>

#### Resumen

La agrobiodiversidad es el conjunto de especies, recursos genéticos, hábitats, es resultado de las interacciones entre las diversas formas de producción llevadas a cabo día a día por las generaciones de familias agricultoras. Sin embargo, a pesar de que conservar las semillas en manos de los propios agricultores signifique fincar las bases de una soberanía alimentaria, la FAO calcula que a partir de 1900 se ha perdido el 75% de la diversidad genética. Ello significa perder la posibilidad de hacer frente a las nuevas condiciones climáticas y a las adversas dinámicas socioeconómicas actuales. No obstante, a pesar de estas pérdidas, los campesinos a lo largo del territorio emprenden diversas estrategias para el manejo y la conservación de su agrobiodiversidad.

---

<sup>2</sup> Capítulo publicado en el libro *Marejadas rurales y luchas por la vida. Construcción sociocultural y económica del campo*. Vol. 1. Coordinadores Nicola Maria Keilbach Baer, Peter R.W. Gerritsen y Blanca Olivia Acuña Rodarte. Primera Edición, 2019. ISBN del Vol.1: 978-607-9293-32-1, Asociación Mexicana de Estudios Rurales, A.C. México.

En este trabajo, se analizan las estrategias que los agricultores de los estados de Tlaxcala y Jalisco llevan a cabo para conservar las diferentes variedades dentro de sus comunidades. A través de entrevistas semiestructuradas, se indagó como los agricultores llevan a cabo diferentes formas para conservar sus variedades locales, entre las cuales se encuentran las ferias de semillas nativas, los bancos de semillas locales y el reconocimiento de los agricultores cuidadores de variedades de importancia local. Las estrategias analizadas en este escrito se complementan entre sí y estas pueden variar dependiendo de las condiciones locales y de las necesidades específicas que cada agricultor requiere.

**Palabras clave:** semillas, selección semillas, agrobiodiversidad.

## **Introducción**

La agrobiodiversidad comprende las diferentes especies, variedades, los recursos genéticos, es el producto de una serie de interacciones entre los humanos y las plantas, es parte de un proceso de domesticación que inició desde hace más de 10 000 años (Hernández-Xolocotzi, 1988; Harlan, 1992; Brookfield & Padoch 1994), donde los agricultores han ido seleccionando características específicas de las plantas dando como resultado una diversidad de tamaños, formas, sabores, colores y cambios en los niveles de defensa de las plantas (Baker, 1972; Heiser, 1988). Esta agrobiodiversidad ha sido generada principalmente por las poblaciones indígenas y campesinas, quienes han resguardado, multiplicado, intercambiado y adaptado las semillas a diferentes condiciones ambientales propias de cada sitio (Brush, 1995; Wood & Lenne, 1997; Thrupp, 2000; Boege, 2008). Los agricultores moldean esta agrobiodiversidad ya que dentro de sus cultivos experimentan y ponen en práctica una serie de conocimiento locales y diversas prácticas agrícolas (Brookfield & Padoch 1994). Hay conocimiento del ciclo de vida de las plantas, del uso culinario, medicinal o cultural que tienen las diferentes variedades sembradas, conocimiento del ambiente óptimo para el desarrollo del cultivo o conocimiento de las interacciones (positivas o negativas) que una especie puede llegar a tener con otras plantas dentro de la parcela (Mapes *et al.*, 1994). La agrobiodiversidad se encuentra ligada a los agricultores quienes han modificado los paisajes, forma parte de la cultura de los pueblos y por lo tanto es parte de los procesos socioeconómicos (Santilli, 2012). La agrobiodiversidad abarca diferentes niveles que van desde la diversidad genética, esto es, la variación intraespecífica e interespecífica, el manejo

que los agricultores le dan al paisaje, al suelo, al agua y las plagas que hay dentro de los cultivos (Brookfield & Stocking, 1999). De acuerdo con la FAO (2005) la agrobiodiversidad comprende las diferentes variedades cultivadas, los parientes silvestres de estas plantas, los recursos del bosque, la micro-biota del suelo, los polinizadores, así como también los ecosistemas acuáticos. De esta manera la agrobiodiversidad se convierte en un elemento clave y esencial para la producción de los alimentos a nivel mundial y para enfrentar las nuevas condiciones climáticas que se prevén (Santilli, 2012; Thrupp, 2000, FAO, 2010).

Los agricultores llevan a cabo diferentes estrategias para conservar, mejorar y preservar las diferentes variedades de semillas, las cuales en su conjunto forman parte de la agrobiodiversidad presente en la comunidad. Entre las estrategias de conservación se encuentran las siguientes: mejoramiento participativo de semillas nativas (para mejorar ciertas características de las plantas), ferias de semillas nativas regionales y locales, bancos de semillas, intercambio de semillas por medio de redes de abastecimiento entre productores, agricultores custodios, áreas forestales manejadas, acuerdos de oposición a la siembra o implementación de semillas transgénicas y conformación de grupos de agricultores enfocados a la defensa de las semillas nativas, entre otras más. En este escrito abordaremos a las ferias de semillas, bancos de semillas locales y a los agricultores custodios, tomando como ejemplo a los agricultores de Tlaxcala y de Jalisco. Es necesario señalar que la mayoría de las estrategias de conservación, antes mencionadas, son complementarias entre sí y pueden cambiar dependiendo del contexto local y de las necesidades de los agricultores.

### **Metodología**

En este estudio se analizan a las ferias de semillas, los bancos de semillas y a los agricultores custodios a través de entrevistas semiestructuradas a agricultores provenientes de los estados de Tlaxcala y Jalisco. Se entrevistaron a los agricultores de la comunidad de San Juan Ixtenco, Tlaxcala y a la coordinadora de producción del grupo RASA (Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco) del estado de Jalisco. El trabajo se realizó entre los años 2017 y 2018.

En particular, se toma como ejemplo a San Juan Ixtenco en el estado de Tlaxcala, debido a que en esta comunidad predomina la presencia de variedades nativas de maíz, frijol y calabaza, por lo que podemos encontrar diferentes estrategias llevadas a cabo por los

agricultores para la conservación de estas semillas nativas. Desde hace ocho años, llevan a cabo la “Fiesta del Maíz” donde los productores exhiben, venden e intercambian las variedades de la comunidad.

### **Antecedentes agrícolas**

En el 2017, el estado de Tlaxcala ocupó el lugar quince en producción nacional de maíz grano con 393,465 T (SIAP, 2018). Entre los problemas asociados a la producción destacan las sequías y las heladas. A lo largo del estado se pueden encontrar grupos que tienen como objetivo la conservación y preservación de las variedades nativas, como el Grupo Vicente Guerrero y el grupo Malindtzi: Unión de Productores de Ixtenco.

Por otro lado, el siguiente sitio de estudio, Jalisco, se sitúa en los primeros lugares en demanda de semillas híbridas de maíz y ocupa el segundo lugar en producción de maíz, por lo que se puede encontrar una alta presencia de empresas semilleras transnacionales y nacionales que venden insumos y semillas híbridas. La producción en el estado es principalmente de maíz blanco (bajo temporal y riego) ocupando en el 2017 el segundo lugar a nivel nacional en producción maíz grano con 4,024,863 toneladas (Castañeda *et al.*, 2014; SIAP, 2018). A pesar de la alta presencia de variedades híbridas, aún se pueden encontrar localidades donde los agricultores conservan y mantienen las diferentes variedades nativas que hay en la región, como en comunidad de Ixtlahuacán de los Membrillos. El grupo RASA (Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco) es una organización civil de agricultores e investigadores que trabajan en diferentes comunidades de Jalisco que tiene como objetivo la construcción de experiencias en busca de un desarrollo rural sustentable para los pobladores más vulnerables que comenzó a operar desde el año 1999 y actualmente son 20 grupos locales y 100 familias campesinas con las que trabaja por todo el estado (<https://redrasa.wordpress.com>).

### **Ferias de semillas**

Las ferias de semillas locales “son espacios en los cuales los agricultores muestran la biodiversidad local y tecnológica” (Pérez *et al.*, 2011), pueden ser una estrategia de conservación de las diferentes variedades locales, ya que a través de esta práctica se pueden incorporar o restablecer semillas que se han perdido o disminuido al interior de una

comunidad. Es una oportunidad para que los agricultores puedan exhibir sus semillas e intercambiar saberes entorno a la conservación (Shagarodsky *et al.*, 2009; Cababié *et al.*, 2015).

A pesar de la importancia de estas ferias, algunas se han enfocado principalmente a la venta de alimentos y a las artesanías, perdiendo el propósito inicial de mantener y preservar la diversidad local. De tal manera, surgen las siguientes preguntas: ¿dichas ferias son una estrategia de conservación de la agrobiodiversidad dentro de las comunidades? ¿los agricultores a través de las ferias se motivan para participar y continuar manteniendo las variedades de semillas?

En la comunidad de San Juan Ixtenco en Tlaxcala, desde hace ocho años y a finales del mes de marzo, se lleva a cabo una feria de semillas, conocida como Fiesta del Maíz cuyo objetivo es preservar, difundir y defender los maíces nativos. Esta festividad surge a partir de la idea del actual coordinador de la Fiesta del maíz el antropólogo Cornelio Hernández Rojas. Esta propuesta se convirtió posteriormente en una iniciativa comunitaria donde participan alrededor de 25 agricultores de Ixtenco, los cuales se encargan de la organización del evento y pertenecen al grupo conocido como Malindtzi (palabra que anteriormente se utilizaba para escribir el nombre del volcán Malinche, el cual está ubicado en la comunidad de Ixtenco). Así mismo, el día de la feria también participan artesanos locales, los cuales elaboran trabajos con las variedades de la región como cuadros de semillas, aretes, collares, entre otras artesanías.

Además de la figura del coordinador principal, el cual desempeña un papel importante en la organización de la feria, entre los agricultores participantes hay acuerdos para la conformación de comisiones y para nombrar a un tesorero (com. pers. Coordinador de la Fiesta del Maíz). Para poder participar, los agricultores tienen que pagar una cuota de recuperación de \$900 pesos y el dinero recaudado es empleado para la difusión, el alquiler de equipo y para los invitados que exponen temas relacionados a la conservación de las semillas:

“Nosotros no tenemos financiamiento de nada. Presidencia municipal nos ayuda con el poster, alguna otra cuestión, pero todo lo demás se hace con las aportaciones. Todos

los que venden dan una aportación. Este año es de 900 pesos por una mesa [...] Solamente los que van a exponer, que no van a vender, solamente nos pagan lo de la renta de la mesa [...] Hay que pagar, la atención que damos a los ponentes, los grupos y todo eso, sí. Que gastos de difusión porque bueno, pues hay que meterle difusión y todo con eso. Eso son las aportaciones de la gente, hay se va su dinero, que ni siquiera yo los reúno, cada año se va asignado una persona que maneja el recurso” (Coordinador de la Fiesta del Maíz 18/07/2017)

Esta feria ha permitido que algunos agricultores se sientan motivados y se interesen por adquirir y sembrar nuevas variedades. También ha impulsado que variedades de importancia local, como el maíz ajo o tunicado, se continúe sembrando y conservando. En el caso de esta variedad, el agricultor custodio dio a conocer las mazorcas en el primer concurso de maíces que se llevó a cabo y marcó el inicio de la Fiesta del Maíz. A partir de este evento, otros agricultores se interesaron en las semillas del maíz ajo y comenzaron a sembrarlas:

“Pero de allí surgió la idea, de Cornelio, de hacer la Fiesta del Maíz [...] había gente que llevaba mazorquitas, por ejemplo, en el caso del maíz ajo o tunicado, de estas mazorquitas, entonces pues algunos les llamaba la atención, pues como si fuera una competencia, no. Si yo llevo una mazorquita extraña y sale otra, pero yo llevo también otra clase de maíz, entonces esa vez hicieron un concurso que la verdad pues el premio fue una pala, sí, nos dieron una pala” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. y miembro del grupo Malindtzi, 20/12/2017).

“Nos dieron herramienta y que para nosotros fue motivarse, a ver, sino para la próxima, pues yo llevo más maíz, entonces hay gente que después se dedicó a empezar a recolectar maíces de colores y así fue como fue surgiendo. Cornelio a mí me invito y me digo, yo te invito ven, vamos a hacer una fiesta y conservando. Porque hablaba mucho de los maíces mejorados, los transgénicos, entonces, hay que conservar nuestros maíces. Y sí, la verdad si, este, pues de esta forma los vamos conservando, a lo mejor nosotros somos un pequeño grupo de personas, pero pues ya

dilatamos conservando los maicitos” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. y miembro del grupo Malindtzi, 20/12/2017)

Dentro de la Fiesta del Maíz prevalecen las variedades nativas de maíz, aunque también se pueden encontrar semillas de calabaza, frijol y ayocote, cultivos que los agricultores de este sitio siembran, pero en una cantidad reducida en comparación con las variedades de maíz (Tabla 1).

**Tabla 1. Variedades de maíz, frijol y calabaza que circulan dentro de la Fiesta del Maíz en Ixtenco, Tlaxcala.**

<b>Variedades de maíz, frijol y calabaza</b>	<b>Principales usos que se les brinda a las variedades dentro de la localidad de Ixtenco, Tlaxcala</b>
<b>Variedades de maíz</b>	
Cacahuacintle	Los principales usos de las variedades de maíz son en la elaboración de alimentos como tortillas y atole.
Azul	
Blanco	En particular, el llamado “atole agrio”, empleado en diversas celebraciones de la comunidad se elabora con la variedad negro o morado, particularmente con el xocoyul.
Amarillo	
Crema	
Ajo o tunicado	
Xocoyul	En el caso del maíz ajo o tunicado se le confieren propiedades curativas y es utilizado como adorno al igual que la variedad Sangre de Cristo.
Negro o morado	
Pepitilla	Los principales usos de las variedades de frijol y ayocote son en la elaboración de alimentos y de artesanías
Cafecillo	
Sangre de Cristo	
Coral Oscuro	
<b>Variedades de frijoles y ayocote</b>	
Frijol crema	Elaboración de alimentos y artesanías
Frijol negro	
Frijol pinto	
Ayocote	
<b>Variedad de calabaza</b>	
Calabaza criolla	

Fuente: Elaboración propia.

Entre las variedades que tienen mayor venta, en la feria de semillas, se encuentra el maíz amarillo, el maíz azul y el maíz xocoyul. A través de entrevistas, con los productores que participan en dicho evento, se pudo conocer que hay personas que llegan de otras regiones o incluso de otros estados para adquirir semillas:

“Esta zona de hecho viene mucha gente de fuera a comprar semilla, vienen de tan solo, con mi cuñado, han venido desde Toluca a comprar maíz” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. y miembro del grupo Malindtzi, 20/12/2017)

“Vienen de Hidalgo, vienen de Morelos [...] Se llevan el amarillo, se llevan el azul o el xocoyul [...] Sí, son los que más se llevan, porque a lo mejor no tienen por allá. No lo acostumbran o quién sabe” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. 20/12/2017).

A lo largo del desarrollo de la Fiesta del Maíz también se presentan diferentes pláticas, documentales y actividades culturales enfocadas a la conservación de las semillas (Figura 1).



Figura. 1. Vista de la Fiesta del Maíz (a, b) y artesanías elaboradas por los agricultores (c). Fuente: Elaboración propia.

En el estado de Jalisco también se llevan a cabo ferias de semillas anuales, las cuales reúnen a productores vinculados al grupo RASA. En estos eventos asisten agricultores de 30 municipios diferenciados de la zona Centro, Sur, Sierra de Amula y la Ciénega. También se cuenta con la presencia de estudiantes, académicos y agricultores provenientes de diferentes estados del país. Es una feria que se lleva a cabo desde el año 2003. Estos encuentros se enfocan “no sólo en el cuidado, conservación, e intercambio de semillas, sino además en la búsqueda e implementación de acciones en torno a distintas problemáticas: la contaminación industrial, el rescate de espacios naturales, alternativas productivas, de comercio justo” (Bernardo & Mota, 2017, p.8).

Al preguntarle a la coordinadora de producción del grupo RASA, sobre la finalidad de la feria de semillas, comentó lo siguiente:

“Sí, en lo del maíz estamos trabajando en diferentes cosas para diferentes objetivos, lo principal es como defender entre todos, conservar y cuidar las semillas, hacemos

eventos a nivel local, con la gente para que aprendan como mejorar sus semillas, como mantener las líneas puras, la parte específica de cómo cuidar la semillas, para eso hacemos cursos de capacitación, cruza alternas, a nivel red los encuentros del maíz. Se hace un encuentro anual, vienen todos los productos de los 30 municipios y otros a nivel nacional a dar el resultado de lo que sucedió en el ciclo de temporal. Es muy satisfactorio sacar sus semillas porque es el resultado del trabajo de su año, de las semillas que se han estado cuidando son también de hortalizas, frijoles” (Coordinadora de producción del grupo RASA en Jalisco, 16/01/2017).

En estas ferias se exhiben diferentes variedades, además, se reconoce el trabajo que hacen los agricultores de la región a favor de la conservación y el mantenimiento de las diferentes semillas (Bernardo & Mota, 2017) (Tabla 2). Conservar las semillas involucra un compromiso por parte del agricultor, un trabajo que requiere muchos años.

“Son temas más de convicción de la misma gente, es un cambio de mentalidad, de que asumas que tienes el compromiso de cuidar a la semilla, contigo y con la comunidad. Los que han trabajado esto muchos años ya saben que tienen que hacer el trabajo de conservación porque les gusta, porque lo quieren hacer, no por imposición, les nace hacerlo y nosotros solo estamos aprovechando la oportunidad para que lo sigan haciendo, fomentando este deseo de hacerlo, motivarlos para que los maíces que estén sacando tengan un acceso al mercado”. Coordinadora de producción del grupos RASA en Jalisco, 16/01/2017.

**Tabla 2. Variedades de maíz que circulan dentro de las ferias en Jalisco.** Información obtenida de CONABIO, 2018 y Bernardo & Mota, 2017.

Variedades de maíz	Principales usos que se les brinda a las variedades
Tabloncillo	Los principales usos de las variedades de maíz son en la elaboración de alimentos. En el caso de la variedad tabloncillo se prepara la bebida conocida como “piznate” y con la variedad reventador la bebida conocida como “tejuino”
Celaya	
Elotero de Sinaloa	
Bofo	
Tabloncillo Perla	
Jala	
Reventador	

Fuente: Elaboración propia.

### **Bancos de semillas locales**

Los bancos de semillas locales representan una estrategia de conservación de semillas dentro una comunidad o entre comunidades aledañas. Este tipo de estrategias de conservación iniciaron aproximadamente desde hace 30 años como iniciativas comunitarias con la finalidad de conservar variedades locales (Vernooy *et al.*, 2016). A través de los años, a esta estrategia de conservación se han incorporado nuevas funciones, dentro de las cuales están las siguientes (Vernooy *et al.*, 2016; Shrestha *et al.*, 2013):

- Garantizar la disponibilidad de semillas para los agricultores.
- Fomentar el intercambio de semillas dentro de la comunidad y entre comunidades aledañas.
- Fomentar ferias de semillas locales o estatales.
- Garantizar la recuperación de semillas que por alguna causa se pierden.
- Fortalecer las redes de abastecimiento de semillas.

Sthapit (2013) menciona que los bancos comunitarios pueden ser un soporte más para el manejo comunitario de la biodiversidad agrícola, podrían garantizar los derechos de los agricultores al reconocer su conocimiento y conservación sobre la biodiversidad local. Estos pueden ser manejados por los miembros de la comunidad. En estos bancos se asegura que las semillas sean tratadas adecuadamente contra diferentes plagas, se monitorea la distribución de las semillas para conocer quién siembra qué y se hacen planes para distribuir las variedades locales necesarias para la siguiente siembra (Ramprasad, 2007).

En la comunidad de Ixtenco, el coordinador de la Fiesta del Maíz, por iniciativa propia, ha ido colectando diferentes variedades de semillas, priorizando las semillas que se han perdido en la localidad, dando inicio de esta manera, a lo que podría llegar a ser un banco de semillas (Figura 2). Esta iniciativa comenzó hace dos años y otros tres productores más, de la comunidad, se han interesado e incluso han aportado semillas a esta colección. Comunicación personal con el coordinador de la Fiesta del Maíz.



Figura 2. Sitio donde los agricultores de Ixtenco resguardan semillas. Vista del exterior (a) y vista del interior (b). Fuente: Elaboración propia.

Algunas de las semillas que se conservan dentro de esta colección son: maíz palomero tlaxcalteca, maíz tunicado, maíz cristal, chicle de monte, semillas de encino, lentejas, alverjón, ayocotes, frijoles silvestres, quinua, amaranto, variedades de otras regiones y variedades que tienen características que por alguna razón (como el color de la semilla) llaman la atención de los agricultores. Algunas de las razones por las cuales estas especies se han visto afectadas y han disminuido, es por el uso de herbicidas, los cuales son empleados por algunos agricultores. Otra de las causas se debe a la cantidad de tiempo y esfuerzo que se requiere para el mantenimiento de ciertos cultivos, por lo cual, los agricultores optan por no sembrarlos.

Por medio de observación participante y visita al sitio donde está situada dicha colección de semillas, se puede mencionar que los agricultores de Ixtenco están en los inicios de formar dicho banco, debido a que aún faltarían una serie de aspectos para que pueda llegar a ser considerado un banco de semillas comunitario como tal. Dentro de los aspectos que sería importante considerar para el adecuado funcionamiento de este banco son los siguientes: a) tener un registro del número de especies y variedades con las que se cuenta, b) etiquetado de las semillas, c) envasado de dichas semillas, d) acuerdos para hacer el préstamo y la manera en que se tiene que regresar dichas semillas, e) mantener condiciones adecuadas de humedad y temperatura dentro del banco y f) tener estrategias para el control de plagas.

A la par de esta iniciativa, otra forma práctica y sencilla que realizan los agricultores, para mantener sus variedades, es conservar las semillas dentro de botellas de plástico o de vidrio (Figura 3). En estas botellas se guarda una parte de las semillas que se cosecharon. Es una técnica que a los agricultores les resulta sencilla y fácil de llevar a cabo. Son iniciativas que surgen de los mismos productores y por talleres que se llevan a cabo dentro de la comunidad:

“Son algunos de los maíces que nos dicen que los conservemos. Por ejemplo, este lo podemos sembrar para de aquí a un año. Nada más que los estamos aguardando en botellitas, porque algunos, como este, son muy extraños [...] Se me metió la idea de las botellitas estas de plástico” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. y miembro del grupo Malindtzi, 20/12/2017).



Figura 3. Conservación de semillas en botellas de vidrio y plástico. Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, en el caso de Jalisco, algunas comunidades han iniciado los llamados “fondos de semillas” con la finalidad de conservar y recuperar las diferentes variedades, como ejemplo tenemos la localidad de Ixtlahuacán de los Membrillos, donde hay un fondo dentro del cual se conservan aproximadamente 40 tipos de semillas. A partir de estos fondos, más productores se han interesado por participar y mantener variedades locales de semillas:

“Empezamos nada más con un fondo que está en Ixtlahuacán de los Membrillos, que está ahí, están conservando cerca de 40 tipos de semillas nativas. A partir de los

intercambios de maíz que hemos hecho cada año, más campesinos se han interesado en diferentes tipos de semillas. Nosotros le sugerimos cual se podrá llevar para que prospere, entonces eso ha ayudado mucho al intercambio de semillas porque hemos perdido semillas de algunos fondos que luego se recuperan de los campesinos que se las llevaron, y así nos ha pasado con unas 15 variedades que vino una sequía o una plaga” (Coordinadora de producción del grupo RASA en Jalisco, 16/01/2017).

De esta manera, tanto las ferias como los bancos de semillas pueden ser el punto de partida para llevar a cabo otras estrategias complementarias para la conservación de las variedades dentro de la comunidad (Gámez *et al.*, 2014) y una de estas estrategias puede ser la asignación de agricultores custodios encargados de conservar semillas dentro de la comunidad (Aragón, 2011).

### **Agricultores custodios**

Los custodios de semillas son agricultores que tienen la experiencia, capacidad y los conocimientos para resguardar y conservar a lo largo de los años las diferentes variedades (Gámez *et al.*, 2014; Chacón & García 2016). Las actividades que lleva a cabo un agricultor custodio requieren de tiempo, en el sentido de que es necesario conservar las semillas, reproducirlas y mantenerlas para que no sean dañadas por las plagas. Es dar un seguimiento a la preservación de la variedad, un compromiso que se adquiere con la comunidad, lo cual desemboca en una responsabilidad para la persona que conserva la o las variedades, aunado a que también se requieren recursos, incluso económicos, para continuar con el trabajo de custodio. Chacón y García (2016), mencionan que las actividades y las características de un custodio son:

- Agricultores que tienen una relación ancestral con las semillas.
- Agricultor que cultiva y mantiene una gran diversidad de semillas.
- Conservan semillas de manera permanente.
- Conocen las características de la semilla, como su procedencia, usos y su importancia.
- Llevan a cabo una selección de la semilla.
- Guardan la semilla y conocen la forma adecuada de conservarla.
- Comparten las semillas y el conocimiento relacionado a las semillas que resguarda.

- Tiene el reconocimiento de la comunidad de ser el agricultor que guarda y conserva la semilla.

A través de los agricultores custodios se pueden rescatar variedades que se han ido perdiendo. Un ejemplo de esto lo encontramos en el trabajo realizado por Gámez *et al* (2014) en el Estado de México, en donde a partir de cuatro custodios se inició el rescate del maíz Palomero Toluqueño. En este proyecto, los agricultores custodios se comprometieron a lo siguiente: a) sembrar una hectárea de Palomero Toluqueño, b) entregar cierta cantidad del maíz para bancos de semillas y c) resguardo de semillas. De esta manera y de forma complementaria, también se llevaron a cabo técnicas de mejoramiento participativo con los agricultores. En este estudio se plantea la siguiente discusión ¿cómo se puede compensar a los agricultores custodios de semillas? ¿simplemente se puede compensar de una forma económica, cuando estos custodios están llevando a cabo un beneficio de conservación hacia la comunidad?

En Ixtenco, el señor José Vicente Hernández es considerado el custodio de la variedad maíz “ajo”. Este agricultor conserva esta variedad desde hace 55 años aproximadamente. Estas semillas fueron heredadas de su padre y actualmente sigue conservando, seleccionando, intercambiando y manteniendo esta variedad. Es un compromiso que el agricultor adquirió por la importancia que este maíz tiene para él y para su familia (Figura 4).

“Sembrábamos qué se yo, unos cuarenta surcos, poquito, y así se vino conservando el maíz. Bueno mi papá, por bastante tiempo. Ya después de que murió mi papá, pues yo tomé las riendas como se dice. Podía trabajar mi papá un poco. Pero yo este, ya tomé la, ahora sí, el trabajo del campo [...] Sí, como herencia sí. Y claro, que yo con la estimación del maíz, como le dije y un recordatorio a mi papá que lo sembraba, entonces yo lo seguí sembrando hasta la fecha. Pues qué, conmigo ha de estar ya el maíz ese, como unos ¿qué se yo? como unos 55 años, más o menos [...] Aquí en la población solamente el que sembraba. Y ya lo venía conservando tanto tiempo, porque no es un año ni dos años, lo venía yo sembrando, conservando” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. 19/01/2018).



Figura 4. Variedades de maíz ajo o tunicado. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la comunidad, este custodio tiene el reconocimiento, por parte de otros agricultores, de ser la única persona que tenía la variedad. Un aspecto sobresaliente es que la feria de semillas facilitó que el agricultor guardián de la variedad pudiese compartir la semilla a otros productores, los cuales actualmente la siguen reproduciendo.

“Vicente Hernández. De hecho, él es el único que tenía, sí, si el ajo. Por eso le digo, cuando empezó lo de Cornelio a este hacer como un concurso para ver quien tenía más semillas [...] ese señor sacó lo que fue el maíz ajo y nos facilitó unas semillas, o sea nos regaló unos granitos y hay poco a poco los hemos ido probando, conservando también. Si, ya no más, lo conserva él [...] para nosotros decimos que él es el que lo conservó, o sea no decimos nosotros, porque han venido personas, se lo llevan y al rato ya nos salió un maíz ajo en otro lado que ya lo conservaron ellos. Pero aquí nosotros sabemos que esa persona fue [...] Bueno, yo mi caso digo, Vicente es el que conservó el maíz” (Agricultor de Ixtenco, Tlax. y miembro del grupo Malindtzi, 20/12/2017).

Este tipo de variedades tienen un valor cultural dentro de la comunidad. Son variedades que se les atribuyen incluso propiedades curativas, medicinales, de protección o de buen augurio, por lo cual, son semillas que aún se siguen conservando. “Esas semillas para nosotros son muy importantes y la gente no las siembra simplemente porque lo que buscan es un rendimiento [...] sí nos interesa la conservación, pero le tengo que dedicar tiempo, le tengo

que dedicar recursos, no me da la vida para tanto”. Coordinadora de producción del grupo RASA en Jalisco, 16/01/2017.

En Jalisco también se reconoce a los agricultores que a lo largo de los años han conservado y rescatado diferentes variedades (Bernardo & Mota, 2017). Estos agricultores llegan a conservar hasta 122 diferentes tipos de variedades, semillas que no solamente son para autoconsumo de las familias a lo largo del año, sino también semillas que por algún motivo podrían llegar a perderse. En algunos casos, estos agricultores custodios han logrado rescatar variedades que se creían perdidas y que ya no circulaban en la comunidad.

“Por ejemplo, sí hemos tenido experiencias con campesinos cuidadores de semillas nativas, ellos están cuidando ahora un germoplasma de 122 tipos de semillas nativas de diversos colores [...] Y uno de los elementos que estamos innovando con ellos es precisamente que siembre semillas, normalmente un campesino siembra dos o tres semillas para su consumo porque siembran la semilla que se comen y que usan ya sea para los animales o para algún uso local que se dé. Pero esos casos que les estoy platicando cuidadores de semillas siembran al meno 10 tipos, pero siembran las tres que se van a comer en partes grandes y las otras en pequeños surcos para no más conservar la semilla, para conservarla simplemente. Algunos de ellos han rescatado semillas nativas de la comunidad, de gente que ya murió que tenía 90-100 años y recuperó estas semillas de los productores locales” (Coordinadora de producción del grupo RASA en Jalisco, 16/01/2017).

### **Discusión y conclusiones**

Las estrategias analizadas en este escrito, ferias, custodios y bancos de semillas son estrategias que se complementan entre sí, las cuales finalmente tienen el propósito de conservar las diferentes variedades de semillas. Estas estrategias de conservación pueden variar dependiendo de las condiciones locales y por las necesidades específicas que el agricultor necesita.

En el caso de las ferias de semillas, pueden ser una estrategia de conservación si mantienen sus objetivos iniciales, esto es, ser eventos para preservar, conservar y difundir las variedades

nativas de la comunidad. Pueden ser una oportunidad para que las personas asistentes puedan entablar un diálogo directo con los agricultores y para reconocer el trabajo de conservación que los custodios llevan a cabo. Como se mencionó con anterioridad, en algunos casos, estas ferias han motivado a los agricultores a continuar y seguir conservando las semillas, e incluso en algunos casos hasta llegar a incrementar el número de variedades. Aunque, cabe destacar que desafortunadamente hay algunas ferias que se han inclinado netamente hacia la comercialización de alimentos y de artesanías donde los agricultores del lugar no participan y mucho menos se involucran en la organización, perdiéndose de esta forma los objetivos iniciales de las ferias de semillas.

En particular, en la comunidad de Ixtenco, la iniciativa del banco de semillas podría llegar a ser una práctica complementaria a la feria de semillas, donde los esfuerzos podrían enfocarse al rescate de variedades que están disminuyendo dentro de la comunidad, como el caso de la lenteja y de algunos frijoles silvestres. En un futuro, se podrían formar redes con otros bancos de la región para ampliar la red de conservación de las semillas. Estos bancos incluso podrían ser el inicio de nuevas estrategias de conservación, por ejemplo, la creación de talleres para los agricultores o dar paso a la creación de catálogos de las variedades locales con las que cuenta la localidad. Estos bancos también podrían ser el punto de partida para entablar nuevas relaciones con las universidades interesadas en el rescate y preservación de variedades y en conjunto, se podrían desarrollar proyectos a futuro.

Los agricultores que son custodios desempeñan un papel importante de conservación dentro de las comunidades, es un compromiso que asumen para continuar conservando las variedades. Sería interesante conocer si los familiares o amigos cercanos a estas personas también se interesan por conservar las semillas, debido a que, si por alguna circunstancia el agricultor custodio sale de la comunidad ¿quién o quiénes podrían continuar el trabajo de conservación? Finalmente, varios agricultores expresaron que la comunidad debería compensar el trabajo de los agricultores custodios, ya que ellos dedican tiempo, dinero y esfuerzo para continuar con el trabajo de conservación.

## **Bibliografía**

**Aragón Cuevas, F.** (2011). *Bancos comunitarios de semillas para conservar in situ la diversidad vegetal* (No. 631.521 B36 2011).

**Baker, H. G.** (1972). Human influences on plant evolution. *Economic Botany*, 26(1), 32-43.

**Bernardo, H. M;** Mota, C. (2017). La defensa y conservación de la diversidad de maíces nativos por agricultores agrupados en la red de alternativas agropecuarias sustentables (pp. 1-31). Jalisco, México. Fundación Semillas de Vida, A.C. Ciudad de México.

**Boege, E.** (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 81- 229 p.

**Brookfield, H., &** Padoch, C. (1994). Appreciating agrodiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 36(5), 6-45.

**Brush, S. B.** (1995). In situ conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop science*, 35(2), 346-354.

**Cababié, J.,** Bonicatto, M. M., & Abbona, E. A. (2015). Semillas y saberes de los agricultores familiares. ¿Cuál es el rol de las ferias de intercambio en su reproducción y conservación?. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114(3), 122-128.

**Casas, A., &** Caballero, J. (1995). Domesticación de plantas y el origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias*, (040).

**Castañeda Zavala, Y.,** González Merino, A., Chauvet Sánchez, M., & Ávila Castañeda, J. F. (2014). Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto. *Sociológica (México)*, 29(83), 241–279. JOUR.

**Chacón, X., &** García, M. (2016). Redes de custodios y guardianes de semillas y casas comunitarias de semillas nativas y criollas-Guía metodológica.

**Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).** (2018). Razas de maíz de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

**FAO. MANUAL, A. T.** (2005). Building on Gender, Agrobiodiversity and Local Knowledge.

- FAO.** (2010). Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Retrieved from <http://www.fao.org/agriculture/seed/sow2/>
- Gámez Vázquez, A. J.,** de la O Olán, M., Santacruz Varela, A., & López Sánchez, H. (2014). Conservación in situ, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1519-1530.
- Harlan, J. R.** (1992). Crops and man (No. Ed. 2). American Society of Agronomy.
- Heiser, C. B.** (1988). Aspects of unconscious selection and the evolution of domesticated plants. *Euphytica*, 37(1), 77-81.
- Hernández, X. E.** (1988). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, 38(8), 673-678.
- Mapes, C.,** Toledo, V. M., Barrera, N., & Caballero, J. (1994). La agricultura en una región indígena: la Cuenca del lago de Pátzcuaro. *Agricultura Indígena, Pasado y Presente. Ediciones de la Casa Chata. Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social. México, DF pp*, 275-341.
- Pérez, J. R. P.,** Sáenz, L. M. S., & Puch, M. K. O. (2011). Feria de Intercambio de Saberes: semillas, animales y herramientas de trabajo. *Revista de Geografía Agrícola*, (46-47), 29-52.
- Ramprasad, V.** (2007). Para mantener la diversidad genética: Bancos comunitarios de semillas. *LEISA Revista de Agroecología*, 18-20.
- Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco (RASA).** (2018). Retrieved septiembre 30, 2018, from <https://redrasa.wordpress.com>
- Santilli, J.** (2012). *Agrobiodiversity and the Law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity*. Routledge.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.** (2018). Retrieved Septiembre 30, 2018, from <https://www.gob.mx/siap>
- Shagarodsky, T.,** Arias, L., Castiñeiras, L., García, M., & Giraudy, C. (2009). Ferias de agrobiodiversidad y semillas como apoyo a la conservación de la biodiversidad en Cuba y México. *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú?*, 101.
- Shrestha, P.,** Vernooy, R., & Chaudhary, P. (2013). Community Seed Banks in Nepal: past, present, future. In *Proceedings of a national workshop, 14–15 June 2012, Pokhara, Nepal*.

**Sthapit, B.** (2013) 'Emerging theory and practice: community seed banks, seed system resilience and food security,' en P. Shrestha, R. Vernooy y P. Chaudhary (eds) *Community Seed Banks in Nepal: Past, Present, Future. Proceedings of a National Workshop, 14–15 June 2012, Pokhara, Nepal*. Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, Pokhara, Nepal, y Bioversity International, Roma, Italia, pp16–40.

**Thrupp, L. A.** (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International affairs*, 76(2), 283-297.

**Vernooy, R.**, Shrestha, P., Sthapit, B., & Ramirez, M. (2016). Bancos comunitarios de semillas: orígenes, evolución y perspectivas.

**Wood, D.**, & Lenne, J. M. (1997). The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. *Biodiversity & Conservation*, 6(1), 109-129.

### Capítulo 3

#### Redes de abastecimiento de semillas como un bien común, caso de estudio Ixtenco, Tlaxcala, México<sup>3</sup>

Luz Palestina Llamas Guzmán

El siguiente capítulo que se presenta abarca el objetivo 2 y el objetivo 3 de la tesis. Este texto fue publicado en el libro *Retos Latinoamericanos en la lucha por los comunes. Historias a compartir*, de la colección Grupos de Trabajo de CLACSO, coordinadora: Elena Lazos Chavero (2020), capítulo 3, páginas 87-107. Este escrito pone a discusión la importancia de considerar a las semillas y a las redes de intercambio de semillas entre los agricultores bajo el enfoque de bienes comunes.

Enlace de capítulo: <https://www.jstor.org/stable/pdf/j.ctv1gm02k3.6.pdf>

#### Resumen

Las semillas nativas pueden ser consideradas desde el enfoque de bienes comunes, ya que forman parte de las tradiciones locales de las comunidades, además los agricultores año con año realizan la selección de las semillas y su manejo y mantenimiento contiene prácticas y cuidados que se han transmitido de generación en generación. El intercambio de semillas comprende las diferentes prácticas que los agricultores llevan a cabo para adquirir semillas y poder renovar, recuperar o introducir nuevas variedades a la comunidad. Por medio de trabajo de campo y entrevistas realizadas a agricultores y artesanos del municipio de San Juan Ixtenco en el estado de Tlaxcala se analizan los procesos de interacción para el funcionamiento de las redes de abastecimiento de semillas nativas bajo el enfoque de bienes comunes.

En las redes de intercambio de semillas formadas por los agricultores de Ixtenco se detectaron agricultores con la capacidad de autoabastecerse de semillas, al mismo tiempo que conservan un alto número de variedades locales de maíz, frijol y calabaza. Además, otros agricultores

---

<sup>3</sup> Capítulo publicado en *Retos Latinoamericanos en la lucha por los comunes: historias a compartir* / Elena Lazos Chavero... [et al.]; coordinación general de Elena Lazos Chavero. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO, 2020.

llevan a cabo experimentos para poder obtener nuevas tonalidades de colores de las semillas. Los agricultores de este municipio tienen conocimiento de las diferentes variedades de semillas que hay en su comunidad, esto es, conocen las fechas de la siembra, el ciclo agrícola de los cultivos, los usos que tiene cada variedad y la manera de conservar la semilla en buen estado y sin plagas. Si alguno de los agricultores llega a perder la semilla, debido a heladas, saben con quién podrían volver a adquirir la semilla. Se pudo apreciar que una fuente para adquirir semilla es a través de la familia y conocidos.

**Palabras clave:** bienes comunes, semillas, redes de intercambio.

### **Redes de abastecimiento de semillas**

Las semillas son la base de la agricultura ya que estas constituyen el punto de partida para la producción de los alimentos. Se calcula que más del 70% de las siembras a nivel mundial se llevan a cabo con semillas que los mismos agricultores seleccionan y guardan en cada ciclo agrícola (Wright *et al.*, 1995). Año con año, los productores seleccionan diferentes atributos como tamaño, color y sabor dando como resultado una gran diversidad de variedades locales<sup>4</sup> adaptadas a diferentes condiciones bióticas propias de diversos entornos ecológicos específicos (Rindos, 1984). Las semillas son bienes comunes, ya que las diversas variedades locales envuelven un conjunto de tradiciones culturales, de manejo, selección y prácticas comunitarias que se transmiten de generación en generación y donde los agricultores tienen el control de sus semillas (Pineda, 2012). La importancia de entender el movimiento de las diferentes variedades, dentro de las comunidades, resulta relevante para poder comprender cómo se construyen las redes de acceso e intercambio de semillas entre los productores (Castiñeiras *et al.*, 2009). El intercambio de semillas puede ser definido como “un conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas utilizadas por los agricultores para la adquisición de semillas y de esta manera renovar, recuperar o introducir nuevas variedades a las comunidades” (Velásquez, 2013, p.111-112). Dentro de estos intercambios se van formando redes de abastecimientos de semillas entre productores de una comunidad. Comprender los

---

<sup>4</sup> Las variedades locales, nativas o tradicionales son aquellas que han sido seleccionadas a lo largo de los años por los productores de las comunidades, adaptándolas, por medios de formas tradicionales, a diferentes condiciones ambientales. Dentro de sus principales características destacan la diversidad genética que presentan (Fernández & Gutierrez, 2012).

procesos del flujo de semillas resulta complejo, debido a que los productores se encuentran dentro de aspectos económicos, políticos y sociales propios del lugar donde viven y donde hay relaciones sociales e institucionales, que son parte de la vida rural (Pautasso *et al.*, 2013). Los sistemas de semillas se caracterizan por la suma de componentes físicos, institucionales y organizativos (Fig.1). Las acciones asociadas a estos sistemas y sus interacciones determinan el abastecimiento de semillas en términos cuantitativos y cualitativos (Scoones & Thompson, 2011). Dentro de la literatura se hace una distinción entre sistemas informales y formales de semillas. Por su parte, los sistemas informales se caracterizan por una producción de las semillas llevada a cabo por los productores de las comunidades, donde se usan variedades locales las cuales son seleccionadas y resguardadas para el siguiente ciclo agrícola. Dentro de estas redes, los productores, conservan, intercambian, compran, venden, regalan o hacen trueque de sus variedades. Estos sistemas son utilizados por los campesinos para obtener diversas variedades (Castiñeiras *et al.*, 2009). A pesar de que se les conoce como sistemas informales de semillas, estos siguen una serie de reglas y normas que pueden ser considerados formales bajo un contexto local (Pautasso *et al.*, 2013). En zonas remotas y heterogéneas, estos sistemas resultan ser totalmente eficientes al momento de abastecer semillas a la comunidad y dentro de estos se llevan a cabo prácticas de cultivo y de manejo de las semillas dependiendo de las condiciones locales (Almekinders *et al.*, 1994). A pesar de que la finalidad y el objetivo de los productores no se centra en la conservación de la diversidad, a través de las diferentes prácticas agrícolas que llevan a cabo y el empleo y manejo de diversas variedades con las que cuentan, juegan un papel importante en el mantenimiento de la agrobiodiversidad (Pautasso *et al.*, 2013). Se ha visto que las comunidades que mantienen sus tradiciones culturales, incluido el uso de su idioma, y las prácticas agrícolas locales, conservan la mayor riqueza de semillas (Boege, 2008; Velásquez, 2013).

Dentro del sistema informal, hay una organización (red) de agricultores, los cuales se convierten en donantes, receptores o autoabastecedores (Hermann *et al.*, 2009). Se ha observado que hay individuos que destacan por el movimiento que hacen de diferentes variedades locales, a los cuales se les nombra agricultores nudo, estos a su vez mantienen la mayor diversidad y abastecen a otros productores convirtiéndose de esta manera en elementos clave dentro de las redes. En particular, se define agricultor nudo a quien se

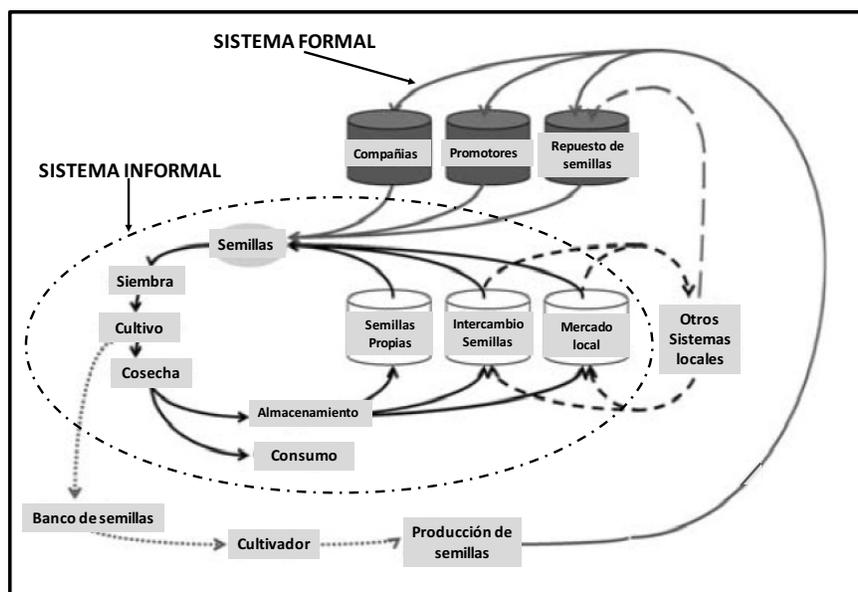
autoabastece y tiene la capacidad de proveer variedades a otros agricultores dentro o fuera de su comunidad. Otro componente de las redes son los llamados agricultores receptores o demandantes, los cuales se caracterizan por conseguir semillas por medio de la compra en el sector formal, préstamo, regalo, trueque, intercambio o a través de algún agricultor (Subedi *et al.*, 2003). Los agricultores aumentadores son aquellos que incrementan la semilla de los agricultores nudo. Suelen tener diversidad de semillas, pero no una disponibilidad grande de ellas y muchas veces son familiares directos de los agricultores nudo. Los agricultores consumidores son aquellos que se interesan por cierta variedad de semilla, pero no conservan semillas (Mendoza, 2005). Los agricultores experimentadores tienen el conocimiento, la experiencia, los recursos y el tiempo para poder adquirir y reproducir semillas y en cierta cantidad de tiempo pueden obtener semillas con características diferentes a las demás, presentes en la comunidad.

Los mecanismos dentro de estos sistemas informales de semillas están dados por alianzas sociales, relaciones familiares y donde la confianza desempeña un papel importante (Badstue, 2007). Trabajos realizados por Bellon *et al* (2003) en los Valles Centrales de Oaxaca encontraron que los intercambios de semillas ocurren con mayor frecuencia a través de personas cercanas (familia) que se conocen, lo cual a su vez reduce el riesgo de adquirir semillas inapropiadas. De igual manera, en la comunidad maya de Yaxcabá, Yucatán, se detectó que a menor distancia social hay mayores intercambios de semillas y dentro de la familia es donde ocurre la mayor parte de estos intercambios (Mendoza, 2005). En algunas regiones de Perú, cuando los hijos se independizan o se casan, los familiares dan como herencia tierras y semillas a los hijos y si ellos las conservan y preservan, posteriormente, se les entrega las semillas más antiguas y preciadas, siendo de esta manera una forma de intercambio tradicional (Velásquez, 2013). Hay ciertas características que a simple vista los agricultores no pueden percibir (p. ej. la calidad de la semilla) y es por tal que, la confianza toma relevancia en el momento de llevar a cabo el intercambio. La información obtenida, si esta proviene de un familiar o de alguna persona cercana a la familia, la mayoría de las veces resulta ser información confiable. En algunas comunidades se ha visto que, los agricultores que carecen de relaciones cercanas (familiares o amigos), se les dificulta adquirir semillas (Badstue, 2007). Dentro de estas redes de productores, hay un intercambio de conocimientos asociados a las variedades locales (Velásquez, 2013), por ejemplo, el agricultor transmite el

conocimiento de cuándo sembrar, la duración del ciclo de vida que tiene cierta variedad, cuándo cosechar, los usos medicinales, culinarios, la manera en que pueden ser almacenadas e incluso las tradiciones asociadas a las semillas.

Por su parte, el sistema formal se caracteriza por tener una organización vertical de producción y distribución de semillas mejoradas o certificadas<sup>5</sup> las cuales son avaladas bajo ciertos controles de calidad establecidos y donde hay una orientación al mercado (Castiñeiras *et al.*, 2009; Almekinders *et al.*, 1994).

En la literatura sobre redes de abastecimiento, hay una separación entre los sistemas formales e informales de semillas, debido a que es una forma práctica para poderlos distinguir, sin embargo, esta separación: a) refuerza conceptos erróneos, b) existe una alta permeabilidad entre estos dos sistemas y c) el uso de la palabra “informal” puede llegar a entenderse que en los sistemas informales hay una ausencia de reglas y normas sociales a través de las cuales se lleva a cabo el intercambio de semillas (Coomes *et al.*, 2015). Debido a este debate, en este documento se hará referencia a redes de semillas donde se incluyen a estos dos sistemas.



**Figura 1.** Sistema formal e informal de semillas. En el sistema informal (óvalo punteado), los agricultores siembran, cultivan, cosechan, almacenan y venden dentro de mercados

<sup>5</sup> Las semillas mejoradas o certificadas hacen referencia a aquellas semillas que son producto de alguna técnica de mejoramiento genético, presentan características definidas y son estables en sus características. Las plantas son uniformes y en general tienen mayor rendimiento que sus progenitores, además de ser resistentes a ciertas enfermedades (Epinosa *et al.*, 2008).

locales las semillas. Este sistema a su vez, está conectado con el sistema formal por medio de la certificación de semillas nativas y por la entrada de semillas mejoradas, al sistema informal, a través de compañías que venden semillas mejoradas. Modificado de Scoones & Thompson (2011).

### **Semillas y redes de abastecimiento como bienes comunes**

Las semillas son parte de los sistemas socio-ecológicos ya que estas representan cultura, tradiciones, la alimentación de los pueblos. Durante su conservación, selección y manejo hay conocimientos tradicionales asociados a estas. Los conocimientos tradicionales son las prácticas comunitarias mantenidas por todas o algunas personas de la comunidad, durante el desarrollo de estas hay información que se transmite a lo largo de los años y donde surgen normas y valores. Dichos conocimientos, en relación a las semillas, son bienes comunes, pues de estos se desprende la conservación de las diferentes variedades presentes en las comunidades (Pineda, 2012). Al seleccionar y conservar las semillas hay un conocimiento del ambiente, del suelo, del ciclo de vida de la planta, de los usos alimenticios o curativos que podría tener. De esta manera, si se pierden las semillas se pierden los conocimientos asociados a estas. Por ejemplo, los huicholes<sup>6</sup> siembran diferentes variedades de maíz (*yuawime* –“azul”: Sur, *tusame* –“blanco”: Norte, *ta+lawime* –“morado”: Poniente, *tawawime* –“amarillo”: Oriente y *tsayule* – “pinto”: Centro) las cuales están asociadas a los cinco rumbos del cosmos y las cuales deben sembrarse juntas. Estas mismas variedades a su vez, son empleadas para la elaboración de diferentes alimentos y son utilizadas dentro de diferentes ceremonias tradicionales (Neurath, 2003). En otras comunidades la planta de maíz tiene diversos usos, por ejemplo, las hojas pueden servir para fabricar artesanías, la caña de la planta puede ser empleada en la construcción y el olote utilizado para la elaboración de combustible o puede ser el alimento de los animales y las mazorcas son utilizadas para elaboración de alimentos (Kato *et al.*, 2009).

Dentro de las comunidades hay diferentes prácticas para proteger los conocimientos tradicionales asociados a las semillas, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Reproducción y mejoramiento de semillas nativas

---

<sup>6</sup> Los *wixaritaris* o huicholes son un grupo indígena de México que habitan la zona del Gran Nayar en la Sierra Madre Occidental en los estados de Jalisco, Nayarit, Durango y Zacatecas (Neurath, 2003).

- Intercambio de semillas
- Oposición a la implementación de semillas transgénicas
- Publicación de la diversidad de semillas

En este trabajo consideraré a las redes de semillas y a su vez a las semillas bajo el enfoque de bienes comunes, donde estos bienes comunes se conforman como espacios, procesos y bienes a los cuales se tiene acceso y uso bajo una institucionalidad forjada a través de una comunalidad (historias y territorios compartidos, tradiciones, trabajo mutuo, reglamentos, normas). Esta comunalidad se hereda o transmite de generación en generación y de la cual surgen múltiples relaciones sociales que cohesionan a los distintos grupos que la comparten (Esteva, 2006; Vercelli & Thomas, 2008). Los bienes comunes tienen un valor cultural y un uso que no está dado únicamente por un valor económico.

### **Conservación de la Agrobiodiversidad por medio de redes de abastecimiento de semillas**

El proceso de domesticación inició aproximadamente 11,000 años, a partir de allí se han ido modificando diferentes características morfológicas y fisiológicas de las plantas (Rindos, 1984). Por mencionar algunos cambios, se han modificado los mecanismos naturales de dispersión y los procesos de germinación (Fuller & Allaby, 2009), incremento en el tamaño de los frutos (Milla *et al.*, 2015), se han producido cambios en el color de frutos y semillas (Powell *et al.*, 1986), cambios en la arquitectura, en el ciclo de vida las plantas (Rindos 1984) y en la defensa de las plantas (Rosenthal & Welter, 1995). Todos estos cambios han sido resultado de la selección que los productores de las diferentes comunidades han llevado a cado año tras año y dicho proceso de domesticación continúa aún en la actualidad, siendo de esta manera, un proceso vivo y activo donde se generan nuevas variedades (Pautasso *et al.*, 2013).

La diversidad agrícola o agrobiodiversidad comprende a las diferentes especies, los recursos genéticos, el manejo que los diferentes agricultores le dan a esta diversidad, la forma de producción y el manejo de los cultivos. Abarca los habitas y especies que no forman parte directa de los cultivos pero que en conjunto mantienen interacciones. De esta manera, conservar a las diferentes especies, presentes dentro de los sistemas agrícolas, favorece el funcionamiento del agroecosistema (Thrupp, 2000). La conservación *in situ* está orientada a

la preservación de las especies dentro de su entorno natural y donde estas han sido domesticadas, este tipo de conservación favorece el mantenimiento de diversas estrategias campesinas y conocimientos tradicionales (Moreno-Calles *et al.*, 2013; Boege, 2008).

México es considerado centro de domesticación y diversificación de una alta cantidad de especies entre estas el maíz, el frijol y la calabaza, los cuales en conjunto constituyen el agroecosistema conocido como milpa (Conabio, 2017). Específicamente, en el caso del maíz, existen alrededor de 64 diferentes razas adaptadas a diferentes condiciones bióticas y abióticas en cada una de las regiones donde se siembra y que son considerados reservorios genéticos (Wellhausen *et al.*, 1951; Conabio, 2017). En algunas regiones del país, junto al maíz, se acostumbra a sembrar variedades de calabaza (*Cucurbita* spp.) y de frijol (*Phaseolus* spp.). Para el caso de la calabaza y el frijol, se ha reportado la existencia de cinco especies domesticadas (*Cucurbita argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. máxima*, *C. moschata* y *C. pepo*) y cuatro especies respectivamente (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* y *P. acutifolius*). Debido a que México es considerado un país con una alta diversidad, es de suma importancia llevar a cabo acciones enfocadas a la conservación *in situ* de las diferentes variedades.

Los cambios en la producción alimentaria han traído consigo el desplazamiento de variedades locales, las cuales han sido sustituidas por semillas comerciales (Bellon *et al.*, 2009). Debido a esta situación, se ha planteado que una de las formas de conservar la agrobiodiversidad y de esta manera las diferentes variedades nativas, es mantener las redes de abastecimiento (Catiñeiras *et al.*, 2009; Badstue *et al.*, 2006; Calvet-Mir & Salpeteur, 2016).

Dentro de las ventajas de conservar las redes de abastecimiento se encuentran las siguientes:

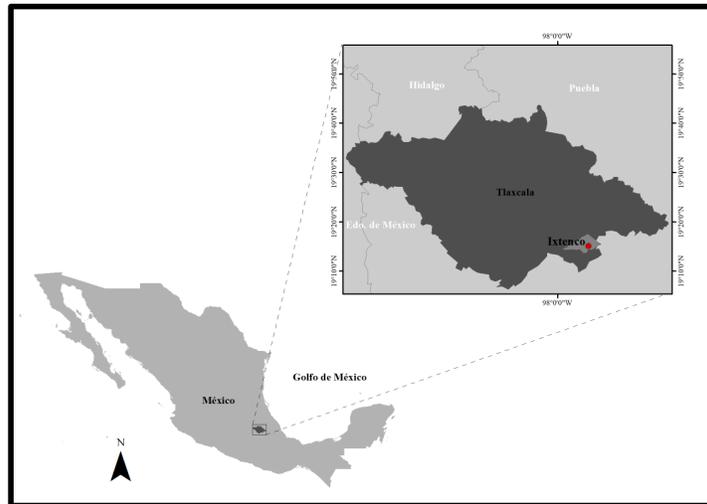
- Son puntos clave para continuar conservando los agroecosistemas.
- Los campesinos tengan a su disposición semilla para iniciar el ciclo agrícola.
- Dentro de estas redes se construyen relaciones sociales que mantienen el flujo de semillas.
- Los agricultores pueden obtener nuevas variedades para experimentar.
- Incorporar variedades locales de forma inmediata.
- Se puede conocer quiénes son los agricultores claves y de esta manera, incorporar variedades perdidas, o que tengan el potencial para desarrollarse de acuerdo a las condiciones locales.

- Transmitir información de las diferentes semillas locales.

### **Redes de abastecimiento de semillas en Ixtenco, Tlax.**

El estado de Tlaxcala representa 0.02% del territorio de México y tiene 60 municipios, donde se reportan las siguientes características: el 99.2% de la superficie presenta clima templado subhúmedo, la temperatura media anual es de 14°C, con una precipitación media anual de 720 mm con lluvias en verano en los meses de junio a septiembre (Fig. 2). La agricultura que se practica, en su mayoría, es de temporal, donde el clima templado subhúmedo de la región favorece el desarrollo de diversos cultivos tales como: maíz, haba, frijol, lechuga, espinaca, amaranto, alfalfa, ajo, cebolla, col, cebada entre otros. La producción bajo riego representa entre el 15 y 20% de la producción total. La superficie cosechada de temporal oscila entre cien mil y 120 mil hectáreas anuales (INEGI, 2017). De acuerdo con el trabajo realizado por Lazos (2014) se reporta la presencia de pequeños, medianos y grandes productores, donde se detectó que uno de los principales problemas en la producción se debe a las sequías y a las heladas. A lo largo del estado hay impulso para el uso de híbridos por diferentes programas como MasAgro (Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional), CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del maíz y el Trigo) e instituciones como el INIFAP que han generado híbridos para la región como: H-48, H-50, H-40 (Lazos, 2014). Sin embargo, también hay presencia de organizaciones que promueven la conservación de los maíces nativos, por ejemplo, el grupo Vicente Guerrero. En el año 2011 fue aprobada la Ley de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario, en Diversificación Constante y Alimentario, para el Estado de Tlaxcala.

En particular, la comunidad de Ixtenco nos brindan la oportunidad de poder estudiar cómo se conforman los sistemas de abastecimiento de semillas entre los productores, debido a que los agricultores siembran, intercambian y conservan diferentes variedades nativas de maíz, frijol y calabaza (Fig. 2 y 3). Con base en el trabajo de campo realizado en 2017 y parte del 2018 en Ixtenco, Tlaxcala y a través de entrevistas realizadas a artesanos y a productores de semillas nativas analizaré los procesos de interacción para el funcionamiento de las redes de abastecimiento de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza bajo el enfoque de bienes comunes.



**Figura 2.** Sitio de estudio, comunidad de Ixtenco, Tlaxcala.

Algunos productores se dedican a la producción de semillas de maíz, las cuales se venden en mercados de la región y existe un interés por vender semillas de maíces criollos, pero los agricultores se enfrentan a problemas de comercialización, apoyo técnico o falta de apoyos por parte del gobierno para poder realizar la producción y posteriormente la venta de sus semillas (Lazos, 2014).



**Figura 3.** Diferentes variedades locales de maíz de la comunidad de Ixtenco, Tlax.

a) amarillo, b) negro, c) cacahuacintle, d) blanco, e) azul, f) xocoyul, g) coral oscuro  
h) cuatero.

Dentro de la comunidad se llevan a cabo diferentes festividades relacionadas con las semillas, una de ellas es la festividad “Bendición de semillas” que se realiza el día 2 de febrero. Es una fecha importante para los productores de esta localidad, donde se tiene la costumbre de llevar una muestra de semillas (de todas o de la mayoría de las variedades que tengan los productores) y estas son bendecidas para obtener una “buena cosecha”. Anteriormente, después de esta misa, se comenzaba la siembra, pero con el cambio en la temporada de lluvias, actualmente los productores siembran en diferentes fechas posteriores a esta celebración (Fig. 4). Otra fecha relevante para las personas es el 24 de junio, día en que se celebra la feria del pueblo y se ofrece el “atole agrio” que lleva este nombre por la manera en que es preparada dicha bebida. Ese día también se exponen las portadas, cuadros y alfombras de semillas llevadas a cabo por los artesanos del lugar y donde se utilizan semillas que los mismos productores siembran para esta finalidad. Estos artesanos experimentan dentro de sus parcelas con nuevas variedades de semillas para obtener nuevos colores, mientras que a otros les interesa “purificar el color” con la finalidad de elaborar las artesanías (Fig. 5).



**Figura 4.** Celebración “Bendición de semillas”.

“Fue en el, como, en el sesenta y cuatro sesenta y cinco mi primer cuadro de semillas, sí. Pero, pues me dicen ¿Cómo me salió el gusto? ¿Cómo me nació la idea? ¿Qué si era, es herencia de mis padres, no? A mí me salió la idea nada por, por ver un color, ver otro color y se me ocurrió ir apartando ¿no se podrá hacerlo? Pues si vieran cómo, cómo me ha de ver quedado mi imagen que encefne cuando dije. Porque ese señor, es

el único que yo conocí desde seis siete años, festejamos nuestro barrio Santiago apóstol cada 25 de Julio, siempre hacía una pequeña alfombrita, y pues como no está lejos pues, donde estaban ahorita, con la conchita, allí es donde siempre el señor hacía eso, entos como pequeños no nos dejaban salir, pues yo luego me escapó en la nochecita. Allí es donde me salió la curiosidad, trabajar en estos cuadros” (Entrevista artesano de Ixtenco, Tlax. Noviembre 2017).



**Figura 5.** Cuadro elaborado de semillas por artesanos de Ixtenco.

### **Conservación de semillas en Ixtenco, Tlax.**

Los productores de este lugar tienen diferentes estrategias para conservar sus semillas. Algunos de ellos las conservan dentro de botellas de plástico o de vidrio con la finalidad de mantener la semilla para la siguiente siembra. Las mazorcas, que se utilizan a lo largo del año, se guardan dentro de coscomates (Fig. 6).



**Figura 6.** Conservación de semillas en coscomates y dentro de botellas de vidrio.

También, cada año se organiza la “Fiesta del maíz”, llevada a cabo a finales de marzo, donde muchos de los productores de este lugar asisten para vender semillas, hay venta de productos artesanales realizados con diferentes variedades y alimentos elaborados de maíz. A lo largo de esta feria también se desarrollan talleres y pláticas orientadas a informar sobre la importancia de conservar las semillas y el maíz principalmente. Desde que se realizan estas ferias las personas de la comunidad se han interesado por participar y conservar las diferentes variedades que tienen dentro de la comunidad (Fig. 7). Platicamos con el coordinador de la “Fiesta del maíz” y nos comentó lo siguiente:

“Hice varios experimentos, bueno, yo hace muchísimos años, 1988 empecé a trabajar en Tlaxcala, en la casa de las artesanías, que querían hacer el museo de la agricultura

y entonces me incorporan en ese equipo, y entonces a partir de allí vengo, no. Todavía tuve la fortuna que me mandaran con el maestro Xolo, que me asesorara todavía, vengo, vengo de por allá. Sí, traigo mucho camino detrás de todo y entonces, de pronto la gente piensa que un día se me ocurrió y me pare allí, hay mucho, mucho trabajo de tras, y entonces, este, me di cuenta que ningún pueblo tenía tanto colorido de maíz y porque bueno, las herramientas y la historia de la agricultura no había que verla alejada de la realidad, sí muchos la ven alejada de la realidad, sí, yo trate de verla de manera conjunta, o sea está, está viva no está, no pertenece al pasado, está viva, entonces me di cuenta. Me acuerdo que hicimos una colecta de maíces quién sabe por qué. Llego el momento en que nosotros mismos nos asesorábamos, y bueno, ahora hacemos esto, pues sale, hacemos esto. Y me di cuenta que ningún pueblo tenía tanta diversidad de maíces como Ixtenco. Entonces a partir de allí vine trabajando y en 2007, bueno, yo creo en 2003 empecé a colaborar, apoyando al grupo Vicente Guerrero, no sé si han escuchado de ellos. Los empecé a apoyar a sus ferias del maíz. Sí, los estuve apoyando y después dije, bueno, yo estoy apoyando en otros lados y resulta que donde más tenemos maíz, pues no estoy haciendo el trabajo. Entonces en 2007 empecé, hice, hicimos un primer concurso para ver quién nos llevaban más colores del maíz y resulta que nos llegaron muchos [...]. Entonces, algún día fui a una feria, ¿le llaman feria, festival gastronómico? Creo le llaman así, que hacen el Hidalgo en Santiago de Anaya, que está más allá de Actopan, o por Actopan por allá. Vi una experiencia que me gusto y creo que puedo replicar esto con, desde luego con algunos cambios, puedo replicar esto para Ixtenco y así empezamos con, sí la, que no, no le quise llamar feria, porque para mí una feria es de todo de un carácter comercial, y sí no, y si bien aquí todo se vende porque nada se regala, eso fue desde un principio que me propuse, que todo se tiene que vender, sí porque a veces queremos que nos regalen muchas cosas, no [...]. Nosotros no tenemos financiamiento de nada. Presidencia municipal nos ayuda con el poster, alguna otra cuestión, pero todo lo demás se hace con las aportaciones. Todos los que venden dan una aportación. Este año es de 900 pesos por una mesa, sí, todos. Solamente los que van a exponer, que no van a vender, solamente nos pagan lo de la renta de la mesa, sí, pero todos los que venden [...]. Así venimos trabajando. Y no quise que se llamara feria, te dijo porque, es como de un

carácter comercial, yo quería más que fuera un ambiente de convivencia y que parece que se logró, sí, porque bueno, la gente que está vendiendo llega toda su familia [...]. No me equivoqué en proponer un nombre que fuera, que se llamara fiesta, que no tiene nada de una cuestión tradicional, sí, que se diga, hay es que ese día que se hacía, ha no nada. Tuve que ver, dije, bueno, cuándo tiene que ser, pues tiene que ser del domingo de ramos, generalmente marzo, abril, es cuando se está iniciando la siembra o está en plena siembra y la gente está comprando semillas, pues hay que venderle semillas, justo en la temporada en que están necesitando semillas. Inician las vacaciones de semana santa y pues entonces así nos atraemos a gente de fuera que venga a consumir, sí” (Entrevista coordinador de la fiesta de semillas Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).



**Figura 7.** Celebración “Fiesta del maíz” en Ixtenco.

### **El intercambio de semillas entre los productores de Ixtenco**

En la comunidad de Ixtenco se puede apreciar que la mayoría de los agricultores han conservado sus propias semillas a lo largo de los años y estas son semillas que han heredado y mantenido dentro de la familia, esto sucede con las semillas de maíz, frijol y calabaza.

“La verdad no. La verdad no, cada quien tiene su semilla. Ejemplo, póngale que a mí no me gusta. Estas tienen mucho maíz mejorado, según y estas, porque tienen dos mazorcas prefieren de esa. Entonces, no, acá es a como usted quiera. Se siembra a

como uno quiere, pero muchos ya conocen la semilla, muchos decían que en Huamantla vendían, pero no, nosotros vamos, los de acá van a Huamantla a vender su semilla. Los de las rancherías a lo mejor ya les gusta. A mí me vino a buscar el de la hacienda, de acá, de Soltepec. Le digo, pues yo crecí con mi papá y mi papá fue campesino, entonces pues todo el tiempo que hemos estado, pues hemos estado sembrando. Hubo 10 años que nos fuimos a México, pues le dijo que somos campesinos, hubo uno que buscarle, me fui 10 años a México para hacer lo de esta pobre casa, pero ya sobre de eso pues vine y ya otra vez sigo lo mismo” (Entrevista a productor de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

“Siempre las hemos tenido, sí, siempre. Antes como se daba mucho del blanco puro así de cuates, pero quien sabe a veces de que sembrábamos revuelto como que se fue mixtiando y ya salió pinto ese, igual así de cuates. Yo que me acuerde, tenía como ocho años siete años cuando todavía mi papá lo sembraba, entonces de allí pues, siempre hemos sembrado, siempre, siempre, siempre sí” (Entrevista a productora de Ixtenco, Tlax. enero 2018).

Si alguno de los productores no tiene alguna variedad, los mismos productores tienen conocimiento de quién o quiénes dentro de la comunidad la tiene o acuden a sus familiares o conocidos para poder obtenerla. Esto sucede particularmente en el caso del frijol, donde hay productores que llegan a conservar hasta siete variedades diferentes locales de frijol.

“Pues de frijol, por ejemplo, casi no siembro, porque le dijo que, pero si sembraba yo amarillo y negro nada más. Porque le dijo que ahorita ya necesita muchos, ya le están metiendo mucho químico. Entonces, pero, también tengo a mi primo que tiene, que siembra, pero ya nada más le duran, por ejemplo, como seis meses, si no lo sacas en seis meses, ya se te agorjoja, se echa a perder, porque, por el, por lo que le echan de las hormonas del fertilizante y a eso es lo que le hace se eche a perder, por ejemplo” (Entrevista a productor de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

“Lo voy a sembrar, frijol voy a sembrar frijol, con mi hermano y como él tiene, pues ahí nos vamos. Le voy a comprar y ya, que me venda con unos 10 kilos nada más, porque esos están chiquitos, pues rinden más, rinde más, igual con dos tres frijoles para sembrar, sí [...] Ahorita él tiene negro, tiene amarillo, tiene bayo, tiene el moradito, ese rayadito, tiene el mantequilla, tiene ayocote, todo eso tiene ahorita, lo que tiene sí y pues sí, si alevanto ahorita algo de frijol y pues me dice, si vas a cambiarlo pues ahí hay frijol, ya nomás me dices, le dijo sí, entonces por eso estamos así, que a lo mejor se va a cambiar la siembra porque pues también la tierra se cansa de que siempre maíz, maíz cada año, cada año entonces no, ahorita hay que echarle así, sí” (Entrevista a productora de Ixtenco, Tlax. enero 2018).

### **Maíz ajo o tunicado de Ixtenco**

Una de las variedades que llama la atención, por su peculiaridad es el maíz ajo o tunicado, considerado por algunos estudios, como uno de los maíces más antiguos (Trueba & Turrent, 2015). En Ixtenco, el resguardo de este maíz es llevada a cabo por descendientes otomíes. Dentro de los usos, que se le confieren a variedad, son usos medicinales y ceremoniales. A través de las entrevistas realizadas se pudo ver que esta variedad la conservaba únicamente un sólo productor de la comunidad, el cual ahora es considerado un custodio y tiene la responsabilidad de cuidarla (Fig. 8). Posteriormente, otros productores consiguieron las semillas y actualmente ellos también continúan preservándolas.

“Se llama, se apellida Hernández, ya no sé cómo se llama ese señor. Sí pasó mucho tiempo tiene como diez años, nomás que nos dijo no, sabes qué pues el maíz ajo que, él como a ha andado mucho también dice que preguntan en cómo es en Chapingo ¿dónde? que andan buscando ese maíz. Ya que le dice un vecino por acá, ha pues yo tengo ¿no será este? ¿apoco tienes? sí dos, tres mazorquitas, sí pues ahí lo tengo, lo siembro cada año, es que mi abuelito me dijo que no pierdas esa semilla, no lo pierdas si, y pues de allí pues ya me regaló dos tres semillas él, del año pasado, pues sí, me costó trabajo, este, adaptarlo, pero ya bendito sea dios ahí están unos colgados del año pasado, pero sí. Si gustan les puedo mostrar las semillas, los maíces” (Entrevista a artesano de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).



**Figura 8.** Variedad de maíz ajo o tunicado.

Cabe destacar que dentro de estas redes de semillas, se encontraron productores que les gusta realizar experimentos para obtener nuevos colores. De acuerdo con trabajos previos, estos agricultores tienen el conocimiento, la experiencia para poder adquirir y reproducir semillas y que en cierto tiempo pueden obtener semillas con características diferentes a las demás, presentes en la comunidad (Hermann *et al.*, 2009; Mendoza, 2005).

“Mientras usted quiera más variedad usted puede sembrar un poquito de este, yo así le hago, desgrano un poquito de este, un poquito de este y un poco de este y ya verá que le sale a lo mejor una de estas [...]. Me gusta mucho experimentar no tengo espacio [...]. No tengo espacio, ese es el problemilla, sí, y le digo, esas mazorcas, le digo, son cremas la que le di” (Entrevista a productor de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

### **Pérdida de las semillas en la comunidad**

La pérdida de semillas se debe principalmente por el almacenamiento y por aspectos ambientales, como las heladas. Al entrevistar a los productores comentaron que hace cinco años heló en la zona y algunos perdieron la cosecha.

“La verdad no. La verdad no porque yo trato de, digo que somos campesinos por ejemplo yo voy, trabajo ajeno, sí, entonces por ejemplo vamos a ayudarlo a alguna persona y si yo, me gusta esta mazorca, por ejemplo, me encuentro una mazorca, si yo me gusta esta mazorca yo me la llevo, la agarró, y me la traigo, sí. Entonces por eso le digo que no, pero yo nunca he perdido. Sí la perdí, sabe cuándo, hace creo como 4, 5 años, heló” (Entrevista a productor de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

A partir de esa experiencia los agricultores recurren a diferentes estrategias para conservar las semillas como la siguiente:

“Pues afortunadamente no he perdido, he tratado de conseguir, de mantener, por ejemplo, en los colores, los maíces, los que se pueden perder los maíces, hace cuatro cinco años cuando nos amoló la helada, heló tarde y temprano, cuando, no recuerdo, creo en marzo a principios de mayo, cayó una helada buena y muchos se pusieron a sembrar, ya los que no sembraron pues unos que otros, pero casi ya no. Los que volvieron a sembrar tampoco lograron porque creo el 12 de septiembre heló y pues no. Afortunadamente yo, pues mi padre de enseñó, no vendas todo tu maíz hasta que no veas que ya se viene la cosecha en tos ya saca, hasta que no veas que venga la cosecha saca y es lo que hacemos nosotros, si. También, pues ahorita ya salieron las cosechas ya, este maíz ya tiene tres cuatro años que, que está aquí, y no le, no lo cuidé, pero solamente así voy tratando de, hasta que no. Sí pues nos han enseñado a conservarlos echándole que hierbas de diferentes olores [...] Para que no le, pero pues otros que le ponen ocote, ocote ocote palitos de ocote para que no se pegue la plaga pues a veces está bien, pero dice uno, no hay tiempo de, de buscar tantas cosas mejor compra uno pastillas y le hecha uno” (Entrevista a artesano de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

### **Significado del maíz, frijol y calabaza para los agricultores de Ixtenco**

Para los agricultores de la comunidad las semillas, y en particular el maíz, está presente dentro de su vida cotidiana, ya que lo siembran, es el sustento de todo el año, lo comercializan

y lo han incorporado dentro de sus festividades. A los agricultores se les preguntó ¿qué significa el maíz, la calabaza y el frijol? y sus respuestas fueron las siguientes:

“Pues para mí, pues yo, mi vida, si porque, porque de allí comemos es nuestra comida. Al menos somos tortilleros, acá somos bien tortilleros y pues el frijol igual, pues en comida. La calabaza te dijo, ponle que no, esté no, no nos dé, de comer ahorita, porque ya está en semillas, pero la vendes y puedes comprar algo, para comer o cuando están pequeñitas pues te vas al campo, las cortas y pues haces tú comida de calabacita o tus flores de calabaza, tus quesadillas. O esto, para botanear, ahorita, por ejemplo, y así. Ahora, el maíz, pues le dijo, ejemplo que no tengo yo, mi papá decía, que no tenga yo para comprar, va al molino mi esposa, ya tenemos, aunque sea un taquito con sal, pero ya tenemos” (Entrevista a productor de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

“Pues para mí el maíz es sagrado, pues sí porque si del maíz creo no vamos a vivir o no se, a veces aunque sea una tortilla con sal pero ya tiene algo su estómago, porque en golosinas pues si un rato, pero al rato ya tiene uno hambre y la tortilla es mejor, para mí la tortilla es mejor, así me enseñaron mis padres y pues decían los difuntos de mi abuelito, cuando vez un maíz dice alebantalo porque ese maíz está llorando dice, nunca deben de dejar el maíz tirado, le dijo sí, y veo que hoy hay mucho maíz donde quiera tirado. Aquí adelante creo se regó al maíz, ahí nomás está tirado ya, los carros pasan y pasan todo ya. Pero sí, hay que juntarlo porque antes había mucha hambre y no había maíz, ahora hay maíz y ahora nomás lo tiramos, sí. Nomás lo tiramos, entonces hay que cuidar, porque el maíz, pues yo dijo que es sagrado, sí es sagrado y tenemos que cuidarlo. Sí, así es” (Entrevista a productora de Ixtenco, Tlax. enero 2018).

“Hay pues, base fundamental de la alimentación de todos nosotros, nuestra raza sí, porque la calabaza también ha sido una semilla que se ha estado cultivando desde hace, no sé cuántos años, antes mis jefes sembraban calabaza, nos tostaban calabaza para dar de comer, la calabaza la calabaza de este tipo de calabaza nomás la echaban en las brasas y ándale vámonos a comer sí, para, las semillas, vamos a comer pepitas.

Para la comida hacían pipián, tostaban la pepita, lo molían y para comer, vente vamos a comer, unas tortillas y échale como dicen taco de pipián con salecita o sal más si le echaban avenas de chile para que picara y a comer, pues eso era parte de la alimentación de todos, las habas nos servían, los arvejones, la lenteja, los frijoles, sí todo, el ayocote también que era, es parte fundamental también del complemento del atole morado, sí, también es parte fundamental del atole morado, pues también se cosechaban, sí. Sembraban el alverjón y le dijo ahorita te dijo desgraciadamente ya no hay muchos que siembren alverjón y ya no hay muchos que siembren el frijol, y yo pues yo dejé por el trabajo, si no, de que sigo todavía me ven sembrando, sembrado cada rato por acá” (Entrevista a artesano de Ixtenco, Tlax. noviembre 2017).

### **Comentarios finales**

Se encontraron productores que están situados dentro de las categorías de agricultores nudo y agricultores experimentadores, debido a que algunos de los productores entrevistados tienen la capacidad de autoabastecerse de semillas y conservan un alto número de variedades locales, mientras que otros llevan a cabo experimentos para obtener nuevos colores.

La red de abastecimiento de semillas, formada por los productores de Ixtenco, puede ser consideradas bajo el enfoque de bienes comunes, debido a que los productores que son parte de la red, tienen conocimiento de las diferentes variedades de semillas que hay dentro de la comunidad, conocen en qué fechas se siembra cada variedad, el tiempo que dura el ciclo de vida de la planta, los usos que tienen las semillas, ya sea en forma de alimento o curativo, y la manera en que se pueden conservar en almacenamiento. Son conocimientos que aprendieron de sus antepasados y ellos continúan preservándolos.

En esta comunidad, las semillas y en particular el maíz, son elementos importantes en la vida cotidiana ya que son el sustento familiar y estas están presentes en las festividades y en las tradiciones que se realizan a lo largo del año.

Si alguno de los productores no tiene alguna variedad, ellos tienen conocimiento de quién o quiénes dentro de la comunidad la tiene. También se pudo apreciar que los productores acuden a sus familiares o conocidos para poder obtener semillas.

La llamada “Fiesta del maíz” la cual se lleva a cabo desde hace ocho años, es una festividad donde los pobladores de la comunidad participan en diferentes actividades y los productores

tienen la oportunidad de exponer las semillas que tienen y esto ha permitido que más productores (incluso de otras regiones) se interesen por conservar y recuperar las variedades nativas.

La pérdida de semillas se debe principalmente a plagas en el almacenamiento y por heladas. En relación al almacenamiento, cabe destacar que los productores tienen diferentes estrategias para conservar sus semillas, ya sea dentro de botellas de plástico o de vidrio con la finalidad de mantener y no perder la semilla para el siguiente ciclo agrícola.

Sería importante explorar los programas y acciones que tiene el gobierno de Tlaxcala, en relación a la conservación de las semillas nativas, debido a que en esta región hay programas como MasAgro, CIMMYT e instituciones como el INIFAP. Además en el año 2011 se aprobó una ley orientada a la protección del maíz como patrimonio originario.

Finalmente, se podría considerar lo que sucede con el intercambio de semillas en comunidades cercanas a Ixtenco. Por ejemplo, Huamantla es una comunidad que se encuentran separada de Ixtenco por solo 9.5 kilómetros de distancia, por lo cual sería interesante explorar si dentro de estas comunidades hay flujo de semillas a pasar de que en Ixtenco se conservan variedades nativas y en Huamantla hay una tendencia por el uso de semillas mejoradas.

## **Bibliografía**

Almekinders, C. J., Louwaars, N. P., & De Bruijn, G. H. (1994). Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica*, 78(3), 207-216.

Badstue, L., Bellon, M., Berthaud, J., Juárez, X., Rosas, I., Solano, A. & Ramírez, A. (2006). Examining the role of collective action in an informal seed system: A case study from the Central Valleys of Oaxaca, México. *Human Ecology* 34, 249-273.

Badstue, L. B. (2007). Adquisición de semillas: el papel que juega la confianza. *LEISA*, 23(2), 14-17.

Bellon, M.R., Barrientos, P.A., Colunga, G. M., Perales, H., Reyes, A., Rosales, S. & Zizumbo, V. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 355-382.

Bellon, M. R., Berthaud, J., Smale, M., Aguirre, J. A., Taba, S., Aragón, F., & Castro, H. (2003). Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(4), 401-416.

Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas México. 81-229 p.

Calvet-Mir, L., & Salpeteur, M. (2016). Humans, Plants, and Networks: A Critical Review.

Castiñeiras, L., Cristóbal, R., Pinedo, R., Collado, L. & Luis Arias. Redes de abastecimiento de semillas y limitaciones que enfrenta el sistema informal. (2009). Bioersity International, Roma, Italia.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2017. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

Coomes, O. T., McGuire, S. J., Garine, E., Caillon, S., McKey, D., Demeulenaere, E., & Emperaire, L. (2015). Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. *Food Policy*, 56, 41-50.

Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., Gómez, N., Sierra, M., Palafox, A., Caballero, F., Valdivia, R. & Rodríguez, F. (2008). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. En: Revista Ciencias 92-93, 118-125 p.

Esteva, G. (2006). Diciembre. Los ámbitos sociales y la democracia radical. En ponencia para la Conferencia Internacional sobre Ciudadanía y Comunes, Ciudad de México, 7-9 de diciembre.

Fernández, J. M. E., & Gutiérrez, J. G. (2012). Estado de los recursos fitogenéticos desde la perspectiva de las redes de semillas. *Agroecología*, 7(2), 47-63.

Fuller, D. Q., & Allaby, R. (2009). Seed dispersal and crop domestication: shattering, germination and seasonality in evolution under cultivation. *Annual Plant Reviews Volume 38: Fruit Development and Seed Dispersal*, 238-295.

Hermann M, Amaya K, Latournerie L, Castiñeiras L, editores. (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. Bioersity International, Roma, Italia.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/>

Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, R.A. Bye. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 14-99 p.

Lazos, C.E. (2014). Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: el caso de Tlaxcala. *Sociológica* **29**, 201-240.

Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, *91*(4): 375-398.

Neurath, J. (2003). Huicholes. *Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 6-11.

Nicholls, C. & Altieri, M. 2012. Estrategias agroecológicas para incrementar la resiliencia. *LEISA revista de agroecología*. 14-17.

Pautasso, M., Aistara, G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O. T., & Eloy, L. (2013). Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for sustainable development*, *33*(1), 151-175.

Perelmuter, T. (2011). Bienes comunes vs. mercancías: las semillas en disputa. Un análisis sobre del rol de la propiedad intelectual en los actuales procesos de cercamientos. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, *11*(22), 53-86.

Pineda, P.E.C. (2012). Conocimientos tradicionales asociados a semillas y derechos colectivos: un debate bioético en Colombia. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C.

Powel, A. A., Oliveirs, M. A., & Matthews, S. (1986). The role of imbibition damage in determining the vigor of white and colored seed lots of dwarf French bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Expt. Bot*, *37*, 716-722.

Rindos, D. (1984). *The origins of agriculture: An evolutionary perspective*. Academic Press, San Diego, CA. 360 p.

Rosenthal, J. P., & Welter, S. C. (1995). Tolerance to herbivory by a stem-boring caterpillar in architecturally distinct maize and wild relatives. *Oecologia*, *102*(2), 146-155.

Scoones, I., & Thompson, J. (2011). *The Politics of Seed in Africa's Green Revolution*.

Scribano, A. O. (2008). *El proceso de investigación social cualitativo*. Prometeo Libros Editorial.

Subedi, A., Chaudhary, P., Baniya B, Rana, R., Tiwari, RK., Rijal, D., Jarvis, D. & Sthapit, B. (2003). Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agrobiodiversity management. En: Gauchan D, Sthapit BR, Jarvis D (Eds.). *Agrobiodiversity conservation on-farm: Nepal's contribution to a scientific basis for national policy recommendations*. IPGRI, Rome, Italy. pp. 24-26.

Thrupp, L. A. (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International affairs*, 76(2), 283-297.

Trueba, C.A. & Turrent, F. C. (2015). Pasado y futuro del maíz ajo o tunicado. *Revista Ciencias*, 118-199 noviembre 2015 – abril 2016.

Velásquez, D., Trillo, C., Cruz, A., & Bueno, S. (2013). Intercambio tradicional de semillas de tuberosas nativas andinas y su influencia sobre la diversidad de variedades campesinas en la sierra central del Perú (Huánuco). *Zonas Áridas*, 15(1), 110-127.

Vercelli, A., & Thomas, H. (2008). Repensando los bienes comunes: análisis socio-técnico sobre la construcción y regulación de los bienes comunes. *Scientiae Studia*, 6(3), 427-442.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., & Xolocotzi, E. H. (1951). *Razas de maíz en México: su origen, características y distribución*. Secretaria de Agricultura y Ganaderia.

Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press on Demand.

## Capítulo 4

### Agricultores nodales. El intercambio de semillas como resistencia frente a la pérdida de la agrobiodiversidad<sup>7</sup>

Luz Palestina Llamas Guzmán y Elena Lazos-Chavero

El presente capítulo aborda el objetivo 3 de la tesis, el cual busca conocer las características y funciones que llevan a cabo los agricultores nodales y analizar la dinámica del intercambio de semillas entre estos agricultores. Este capítulo se encuentra contemplado para formar parte del libro *Lateralidades Agroecológicas en México*, coordinado por Tlacaoel Rivera Núñez, Alejandra Guzmán y Nicolás Roldán y co-editado por Coplt arXives, la Universidad Veracruzana, El Colegio de la Frontera Sur y el Instituto de Ecología, A.C. Este capítulo es la continuación del artículo de requisito (Capítulo 1/artículo) y profundiza en las siguientes preguntas de investigación: ¿quiénes son los agricultores nodales? ¿son importantes en la conservación de la agrobiodiversidad? ¿podemos hablar del intercambio de semillas como mecanismo de resistencia frente a la pérdida de agrobiodiversidad?

#### Resumen

Los agricultores nodales son aquellos que realizan un alto número de intercambios de semillas, favoreciendo la conservación de la agrobiodiversidad. El objetivo de este trabajo fue conocer y analizar las características de los agricultores nodales de los municipios de San Juan Ixtenco y San Luis Huamantla, Tlaxcala y sus funciones en la conservación de semillas nativas. Así mismo, se analizó la dinámica del intercambio de semillas para entender si este se configura como forma de resistencia para la conservación de la agrobiodiversidad. El análisis de los intercambios de semillas abarcó un lapso de cinco años (2015-2019). En promedio, los agricultores nodales conservaron 6.4 diferentes variedades de maíz, 4.3 variedades diferentes de frijol y una variedad criolla de calabaza. Llevaron a cabo en promedio 6 intercambios de 4 diferentes variedades de maíz, y 6.6 intercambios de 4.3 variedades de frijol. Dos agricultores nodales participan activamente en la feria local de semillas nativas. Los agricultores mantienen las variedades de cultivos tanto para el autoconsumo familiar como para la comercialización. Al realizar un alto número de

---

<sup>7</sup> Capítulo a publicar en el libro *Lateralidades Agroecológicas en México*, co-editado por Coplt arXives, la Universidad Veracruzana, El Colegio de la Frontera Sur y el Instituto de Ecología, A.C.

intercambios de semillas, los agricultores nodales favorecen el movimiento de las diferentes variedades, propiciando de esta manera el flujo genético.

**Palabras clave:** agricultores nodales, intercambio semillas, agrobiodiversidad.

## **Agricultores nodales: El intercambio de semillas como resistencia frente a la pérdida de la agrobiodiversidad**

### 1. Introducción

Los agricultores han mantenido las diferentes variedades locales de semillas a través de técnicas agrícolas ancestrales y la domesticación de las plantas, procesos que continúan en la actualidad (Rindos, 1984; Kato et al., 2009). El intercambio de semillas es una de las estrategias que los agricultores llevan a cabo para adquirir, renovar o reemplazar semillas y expresa las relaciones sociales tejidas entre los agricultores (Pautasso et al., 2013; van Niekerk y Wynberg, 2017). Badstue et al. (2003) identifican las siguientes transacciones en el acceso a las semillas: intercambio, compra, préstamo, regalo de semilla e incluso obtención de semilla sin el conocimiento del proveedor (cuando el proveedor no participa activamente y desconoce si la semilla se utilizó para consumo o para la siembra).

Las motivaciones para intercambiar, regalar o comprar semilla son varias: puede ser que los agricultores brinden semilla a las personas que la necesitan debido a que sienten un compromiso social de responsabilidad (Badstue, 2007), pero a la vez, representa una opción para obtener algún beneficio económico (Badstue et al., 2006) o la oportunidad de adquirir nuevas variedades (Louette et al., 1997). Los intercambios de semillas se llevan a cabo por medio de las relaciones sociales que tienen los agricultores entre miembros de la familia, compadres, vecinos, amigos, conocidos o incluso con personas que no tienen alguna relación cercana al donante de semilla (Badstue et al., 2003; Badstue et al., 2006; Pautasso et al., 2013). Al realizar un intercambio de semillas surgen acuerdos, valores entre los agricultores interactuantes como la confianza y el cumplimiento de compromisos, normas y el agricultor renueva constantemente conocimientos (Badstue, 2007; Pautasso et al., 2013).

Los agricultores nodales son aquellos que llevan a cabo un alto número de intercambios de semillas en comparación con otros agricultores de la comunidad (Subedi et al., 2003; Subedi et al., 2005). Estos agricultores conservan un gran número de variedades de semillas y se interesan por adquirir nuevos cultivos (Abay et al., 2011). Son reconocidos por sus amplios

conocimientos sobre cultivos, por la calidad de las semillas que preservan, por la producción de cultivos de importancia local o de variedades que son poco comunes y tienen la capacidad de experimentar con nuevos cultivos (Subedi et al., 2003; Pinedo et al., 2009). Los agricultores nodales, al llevar a cabo un alto número de intercambios favorecen el movimiento de las diferentes variedades, propiciando de esta manera el flujo genético (Subedi et al., 2003; Devkota., 2014). Empleando el Análisis de Redes Sociales (ARS), diferentes autores han identificado a los agricultores nodales como aquellos que tienen el mayor grado de centralidad (mayor número de conexiones) en una red de intercambio (Rodier y Struik, 2018; Song et al., 2019; Otieno et al., 2021). Por ejemplo en el trabajo de Subedi et al. (2003), detectaron a los agricultores nodales como aquellos que tuvieron mayor frecuencia de mención de sus nombres como fuente de semilla, agricultores que mantienen una alta diversidad, tienen vínculos con otras personas para obtener materiales genéticos dentro o fuera de la comunidad y son percibidos por miembros de la comunidad como personas que tienen conocimientos de las semillas. Por su parte, Rodier y Struik (2018) identificaron a los agricultores nodales como aquellos que tuvieron un mayor número de conexiones (mayor grado de centralidad) en la red. Es necesario señalar que se deben llevar a cabo más trabajos sobre la importancia y las características de los agricultores nodales y comprender su influencia dentro de las redes de intercambio de semillas, debido a que también se ha señalado que hay agricultores que a pesar de ocupar una posición central en las redes, no necesariamente mantienen una alta diversidad, pero son reconocidos como expertos y la calidad de las variedades manejadas por estos agricultores es más importante que el número de variedades (Abizaid et al., 2016; Thomas y Caillon, 2016).

Se estima que para el año 2050 la población humana mundial aumentará a 9.7 millones de personas, por lo que la demanda de los alimentos incrementará, aunado a los problemas ocasionados por el cambio climático (FAO, 2018). Debido a esta situación, las estrategias para la producción de los alimentos resultan ser un asunto crucial y el trabajo de los agricultores nodales es fundamental para asegurar la producción de los alimentos. Las semillas resguardadas por los campesinos son el recurso principal para la producción de los alimentos. Proteger el trabajo que llevan a cabo los agricultores en el campo, por medio de acuerdos que los beneficien (por ejemplo, con pagos justos a la producción y sin intermediarios), fomentar la producción de cultivos por medio de prácticas agroecológicas,

así como permitir que los agricultores continúen con su labor de conservación de las semillas nativas y propiciar que mantengan las decisiones sobre que sembrar, cuándo y cómo hacerlo y con quien intercambiar las semillas permitirá lograr una agricultura sustentable y más justa (Gliessman, 2002; Gliessman, 2015). En este sentido, es pertinente valorar las capacidades que tienen los agricultores nodales y tomar en cuenta el papel que llevan a cabo en la conservación e intercambio de semillas en las comunidades (Subedi et al., 2003).

La investigación se llevó a cabo en los municipios de San Juan Ixtenco (Ixtenco) y San Luis Huamantla (Huamantla) ubicados en el estado de Tlaxcala, lugares donde los agricultores conservan diferentes variedades de maíz, frijol y una variedad nativa de calabaza. En estos municipios, se identificaron a los agricultores nodales de las redes de intercambio de semillas de maíz, frijol y calabaza, como aquellos agricultores que llevaron a cabo cuatro o más intercambios de semillas de tres o más variedades diferentes. El análisis de los intercambios de semillas abarcó un lapso de cinco años (2015-2019) (Llamas-Guzmán et al., 2022). En la red de maíz se localizaron cinco agricultores nodales, en la red de frijol tres agricultores nodales y en la red de calabaza no se identificó a ningún agricultor nodal. El presente trabajo de investigación se realiza en el marco de la tesis doctoral de la primera autora y pretende profundizar en las siguientes preguntas de investigación: ¿quiénes son los agricultores nodales? ¿son importantes en la conservación de la agrobiodiversidad? ¿podemos hablar del intercambio de semillas como mecanismo de resistencia frente a la pérdida de agrobiodiversidad?

El objetivo de este trabajo es conocer las características de los agricultores nodales y sus funciones en la conservación de semillas nativas. Nos interesa analizar la estructuración y la dinámica del intercambio entre los agricultores nodales para entender si el intercambio se configura como forma de resistencia para la conservación de la agrobiodiversidad. La hipótesis de trabajo que guía este trabajo es que los agricultores nodales son actores clave en la red de intercambio de semillas para el mantenimiento de la agrobiodiversidad debido a que conservan e intercambian un alto número de variedades nativas y mantienen el flujo de las semillas en la comunidad.

## 2. Metodología

### 2.1 Zona de estudio

El estado de Tlaxcala tiene un clima templado subhúmedo con una temperatura promedio de 14°C y precipitación media anual de 800 mm con lluvias en verano (INEGI, 2017). La producción es principalmente de temporal y los problemas asociados a la producción agrícola son las sequías y heladas (Sánchez-Morales et al., 2014). Las razas de maíz (*Zea mays* L.) registradas para este estado pertenecen al grupo racial cónico entre los cuales se encuentran el maíz Chalqueño, Cónico, Elotes cónicos y Cacahuacintle. Este grupo racial se distribuye en regiones elevadas, entre 2000 y 2800 m s.n.m. (CONABIO, 2022). En el caso del cultivo de frijol, se registró la presencia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.). Para la calabaza, la especie registrada es *Cucurbita pepo* L. (Lira et al., 1998; Espinosa-Pérez et al., 2015).

Los municipios de Ixtenco y Huamantla, se encuentran ubicados al oriente del estado y cercanos al volcán La Malinche (Figura 1). En el municipio de Ixtenco viven 7,504 habitantes (3,622 hombres y 3,882 mujeres) en 1,970 viviendas, existe un solo ejido con una superficie actual del núcleo de 5,917 hectáreas y 1,777 ejidatarios (RAN, 2021; INEGI, 2022a). Desde 2011, se lleva a cabo la feria anual de semillas conocida como “Fiesta del maíz”, en la cual algunos productores del municipio participan vendiendo tanto grano como semillas de maíz, frijol y calabaza. El municipio de Huamantla cuenta con 98,764 habitantes (47,761 hombres y 51,003 mujeres) y 23,989 viviendas distribuidas en 24 ejidos (RAN, 2021; INEGI, 2022b). En este municipio se seleccionaron dos ejidos, el ejido de San Luis Huamantla con una superficie de 4,826 hectáreas y 1,946 ejidatarios, y el ejido de Zaragoza, con una superficie de 1,022 hectáreas y 322 ejidatarios (RAN, 2021).

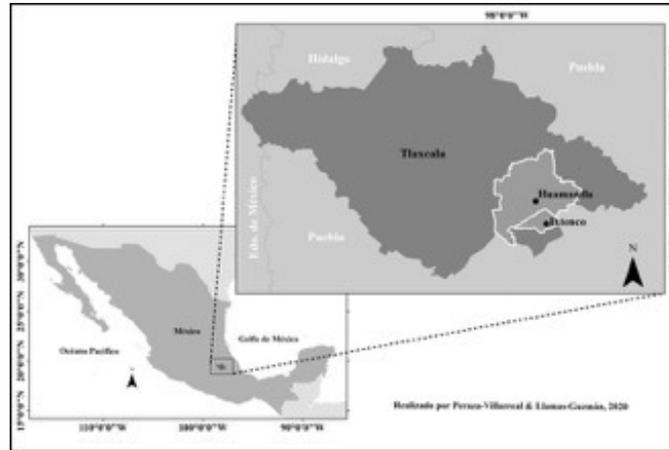


Figura 1. Estado de Tlaxcala y localización de los municipios de Ixtenco y Huamantla.

## 2.2 Trabajo de campo con los agricultores nodales

El primer contacto con los agricultores de Ixtenco fue a través del coordinador de la “Fiesta del maíz” y los agricultores participantes en esta feria. En el caso de Huamantla, el contacto fue a través de las autoridades ejidales. Durante 2019, en Ixtenco y Huamantla se aplicó un cuestionario extenso a los agricultores nodales: 3 agricultores y 3 agricultoras en Ixtenco y un agricultor en Huamantla. Los temas de la encuesta abarcaron los siguientes ejes de análisis: a) información de la parcela (superficie, ubicación y problemas productivos); b) información de las semillas de maíz, frijol y calabaza (número de variedades sembradas por cada agricultor); c) intercambio de semillas de maíz, frijol y calabaza (con quién o quiénes intercambió semillas) durante un lapso de los últimos cinco años (2015-2019); d) selección de semillas (características importantes al seleccionar las semillas); e) venta de semilla (lugar, cantidad y variedades vendidas); f) participación de las mujeres en la selección de semillas y actividades en el campo; y g) participación y opinión sobre la feria de semillas.

Para el estudio de los intercambios de semillas, se utilizó el Análisis de Redes Sociales (ARS), metodología que permite detectar a los agricultores nodales de las redes de intercambio (Calvet-Mir y Salpeteur, 2016). Por medio de este análisis se conoce la dirección del intercambio, el tipo de flujos dentro o fuera de la comunidad y las variedades intercambiadas con mayor o menor frecuencia entre los agricultores (Abay et al., 2011; Devkota et al., 2014; Rodier y Struik, 2018; Song et al., 2019). Para el desarrollo de este estudio, partimos del trabajo realizado por Llamas-Guzmán et al., 2022, en el cual los agricultores nodales fueron

identificados como aquellos que llevaron a cabo cuatro o más intercambios de semillas (agricultores con alto grado de salida dentro de la red) de tres o más variedades diferentes. En particular, el grado de salida se interpretó como el número de veces que un agricultor dio semilla a otro agricultor y el grado de entrada como el número de veces que un agricultor recibió semillas de otro agricultor. Con base en estos criterios, en la red de maíz se localizaron cinco agricultores nodales, cuatro de ellos de Ixtenco (tres hombres y una mujer) y uno de Huamantla (un hombre). En la red de frijol, se detectaron tres agricultores nodales, todos ellos de Ixtenco (dos mujeres y un hombre) y en la red de calabaza no se identificó a ningún agricultor nodal. A continuación, se detallan las características y funciones de los agricultores nodales identificados.

### 3. Resultados

#### 3.1. Características y funciones de los agricultores nodales para conservar las semillas nativas

El número de agricultores nodales detectados en Ixtenco fue de seis (tres mujeres y tres hombres) y en Huamantla únicamente un agricultor. Los agricultores nodales tienen una edad promedio de 46 años (rango de edad de 24 a 73 años). Todos tienen parcela propia con una superficie promedio de 3.6 hectáreas. Se dedican al campo, aunque también llevan a cabo otras actividades para obtener ingresos, entre las que se encuentran: albañilería, herrería y elaboración de artesanías. Con su producción, elaboran alimentos a base de maíz para la venta (como tortillas y harinas para atole) y venden tanto el grano como la semilla de los cultivos producidos.

Los agricultores nodales han conservado diferentes variedades de maíz, frijol y calabaza desde hace treinta hasta sesenta años. Son semillas que han heredado de sus familiares y año con año las han sembrado manteniéndolas hasta la actualidad. Preservar las semillas es un trabajo en el cual todos los miembros de la familia se involucran y participan de forma activa. Estos agricultores mencionaron que desde niños trabajaban en el campo, lo que les permitió adquirir los conocimientos sobre las semillas.

La venimos conservando (la semilla), al menos yo ya tengo la edad de cuarenta y ocho años, más aparte mi papá, yo creo que ¡huy! mínimo, mínimo unos sesenta años. Se ha venido pasando de generación en generación (Agricultor nodal de Ixtenco, 48 años).

Desde que empecé con mi papá hemos siempre sembrado esas semillas [...] más o menos desde hace treinta años, todo el tiempo estuve trabajando con él, trabajando en el campo [...] [...] él ya venía sembrando esas semillas (Agricultor nodal de Huamantla, 43 años).

Desde que tengo uso de razón digamos que, desde nueve, diez años yo conozco esa semilla, porque mis papás, mis abuelos, eran productores de maíz, entonces de allí yo fui aprendiendo y claro que estudiamos, pero también le entrábamos a las actividades de campo y de allí va uno conociendo los conocimientos que tenían los abuelos, los papás y de allí uno mismo va aprendiendo a seleccionar la semilla. Desde los nueve, diez años yo conozco, por ejemplo, la semilla del maíz blanco que es lo común que se sembraba acá y en tiempo más atrás digamos, pues igual los abuelitos seguían sembrando azul, negro, crema, rosa, ya años conociendo la semilla (Agricultor nodal de Ixtenco, 44 años).

Una de las agricultoras nodales nos comentó que para no perder las variedades de colores del maíz, su suegra (quien a su vez mantenía las semillas heredadas), sembraba cinco surcos de cada color de maíz.

Son de la familia [...] esas semillas nos las heredó mi suegra, son herencia, todas [...] mi suegra decía que ya los tenía su suegro, es herencia de muchísimos años porque ellos ya los tenían. Mi suegra no sembraba mucho, pero sembraba de cinco surcos de cada color de maíz, para no perder la semilla, todo el tiempo [...] Dice que su suegro ya los tenía y cuando ella llegó, aquí se casó, él ya tenía todas esas variedades de maíz (Agricultora nodal de Ixtenco, 39 años).

Actualmente, los siete agricultores nodales siembran maíz, seis siembran frijol y calabaza y solo tres siembran otros cultivos, entre los cuales se encuentra el haba y el alverjón (Figura 2).



Figura 2. Variedades de maíz (a), calabaza (b) y frijol (c) sembradas por los agricultores nodales.

En promedio, los agricultores nodales conservan 6.4 diferentes variedades de maíz y 4.3 variedades diferentes de frijol. Las variedades de maíz que conservan los agricultores nodales son: blanco, azul, negro, amarillo, cacahuacintle, xocoyul, crema, rojo, arrocillo palomero, sangre de cristo y ajo (Tabla 1). Las variedades de frijol conservadas son: negro, amarillo, bayo, mantequilla, parraleño, morado, pinto y ojo de liebre. En relación con la calabaza, únicamente hay presencia de una variedad, conocida localmente como “calabaza criolla” (Tabla 1).

Tabla 1. Variedades de maíz, frijol y calabaza que conservan los agricultores nodales de Ixtenco y Huamantla (n=7).

Variedad de maíz	Número de agricultores nodales que conserva la variedad de maíz	Razones dadas por los agricultores nodales para sembrar las variedades de maíz
Blanco	7 (100%)	Venta, apreciada por el peso, el tamaño y el color de mazorcas. Autoconsumo familiar y elaboración de tortillas.
Azul	6 (85.71%)	Venta, apreciada por el color y aspecto de la mazorca. Autoconsumo familiar.
Negro	6 (85.71%)	Apreciada por el rápido crecimiento de la planta, el tamaño y el color de la mazorca que le da el color morado al atole tradicional.
Amarillo	5 (71.42%)	Venta y consumo para los animales. Apreciada por el color y peso de la mazorca.
Cacahuacintle	4 (57.14%)	Venta, elaboración de totillas, tamales y pozole. Autoconsumo familiar.
Xocoyul	4 (57.14%)	Elaboración de atole y tortillas. Apreciada por el color de la mazorca y autoconsumo familiar.
Crema	2 (28.57%)	Venta y autoconsumo familiar.
Rojo	2 (28.57%)	Venta y autoconsumo familiar.
Arrocillo palomero	2 (28.57%)	Venta y autoconsumo familiar.
Sangre de cristo	1 (14.28%)	Venta y autoconsumo familiar.
Ajo	1 (14.28%)	Venta y autoconsumo familiar.
Variedad de frijol	Número de agricultores nodales que conserva la variedad de frijol	Razones dadas por los agricultores nodales para sembrar las variedades de frijol
Negro	5 (71.42%)	Venta, rápida cocción y color de semilla.
Amarillo	5 (71.42%)	Venta, rápida cocción y color de semilla.
Bayo	4 (57.14%)	Venta, rápida cocción y color de semilla.
Mantequilla	4 (57.14%)	Venta, semilla más grande en comparación con otras variedades de frijol. Fácil de limpiar y color de semilla.
Parraleño	1 (14.28%)	Venta y rápida cocción.
Morado	1 (14.28%)	Venta y color de semilla.
Pinto	1 (14.28%)	Venta.
Ojo de liebre	1 (14.28%)	Venta y rápida cocción.
Variedad de calabaza	Número de agricultores nodales que conserva la variedad de calabaza	Razones dadas por los agricultores nodales para sembrar la calabaza
criolla	6 (85.71%)	Venta, semilla grande, color de semilla y productividad.

Los agricultores nodales, mantienen las diferentes variedades porque constituyen la base del autoconsumo familiar y además, la comercialización (en forma de grano), representa un ingreso económico importante. En el caso del maíz, se elaboran tortillas, harinas para atole y se utiliza como alimento para los animales.

Digamos en cuestión de alimento, pues todos los maíces son buenos porque todos juegan un papel importante en la nutrición, lo podemos utilizar para el alimento del ganado, como lo podemos utilizar para tortilla, tienen el mismo uso, acá optamos más por el blanco y el azul para lo que es la tortilla (Agricultor nodal de Huamantla, 44 años).

Los agricultores nodales de Ixtenco y Huamantla llevan a cabo una serie de funciones para no perder la semilla, una de estas funciones es la selección cuidadosa de las características (morfológicas, color) de las semillas. En este estudio, todos los agricultores nodales

mencionaron que seleccionan las semillas de maíz, frijol y calabaza que siembran para cultivar con base en particularidades morfológicas (Tabla 2).

Tabla 2. Características consideradas en la selección de semillas de maíz, frijol y calabaza por los agricultores nodales.

Atributo de selección maíz	Descripción del atributo
Tamaño mazorca o semilla	Semilla y mazorca grande
Mazorca	Mazorca con hileras bien formadas, punta de mazorca completa, selección de la parte central de la mazorca y olote delgado
Peso semilla	Grano que no esté bofo (picado, que no esté lleno)
Color	Color que presente la semilla o la mazorca. Por ejemplo, las semillas o mazorcas que tengan alguna tonalidad de color que llame la atención del agricultor
Calidad semilla	Semilla no podrida, sin plagas, sin manchas
Resistencia	Semillas resistentes a plagas
Atributo de selección frijol	Descripción del atributo
Tamaño semilla	Semilla grande
Color	Color que presente la semilla de frijol. Por ejemplo, semillas con una tonalidad uniforme
Calidad semilla	Semilla no apollada, sin manchas y sin malformaciones
Característica de la planta	Rapidez en el secado de la planta y número de vainas
Atributo de selección calabaza	Descripción del atributo
Tamaño semilla	Semilla grande y que la semilla este bien formada
Color	Color que presente la semilla de calabaza. Por ejemplo, semillas con una tonalidad uniforme

La selección se lleva a cabo principalmente en el hogar de los agricultores. Sin embargo, algunos mencionaron que, si alguna característica de la planta o de la mazorca llama su atención, la selección se lleva a cabo directamente en el campo, aunque es una práctica poco frecuente y ha dejado de realizarse.

Aquí en la casa o en el campo. Por ejemplo, estamos pizcando y me gusta una mazorca ¡ay mira esta mazorquita esta bonita! la guardo (Agricultora nodal de Ixtenco, 73 años).

Lo que nosotros ya perdimos era lo que hacían nuestros abuelitos. Desde que estaba la mazorca ellos seleccionaban, veían la planta sana, la mejor, hoja grande. Pero eso ya le estoy hablando de más de setenta, ochenta años. Entonces seleccionaban mazorcas desde el campo (Agricultor nodal de Ixtenco, 48 años).

En el caso del maíz, las cualidades importantes para la selección de semillas son el tamaño de la semilla y de la mazorca, peso, color y calidad de la semilla (Tabla 2 y Figura 3).

La mazorca para semilla debe de tener las hileras bien derechitas y la semilla no debe ser de maíz boludo sino como derecho, como larguito [...] y la característica principal que debe

ser una mazorca grande y que tenga las hileras derechitas (Agricultora nodal de Ixtenco, 50 años).



Figura 3. Selección de semillas por parte de los agricultores nodales.

Las características importantes para la selección de semillas del frijol son el tamaño de semilla, color y la calidad de la semilla. Mientras que, en el caso de la calabaza, las características importantes son el tamaño de semilla y el color (Tabla 2).

Digamos que su tamaño (del frijol), el tamaño y que esté libre a lo mejor de manchas o que tenga malformaciones de esa forma ahora escogemos, selecciona uno la semilla, la mejor (Agricultor nodal de Ixtenco, 44 años).

Seleccionamos las calabazas más grandes y nos fijamos que sean pepitas igual grandes, o sea que la semilla sea algo grande también. Algunas nos han salido pintas y blancas, entonces, pues esas también las seleccionamos, las que son como de dos colores, blancas y verdes, y hay unas que son totalmente blancas y entonces esas también, igual las seleccionamos como semilla (Agricultor nodal de Ixtenco, 24 años).

Otra de las funciones de los agricultores nodales es experimentar para obtener nuevos colores de semillas o adquirir nuevas variedades, las cuales pasan a formar parte del acervo familiar. Por medio de la experimentación y selección cuidadosa, los agricultores nodales han logrado obtener los llamados “maíces multicolor” empleados principalmente para decoración. Para otras variedades, se ha recurrido a bancos de semillas regionales. El maíz arrocillo palomero se adquirió a través del banco de semillas del municipio Vicente Guerrero. Este banco de semillas entregó  $\frac{1}{4}$  de kilo de semilla de arrocillo palomero y los agricultores se comprometieron a regresar 1 kilo de la misma variedad (Figura 4).

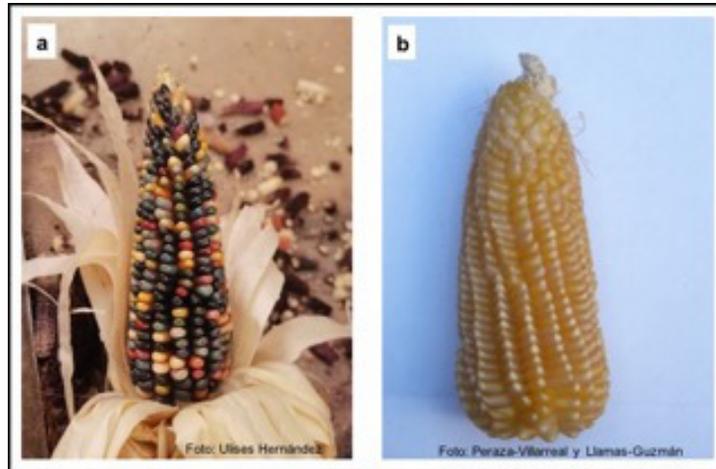


Figura 4. Maíz “multicolor” (a) y maíz arrocillo palomero (b). Mazorcas de los agricultores Ulises Hernández y Ana Lilia García.

Nosotros hemos trabajado unos cinco, seis años, en una selección de maíces multicolor, nos piden mucho los maíces multicolor para decoración [...] entonces hicimos el experimento de combinarlos todos y sembrarlos juntos (Agricultor nodal de Ixtenco, 24 años).

El que adquirí fue el arrocillo, hace un año, fue el que nos dieron del banco de semillas de Vicente Guerrero. Este año lo tengo que entregar otra vez al banco, me dieron un cuarto de semilla y voy a regresar un kilo porque así fue la condición (Agricultora nodal de Ixtenco, 39 años).

### 3.2. Dinámica de los intercambios de semillas de los agricultores nodales

La motivación principal para intercambiar semillas entre personas de la misma localidad, municipios o estados aledaños es volver a obtener semillas que se pierden debido a heladas y sequías. Estos fenómenos climáticos son recurrentes en la región y los agricultores se ven en la necesidad de buscar semilla para reponerla y volver a sembrarla. También, hay agricultores que recuperan cultivos, principalmente frijol y calabaza, y buscan la semilla para volver a sembrarlos. Además, si un agricultor observa alguna característica que le llame la atención (por ejemplo, mazorca grande) busca intercambiar la semilla. Estos agricultores nodales comparten la semilla debido a que sienten un compromiso social con las personas que llegan a necesitarla.

Hace un par de años que heló un poco y prácticamente hay personas que perdieron su cosecha, y digamos, hay personas que andan buscando la semilla vecinos o amigos entonces preguntan: ¿qué no tienes semilla? no pues sí tengo un poco, no pues, necesito unos 50 kg, 40 kg entonces, como yo escojo de más, si alguna persona necesita o no tiene ese maíz y quiere sembrarlo, pues opto por venderle a lo mejor unos 10 kg o 15 kg o un bulto. Mi maíz se ha ido, digamos de 15-20 kg, se ha ido a la ciudad de Puebla, a Tlaxcala. Viene la gente. No somos las personas

que decimos ‘sabes, tengo mi maíz, pero no lo vendo porque es mío’ porque hay personas que sí lo hacen, pero nosotros no, no somos así. Digamos que estamos abiertos al desarrollo, a lo que se refiere el campo (Agricultor nodal de Huamantla, 44 años).

Los agricultores nodales, en el periodo que comprende de 2015-2019, llevaron a cabo en promedio 6 intercambios de 4 diferentes variedades de maíz. Todos los agricultores nodales brindaron de su semilla a otras personas y únicamente un agricultor nodal, de Ixtenco, adquirió semilla de maíz negro y azul. Las variedades de maíz amarillo, negro y blanco fueron las más intercambiadas y estos intercambios fueron más frecuentes entre conocidos y amigos (Tabla 3).

Tabla 3. Número de intercambios realizados por variedad de maíz entre agricultores nodales de Ixtenco (I) y Huamantla (H).

Variedad maíz	Total intercambios por variedad	Número de agricultores nodales que intercambiaron la variedad	Localidad	Número de intercambios por variedad	Número de agricultores nodales que dieron la variedad (grado de salida)	Número de agricultores nodales que recibieron la variedad (grado de entrada)	Número de intercambios entre diferentes actores				
							Familiares	Amigos	Vecinos	Conocidos	No conoce a la persona
Amarillo	7	4	I	4	3	0	1	1	-	1	1
			H	3	1	0	-	-	-	3	-
Negro	7	4	I	4	3	1	1	2	-	-	1
			H	3	1	0	-	-	-	3	-
Blanco	6	3	I	3	2	0	-	-	-	2	1
			H	3	1	0	-	-	-	3	-
Azul	5	4	I	5	4	1	-	3	-	1	1
			H	-	-	0	-	-	-	-	-
Cacahuacintle	2	2	I	2	2	0	1	1	-	-	-
			H	-	-	0	-	-	-	-	-
Rojo	1	1	I	1	1	0	-	1	-	-	-
			H	-	-	0	-	-	-	-	-
Ajo o tunicado	1	1	I	1	1	0	1	-	-	-	-
			H	-	-	0	-	-	-	-	-
Palomero	1	1	I	1	1	0	-	1	-	-	-
			H	-	-	0	-	-	-	-	-
Total Ixtenco			I	21	4	1	4	9	-	4	4
Total Huamantla			H	9	1	0	-	-	-	9	-
Total			I-H	30	5	1	4	9	-	13	4

Con relación al cultivo de frijol, en el periodo entre 2015-2019, los agricultores llevaron a cabo, en promedio 6.6 intercambios de 4.3 diferentes variedades de frijol. Al igual que en el cultivo de maíz, todos los agricultores nodales brindaron de su semilla de frijol a otras personas y únicamente un agricultor nodal, de Ixtenco, recibió semilla de frijol negro. La variedad de frijol negro, amarillo y bayo fueron las más intercambiadas y estos intercambios fueron principalmente entre conocidos y familiares (Tabla 4).

Tabla 4. Número de intercambios realizados por variedad de frijol entre agricultores nodales de Ixtenco (I).

Variedad frijol	Total intercambios por variedad	Número de agricultores nodales que intercambiaron la variedad	Localidad	Número de agricultores nodales que dieron la variedad (grado de salida)	Número de agricultores nodales que recibieron la variedad (grado de entrada)	Número de intercambios entre diferentes actores				
						Familiares	Amigos	Vecinos	Conocidos	No conoce a la persona
Negro	5	3	1	3	1	2	-	-	3	-
Amarillo	4	2	1	2	0	1	-	-	2	1
Bayo	4	3	1	3	0	2	-	-	2	-
Mantequilla	3	2	1	2	0	2	-	-	1	-
Parraleño	2	1	1	1	0	1	-	-	1	-
Ojo de liebre	1	1	1	1	0	-	-	-	1	-
Pinto	1	1	1	1	0	1	-	-	-	-
Total Ixtenco	20	3	1	3	1	9	-	-	10	1

En el caso del cultivo de calabaza, en el periodo entre 2015-2019, únicamente se registraron tres intercambios de este cultivo de dos agricultores nodales. El cultivo de la calabaza ha disminuido debido a que algunos agricultores se ven en la necesidad de fumigar las parcelas, lo cual impide el crecimiento de la calabaza.

Muchos ya no la siembran. Como fumigamos, ya no nos da el tiempo de hacer las labores manuales totalmente, tiende uno a fumigar y dice uno: si yo fui a fumigar, porqué siembro calabaza. Entre cinco productores, a lo mejor dos son los que van a sembrar calabaza y los otros tres, pues nada (Agricultor nodal de Ixtenco, 44 años)

Los agricultores nodales también intercambian semillas cuando buscan renovar semilla “vieja por nueva”, estrategia que favorece el rendimiento del cultivo. A la par del intercambio de semillas, estos agricultores también han mantenido, a lo largo de los años y generación tras generación, estrategias de conservación para no perder la semilla como, guardar una parte de la cosecha, ya sea algunos meses o años y el movimiento de la semilla entre diferentes pisos agrícolas. Esto es, sembrar un año en las parcelas de zonas altas y el siguiente año en las zonas bajas.

Vamos guardando dos años, un año antes para que esa semilla no la vayamos perdiendo [...] [...] es poca, unos 70 kg (guarda de cada variedad de maíz) [...] Mi papá hacía eso, cambia las semillas por otras, y se daba un poco mejor, como es cambio de la semilla se daba mejor, si los cambiaba con otros señores las semillas. Yo apenas, no tiene mucho que falleció mi papá, pero yo pienso hacer igual, el recambio de la semilla [...] Aquí tenemos la creencia de que el cambio de semilla como que se da mejor [...] Nosotros vamos cambiando la semilla con los vecinos y así se da un poco mejor, de que es cambio de semilla (Agricultor nodal de Huamantla, 43 años).

Otro aspecto a considerar es la feria de semillas del municipio de Ixtenco, la cual permite a los agricultores de la región adquirir semilla, intercambiar variedades y saberes, debido a las pláticas que se presentan, en donde los agricultores pueden participar hablando sobre su experiencia en el campo (Figura 5). Únicamente dos de los siete agricultores nodales forman parte de esta feria de semillas. La productora nodal que forma parte de esta feria lleva participando desde su primera edición y fue por invitación del Coordinador de la Fiesta de semillas, debido a que la familia de la agricultora conserva una alta variedad de semillas. Esta agricultora nodal ha proporcionado semilla a personas que han perdido semilla por sequía. Además, participar en esta feria le brinda la oportunidad de vender los productos que elabora con el maíz, el frijol y la calabaza.

Gente que me ha visto en la “Fiesta del maíz”, me han pedido mi número y me han buscado (para adquirir semilla). Como ahorita que no llovió, mucha gente vino [...] Tenemos mucho maíz, sembramos maíz, sembramos frijol, haba, calabaza [...] En la “Feria del maíz” hice tortillas de todos los colores y las vendí bien [...] Primero voy a la feria de semillas de Vicente Guerrero y después 15 días, ya es la de acá [...] Preparo dulce de calabaza, chilacayote, pepitas huesito, preparo todo eso [...] todos los años he participado desde que inició (Agricultora nodal de Ixtenco, 39 años).



Figura 5. Feria de semillas en el municipio de Ixtenco.

Viene mucha gente que te pregunta, que no conoce el maíz, entonces me gusta intercambiar esas pláticas con ellos, decirles que desde cuando existe, que es de los mexicanos, que no lo valoramos [...] ese intercambio de conocimientos [...] La convivencia que hay alrededor del maíz, la importancia de que sigamos sembrando nuestros maíces nativos y que no optemos por un maíz híbrido o un maíz transgénico [...] lo importante es conservar nuestra semilla, lo importante es hacer milpa (Agricultor nodal de Ixtenco, 24 años).

Estos agricultores nodales, a pesar de las adversidades ambientales o falta de apoyos económicos, continúan preservando las diferentes variedades, debido a que se resisten a perder la semilla que la familia ha mantenido a lo largo de los años.

No es que sea uno pesimista, pero tiende a pasar. Ahorita, los que estamos sembrando, somos los que nos estamos resistiendo a hacer producir el campo, somos los que nos resistimos a no dejar que se pierdan los maíces y que no se deje de sembrar la tierra, o sea, que seguir haciéndola producir, pero ¿cuál es el detalle? Que nos faltan recursos, recursos para solventar los gastos de lo que nos va generando el transcurso de las labores, el trabajo y es lo que nos detiene un poco, porque uno quisiera hacer más, pero sin recursos es complicado, es difícil (Agricultor nodal de Huamantla, 44 años).

Además, las semillas que cultivan representan el soporte de la alimentación familiar y, por tanto, una de las bases para lograr la soberanía alimentaria.

Es importante seguir conservándolos más que nada por la soberanía alimentaria, porque últimamente estamos acostumbrados a comprar en el super y bueno hacer milpa te garantiza, pues no nada más es sembrar frijol, ayocote y calabaza, puedes implementar otras plantas allí, poner otras plantas en una milpa y entonces tú mismo puedes ir a cosechar tus frutos, tu comida. Entonces para mí es importante seguir conservando todos estos maíces porque tienen diferentes características. Todos tienen diferentes formas, diferente sabor se podría decir y entonces para mí es importante conservarlos todos para conocerlos, para no perderlos (Agricultor nodal de Ixtenco, 24 años).

#### 4. Discusión

Los agricultores nodales intercambian y conservan una alta diversidad de semillas, en promedio mantiene 6.4 diferentes variedades de maíz y 4.3 variedades diferentes de frijol y seis de los siete nodales identificados, siembran el cultivo de calabaza. Estos agricultores nodales están preservando aproximadamente el doble de variedades de maíz y de frijol en comparación con los agricultores de las mismas comunidades que formaron parte del estudio, ya que en promedio los agricultores participantes (100 agricultores) tienen 3.17 variedades de maíz y 1.46 variedades de frijol (Llamas-Guzmán et al., 2022). Además, los agricultores nodales llevan a cabo en promedio 6 intercambios de 4 variedades de maíz y 6.6 intercambios de 4.3 variedades de frijol, en un lapso de cinco años (2015-2019), y realizan una selección altamente cuidadosa de las diferentes características de las semillas.

Diferentes estudios han identificado a los agricultores nodales como aquellos que ocupan una posición central en la red de intercambio (Rodier y Struik, 2018; Song et al., 2019; Otieno et al., 2021). En este trabajo, los agricultores nodales fueron aquellos que tuvieron un alto grado

de salida, esto es, fueron agricultores que realizaron un alto número de intercambios aunado a que conservan una alta diversidad de variedades (ver Tabla 1, 3 y 4). Sin embargo, el debate sobre quiénes son los agricultores nodales queda abierto, debido a que hay estudios que han señalado que los agricultores que ocupan una posición central en las redes de intercambio no necesariamente tienen una mayor diversidad de semillas. Por ejemplo, Abizaid et al. (2016) encontraron que los agricultores centrales, los principales donantes de semillas, no fueron aquellos agricultores que tenían los huertos familiares más diversos, sino aquellos que son reconocidos como expertos y que mantienen una diversidad relativa, pero no excepcional. Por su parte, Thomas y Caillon (2016) encontraron que el estatus social de los agricultores tuvo una alta influencia en el intercambio de plantas que tienen un alto valor biocultural y, que la calidad de las variedades manejadas por los agricultores es más importante que el número de variedades. En este sentido, es importante continuar con más trabajos enfocados en describir el papel de los agricultores nodales y de los diferentes actores interactuantes dentro de una red de intercambio de semillas (Abizaid et al., 2016).

En este estudio, los agricultores nodales, junto con los diferentes miembros de la familia, desempeñan un papel importante en la preservación de las variedades. A lo largo de los años y generación tras generación, los conocimientos, las técnicas y cuidados de las semillas han pasado de padres a hijos continuando de esta manera el legado de mantener los cultivos en la familia. Debido a que las redes de intercambio son altamente dinámicas a lo largo del tiempo, por lo cual, algunos agricultores nodales pueden dejar de serlo, surgir nuevos nodales o se adquieren nuevas semillas dependiendo de las condiciones ambientales, es necesario llevar a cabo estudios sobre el cambio en las redes de intercambio tomando en cuenta diferentes ciclos agrícolas (Violon et al., 2016).

Para los agricultores nodales identificados en este trabajo, conservar las semillas representa el sustento familiar y obtener un beneficio económico por medio de la comercialización del grano y de la semilla. Se identificó que todos los agricultores nodales siembran maíz. En particular, la variedad de maíz blanco, la cual tiene un amplio mercado, se puede vender en forma de grano para la elaboración de tortillas y harina para atole. Los intermediarios (locales y foráneos) compran el grano del maíz blanco a un precio que oscila entre los \$4 y \$5 pesos por kilogramo. En el municipio de Huamantla, existen tiendas enfocadas exclusivamente en la compraventa del grano de esta variedad. En los últimos años, el mercado ha impulsado la

siembra de las variedades de colores, como el maíz azul que se comercializa para la elaboración de tortillas o harinas. La comercialización de estas variedades abarca el comercio local, hacia municipios aledaños e incluso a otros estados como Puebla y la Ciudad de México.

En las comunidades hay ciertas variedades que se conservan por su alto valor cultural (Pérez et al., 2017, Llanos y Santacruz de León, 2018). En los sitios de estudio, y en particular en Ixtenco, las variedades de maíz negro, xocoyul y ajo son preservadas porque tienen un fuerte arraigo entre los pobladores. Por ejemplo, únicamente con la variedad de maíz negro se elabora la bebida tradicional llamada “atole agrio”, la cual está presente en las principales festividades de Ixtenco y el nombre de este municipio proviene de la lengua otomí que significa “lugar del atole agrio” (Cajero, 2009). En el caso del maíz ajo, la mazorca es apreciada por su forma, debido a que cada una de las semillas se encuentra envuelta en una bráctea, por lo que el aspecto de la mazorca le confiere un aspecto en forma de ajo (Trueba y Turrent, 2015; Sangermán-Jarquín, et al., 2018).

El intercambio entre agricultores propicia el flujo genético de las semillas (Louette et al., 1997; Bellon et al., 2015). Los agricultores nodales llevaron a cabo, en promedio, 6 intercambios de 4 variedades de maíz y 6.6 intercambios de 4.3 variedades de frijol y para el cultivo de calabaza únicamente tres intercambios. Si estos intercambios de semillas se interrumpieran, se detendría el flujo genético. Además, habría una recomposición de las relaciones sociales, los compromisos y los acuerdos entre los actores interactuantes, y las redes de intercambio se fragmentarían, por lo que buscar la semilla requerida sería complicado. Por ejemplo, los agricultores de los municipios de estudio buscan semillas para hacer cambio de “semilla vieja por nueva” y este recambio ocurre cada 2-3 años. Además, esta zona es afectada por heladas y sequías, por lo cual, si se llega a perder o reducir la cosecha, los campesinos se ven en la necesidad de buscar semilla para volver a sembrar y recuperar el cultivo. Debido a estas situaciones es crucial mantener las redes de intercambio entre agricultores para poder acceder con facilidad a la semilla.

Cabe destacar que a pesar de la importancia que tienen los cultivos para los agricultores nodales identificados, todos llevan a cabo otras actividades complementarias para poder subsistir. En este sentido, los agricultores necesitan tener las condiciones adecuadas para que continúen con su labor de conservadores de la diversidad. Sería importante involucrar a los

agricultores nodales en programas de conservación de los cultivos nativos, así mismo, brindarles un reconocimiento como una forma de revalorar su labor de preservación de los cultivos locales.

Cada ciclo agrícola, los agricultores seleccionan ciertos atributos de las plantas, actividad que además involucra la experimentación, el conocimiento, la experiencia y la curiosidad de los agricultores (Bellon y Brush, 1994; Bellon et al., 2003; Lope-Alzina, 2007). En los municipios de estudio, los agricultores nodales llevan a cabo la selección de semillas en el hogar y es una actividad en la cual los agricultores invierten una alta cantidad de tiempo y los diferentes miembros de la familia se involucran. Los agricultores nodales, toman especial importancia en la selección del color y el tamaño de las semillas del maíz, frijol y la calabaza. Por ejemplo, en el caso del color, los agricultores nodales han seleccionado a lo largo de diferentes ciclos agrícolas este atributo para poder obtener un color, ya sea más oscuro o claro de la semilla. Cabe mencionar que la selección en campo es poco frecuente e incluso este tipo de selección se ha perdido debido al tiempo limitado que tienen los agricultores nodales para poder recoger la cosecha. Sin embargo, retomar la selección desde la parcela, e incluso llevar a cabo técnicas como el mejoramiento participativo, podrían ser prácticas para mejorar algunas de las características de las plantas como el rendimiento, la resistencia a ciertas plagas o a la sequía (Aragón y Sánchez, 2019).

Esta investigación muestra el trabajo que llevan a cabo siete agricultores nodales en relación con la conservación de las semillas. En particular, en el caso de las mujeres campesinas, estudios previos han mostrado que llevan a cabo un papel crucial en la conservación de las semillas (Lope-Alzina, 2007). Otieno et al. (2021) han señalado la importancia de las mujeres nodales en las redes de intercambio y en la conservación de semillas debido a que las mujeres de la región de estudio en Kenia, Tanzania y Uganda tuvieron un mayor número de conexiones y dependen principalmente de las propias redes de mujeres para intercambiar y conseguir semillas de variedades locales y nativas. Sin embargo, también señalan que muchas veces carecen de acceso a la tierra, a créditos e insumos para la agricultura. En México, se estima que el 18% (1,877,000) de mujeres rurales son dueñas de la tierra, entre las cuales 701,000 son ejidatarias, 201,000 comuneras, 656,000 posesionarias y 318,000 son propietarias privadas (FAO, 2022). En Ixtenco, las mujeres nodales, se involucran en todas

las actividades del campo, mantienen una alta diversidad de semillas de diferentes cultivos, llevan a cabo un alto número de intercambios y tienen parcelas propias para poder sembrar. Finalmente, las ferias de semillas locales fomentan la conservación de las variedades (García et al., 2019; Tapia, 2000; Upadhyay et al., 2001). En este estudio, dos de los agricultores nodales identificados participan en la feria de semillas del municipio de Ixtenco, incluso asisten a otras ferias realizadas en municipios de Tlaxcala como Vicente Guerrero y en otros estados como Veracruz, Querétaro y Ciudad de México. La feria local de Ixtenco ha propiciado que los agricultores de la comunidad se interesen en temas relacionados con la conservación de la agrobiodiversidad y los beneficios que trae consigo mantenerla. A pesar de que, en este trabajo, los agricultores nodales entrevistados no mencionaron llevar a cabo intercambios de semillas dentro de la feria, en visitas posteriores realizadas al trabajo de campo, se ha registrado venta de semilla a agricultores de municipios cercanos a Ixtenco.

#### Conclusiones

Es crucial reconocer el trabajo que llevan a cabo los agricultores nodales en torno a la conservación de las semillas nativas, es importante incentivarlos para que continúen sembrando, seleccionando y de esta manera adaptando las semillas a las diferentes condiciones ambientales debido a que trabajar en el campo y mantener las variedades es una inversión de tiempo, dinero y recursos por parte de los agricultores.

Sería interesante indagar a mayor profundidad si la familia de los agricultores nodales, por ejemplo si los hijos de estos se dedican al campo, al cuidado de las semillas y si consideran continuar preservando la diversidad de variedades que tienen. La mayoría de los agricultores cuidadores de semillas son de edad avanzada, por lo cual el futuro del relevo generacional para preservar los diferentes cultivos es un tema que debe involucrar a los jóvenes, motivarlos para que continúen conservando los cultivos y es de suma importancia crear las condiciones necesarias para que estos jóvenes puedan vivir dignamente del trabajo del campo. Finalmente, es conveniente articular canales entre los agricultores nodales, investigadores y secretarías enfocadas en la agricultura a fin de difundir la importancia de mantener los cultivos locales y entablar un diálogo directo para conocer las necesidades que enfrentan los agricultores nodales y como poder solucionarlas.

## Referencias

Abay, F., de Boef, W. y Bjørnstad, Å. (2011). Network analysis of barley seed flows in Tigray, Ethiopia: supporting the design of strategies that contribute to on-farm management of plant genetic resources. *Plant Genetic Resources*, 9, 495–505. <https://doi.org/10.1017/S1479262111000773>

Abizaid, C., Coomes, O. T., y Perrault-Archambault, M. (2016). Seed sharing in Amazonian indigenous rain forest communities: a social network analysis in three Achuar villages, Peru. *Human ecology*, 44(5), 577-594. DOI 10.1007/s10745-016-9852-7

Aragón Cuevas, F. y Sánchez Cuevas, A. (2019). *Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación in situ y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca*. [Archivo PDF].

<http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=NM&Numero=2>

Badstue, L. B. (2007). Adquisición de semillas: el papel que juega la confianza. *LEISA*, 23(2), 14-17.

Badstue, L.B., Bellon, M.R., Berthaud, J., Juárez, X., Rosas, I. M., Solano, A. M. y 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, 249–273. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9016-2>

Badstue, L. B., Bellon, M. R., Juarez, X., Manuel, I. y Solano, A. M. (2003). *Social Relations And Seed Transactions Among Smallscale Maize Farmers In The Central Valleys Of Oaxaca, Mexico; Preliminary Findings*.

Bellon, M. R., Berthaud, J., Smale, M., Aguirre, J. A., Taba, S., Aragón, F., Díaz, J. y Castro, H. (2003). Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(4), 401-416.

Bellon, M. R. y Brush, S. B. (1994). Keepers of maize in Chiapas, Mexico. *Economic Botany*, 48(2), 196-209.

Bellon, M. R., Gotor, E., y Caracciolo, F. (2015). Assessing the effectiveness of projects supporting on-farm conservation of native crops: evidence from the high Andes of South America. *World development*, 70, 162-176. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.01.014>

Cajero, M. (2009). Historia de los Otomíes en Ixtenco. *Instituto Tlaxcalteca de la Cultura, Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias Tlaxcala, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Tlaxcala, México.*

Calvet-Mir, L. y Salpeteur, M. (2016). Humans, plants, and networks: A critical review. *Environment and Society*, 7, 107–128. <https://doi.org/10.3167/ares.2016.070107>

CONABIO (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (5 de mayo de 2022). *Razas de Maíz de México.* <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico>

Devkota, R., Khadka, K., Gartaula, H., Shrestha, A., Upadhya, D.S.A., Chaudhary, P. y Patel, P. (2014). Farmers' seed networks and agrobiodiversity conservation for sustainable food security: A case from the mid-hills of Nepal. *Biodivers. Watch*, 4, 109–133.

Espinosa-Pérez, E. N., Ramírez-Vallejo, P., Crosby-Galván, M. M., Estrada-Gómez, J. A., Lucas-Florentino, B. y Chávez-Servia, J. L. (2015). Classification of common dry bean landraces from the south-center of Mexico by seed morphology. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 29-38.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*. <https://www.fao.org/publications/fofa/en>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (13 de abril de 2022). *México en una mirada*. <https://www.fao.org/mexico/fao-en-mexico/mexico-en-una-mirada/es/>

García López, V., Giraldo, O. F., Morales, H., Rosset, P. M. y Duarte, J. M. (2019). Seed sovereignty and agroecological scaling: two cases of seed recovery, conservation, and defense in Colombia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 43(7-8), 827-847. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1578720>

Gliessman, S. (2015). Saving seeds and saving culture. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(6), 599-600.

Gliessman, S. R. (2002). Importancia de los sistemas sostenibles para la producción de alimentos. En Eric Engles (Ed.), *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible* (pp. 3-16). LITOCAT, Turrialba.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2017). *Conociendo Tlaxcala* (7<sup>a</sup> ed.). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (6 de julio de 2022a). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29016#collapse-Indicadores>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (6 de julio de 2022b). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29013#collapse-Indicadores>

Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., y Bye, R. A. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Lira, R., Jiménez, C. R., Alvarado, J. L., Rodríguez, I., Castrejon, J. y Mariani, A. D. (1998). Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*, (42), 43-77.

Llamas-Guzmán, L. P., Lazos Chavero, E., Perales Rivera, H. R. y Casas, A. (2022). Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Sustainability*, 14(7), 3779. <https://doi.org/10.3390/su14073779>

Llanos Hernández, L. y Santacruz de León, E. E. (2018). Food sovereignty and environmental risk in the social construction of rural territory in San Juan Ixtenco, Tlaxcala. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (72), 67-100.

Lope-Alzina, D. G. (2007). Gendered production spaces and crop varietal selection: Case study in Yucatán, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 28(1), 21-38. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2006.00274.x>

Louette, D., Charrier, A. y Berthaud, J. (1997). In situ conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic botany*, 51(1), 20-38.

Otieno, G., Zebrowski, W.M., Recha, J. y Reynolds, T.W. (2021). Gender and Social Seed Networks for Climate Change Adaptation: Evidence from Bean, Finger Millet, and Sorghum Seed Systems in East Africa. *Sustainability*, 13(4), 2074. <https://doi.org/10.3390/su13042074>

Pautasso, M., Aistara, G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O., Delêtre, M., Demeulenaere, E., Santis P., Döring, T., Eloy, L., Emperaire, L., Garine, E., Goldringer, I.,

Jarvis, D., Joly, H.I., Leclerc, C., Louafi, S., Martin, P.,... y Tramontini, S. (2013). Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for sustainable development*, 33(1), 151-175. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0089-6>.

Pérez, D. C. Q., Herrera, J. C., Escalante, L. N. y del Valle, J. M. Z. (2017). Maíz: Sustento de vida en la cultura Teenek. Comunidad Tamaletom, Tancanhuitz, SLP México. *Revista de Geografía Agrícola*, (58), 5-19.

Pinedo, R., Collado, L., Latournerie, L., Castiñeiras, L., Barrios, O., y Mijangos, J. (2009). El agricultor nudo en la dinámica del sistema informal de semillas. *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú?*, p 85.

RAN (Registro Agrario Nacional). (22 de marzo de 2021). *Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. <https://phina.ran.gob.mx/index.php>

Rindos, D. 1984. The origins of agriculture: An evolutionary perspective. Academic Press.

Rodier, C. y Struik, P. C. (2018). Nodal farmers' motivations for exchanging sorghum seeds in Northwestern Ethiopia. *Sustainability*, 10(10), 3708. <https://doi.org/10.3390/su10103708>

Sánchez-Morales, P., Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., Sánchez-Escudero, J., María-Ramírez, A. y Argumedo-Macías, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, 9, 111-122.

Sangermán-Jarquín, D. M., Gámez-Vázquez, A. J., Navarro-Bravo, A., Ávila-Perches, M. Á. y Schwentesius-Rindermann, R. (2018). Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.). *Revista fitotecnia mexicana*, 41(4), 451-459.

Song, Y., Fang, Q., Jarvis, D., Bai, K., Liu, D., Feng, J. y Long, C. (2019). Network analysis of seed flow, a traditional method for conserving Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*)

landraces in Liangshan, Southwest China. *Sustainability*, 11(16), 4263.  
<https://doi.org/10.3390/su11164263>

Subedi, A., Chaudhary, P., Baniya, B., Rana, R., Tiwari, R. K., Rijal, D., Jarvis, D., y Sthapit, B. (2003). Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agrobiodiversity management. *Agrobiodiversity conservation on-farm: Nepal's contribution to a scientific basis for national policy recommendations*, 10 February 2002, Kathmandu, Nepal, 24.

Subedi, A., Singh, D., Shrestha, P., Subedi, S. R. y Sthapit, B. R. (2005). Stability of farmers' networks and nodal farmers in terai and hill villages of Nepal: implications for agrobiodiversity management on-farm. *On-farm conservation of agricultural biodiversity in Nepal*, 2, 36-40.

Tapia, M. E. (2000). Mountain agrobiodiversity in Peru. *Mountain Research and Development*, 20(3), 220-225.

Thomas, M., y Caillon, S. (2016). Effects of farmer social status and plant biocultural value on seed circulation networks in Vanuatu. *Ecology and Society*, 21(2).  
<http://dx.doi.org/10.5751/ES-08378-210213>

Trueba, C. A. y Turrent, F. C. (2015). Pasado y futuro del maíz ajo o tunicado. *Revista Ciencias*, 16-22.

Upadhyay, M. P., Rijal, D. K., Chaudhary, P., Khatiwada, S. P., Shakya, D. M., Tiwari, P. R., Pandey, D., Rana, R.B., Tiwari, R.K., Subedi, A. y Sthapit, B. R. (2001). Promoting conservation and utilization of agrobiodiversity through diversity fairs. *On-farm management of agricultural biodiversity in Nepal*, 215.

van Niekerk, J. y Wynberg, R. (2017). Traditional seed and exchange systems cement social relations and provide a safety net: A case study from KwaZulu-Natal, South Africa.

*Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(9-10), 1099–1123.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1359738>

Violon, C., Thomas, M., y Garine, E. (2016). Good year, bad year: changing strategies, changing networks? A two-year study on seed acquisition in northern Cameroon. *Ecology and Society*, 21(2). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08376-210234>

## Discusión

En este trabajo de investigación, se identificaron las redes de intercambio de semillas en la agricultura familiar de temporal; y con ello, a los agricultores nodales de las redes de intercambio de maíz, frijol y calabaza en los municipios de Ixtenco y Huamantla, Tlaxcala (Capítulo 1/artículo). Se registraron las estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas y agricultores custodios (Capítulo 2). Se puso a discusión la importancia de ver a las semillas y a las redes de intercambio desde la perspectiva de los bienes comunes (Capítulo 3). Y finalmente se profundizó en conocer las características y las funciones de los agricultores nodales de las redes de intercambio de semillas (Capítulo 4).

Los agricultores llevan a cabo una serie de prácticas que favorecen la conservación de la agrobiodiversidad, entre estas prácticas se encuentra el intercambio de semillas entre agricultores, la selección cuidadosa de las características de las semillas para la siembra, las ferias y los bancos comunitarios de semillas (Capítulo 2 y 4). El intercambio de semillas es una práctica que favorece el movimiento de las variedades nativas y propicia, de esta manera, el flujo genético y permite que los agricultores puedan conseguir semilla de manera inmediata para la siembra (Capítulo 1/artículo) (Louette et al., 1997).

El objetivo del primer capítulo de la tesis consistió en conocer la estructura de las redes de intercambio de semillas nativas de maíz, frijol y calabaza entre agricultores del municipio de Ixtenco y Huamantla, comprendiendo un lapso de intercambios de cinco años (2015-2019). En particular, el ARS permitió identificar a los agricultores nodales de las redes de intercambio de maíz, frijol y calabaza (Capítulo 1/artículo). Los agricultores nodales tienen la capacidad de abastecer de semilla a otros agricultores y lo hacen porque tienen un alto compromiso de responsabilidad social con las personas de su comunidad y con las personas que necesitan la semilla, esto es, comparten la diversidad de cultivos (Capítulo 4) (Subedi et al., 2003; Poudel et al., 2015). Al intercambiar la semilla, hay relaciones, valores y compromisos sociales entre los interactuantes (Badstue, 2007). La importancia de los agricultores nodales también se debe a los conocimientos que tienen de diferentes cultivos, sobre el uso que se les brinda en la comunidad y su mantenimiento (cómo, cuándo, dónde sembrar cierta variedad de semilla de manera adecuada) y a su capacidad para seleccionar de forma cuidadosa los atributos de las semillas (Subedi et al., 2003., Subedi et al., 2005).

En el Capítulo 1/artículo podemos apreciar que tanto la red de maíz como en la de frijol, los intercambios se realizaron principalmente entre conocidos y familiares de los agricultores. En particular, la red de intercambio de maíz fue la red que presentó un mayor número de conexiones, en comparación con la red de frijol y calabaza, debido a que un mayor número de agricultores realizaron intercambios de este cultivo. El maíz, es el cultivo de mayor importancia económica para los agricultores de la zona de estudio, debido a que se comercializa tanto en grano o en forma de harina para la elaboración de atole, por lo que los agricultores siembran este cultivo y en especial la variedad de maíz blanco, la cual resultó ser la más intercambiada.

Por su parte, la red de frijol y calabaza se encuentran altamente fragmentadas. Estos son cultivos que se han perdido en la región debido al uso de agroquímicos como herbicidas. De los cien agricultores entrevistados para el trabajo sobre redes de intercambio, 33 agricultores siembran frijol y 31 calabaza (Llamas-Guzmán et al., 2022). Los agricultores buscan la semilla de estos dos cultivos, ya sea para recuperar el cultivo (después de dejarlo de sembrar), renovar o recuperar semilla debido a la pérdida por cuestiones ambientales, debido a que en la zona de estudio afectan heladas y sequías.

En la red de intercambio de semillas de frijol, se pueden apreciar diferentes fuentes de abastecimiento de semillas, como el banco de semillas de la localidad de Vicente Guerrero, las tiendas locales y el mercado de Huamantla. Sería interesante conocer a mayor detalle el papel que desempeñan estos sitios en la adquisición de semillas. Por ejemplo, en el municipio de Ixtenco, hay iniciativas, por parte de los agricultores, para formar un banco de semillas, con la finalidad de poder mantener cultivos que se han dejado de sembrar en la zona o para poder recuperar semillas de variedades perdidas.

En el caso de la red de calabaza, esta se encuentra formada principalmente por diadas entre las cuales los intercambios fueron entre conocidos pertenecientes a la misma localidad. Esto resulta ser un aspecto importante, porque al adquirir la semilla con personas que son del mismo sitio, se garantiza que la semilla se encuentre adaptada a las condiciones ambientales locales y la planta pueda desarrollarse de manera óptima. La semilla de calabaza puede ser almacenada por largos periodos de tiempo, por lo cual, también los agricultores no llevan a cabo un alto número de intercambios y sólo en ciertas ocasiones buscan la semilla y por esta razón, podría haber tantos intercambios aislados de este cultivo.

El Capítulo 1/artículo de la tesis es el primer trabajo, que hasta ahora se ha realizado en la zona de estudio, en relación al intercambio de tres de los cultivos más importantes para México, debido a esto, representa la base para futuros trabajos en el tema y puede ser replicado en otras zonas del país, incluso considerando un mayor número de cultivos de importancia económica.

Como ya se mencionó anteriormente, aparte de los agricultores nodales, hay otras fuentes importantes para la adquisición de semillas, como los mercados locales y los bancos de semillas (Capítulo 1/artículo y Capítulo 2). Al respecto, es importante señalar que se necesita profundizar en diferentes aspectos sobre el rol de estos sitios, por ejemplo, conocer con cuáles variedades de semillas cuentan y su calidad.

En particular, el Capítulo 4 de la tesis se enfocó en conocer las características de los agricultores nodales encontrados en las redes de intercambio de semillas de maíz y frijol. Como se mencionó, estudios reportan que los agricultores nodales mantienen una mayor diversidad y al mismo tiempo realizan un mayor número de intercambios (Subedi et al., 2003; Subedi et al., 2005). Sin embargo, hay trabajos que han señalado que hay agricultores que son centrales en las redes de intercambio, pero no necesariamente mantienen una alta diversidad de semillas, aunque son agricultores que son reconocidos como expertos por sus conocimientos asociados a las semillas y que la calidad de las semillas resulta ser un aspecto importante, aún más que el número de variedades (Abizaid et al., 2016; Thomas & Caillon, 2016). La hipótesis 2 de este trabajo de investigación se enfocó en los agricultores nodales de las redes de intercambio. Al respecto, es pertinente señalar que aún se necesitan mayores elementos para robustecer esta hipótesis, debido a lo antes señalado, y porque en este trabajo de investigación se detectaron agricultores que no son clasificados como nodales pero que conservan un alto número de variedades de maíz y frijol, y no realizan intercambios. Además, fueron pocos los agricultores identificados como nodales (cinco nodales en la red de maíz y tres en la red de frijol), en el lapso de cinco años contemplados en este estudio (2015-2019). Aunado a que se podría considerar la calidad de la semilla intercambiada entre los agricultores, esto es, si estas semillas tienen un alto porcentaje de germinación y su capacidad para tolerar ciertas plagas en almacenamiento.

En el Capítulo 2 de este trabajo de investigación, se analizaron los criterios de selección, manejo y conservación de las semillas nativas por parte de los agricultores. La selección de

semillas es una actividad que implica mucho tiempo porque hay una selección altamente cuidadosa de las características de la semilla. Por ejemplo, se seleccionan atributos de resistencia de las plantas a ciertas plagas, resistencia a heladas, sequías, el rendimiento de la variedad, incluso la selección también es en relación a aspectos económicos dependiendo de las variedades que tengan mayor mercado y por cuestiones culturales, ya que hay variedades que se utilizan para la elaboración de platillos para ocasiones especiales, como el caso de la variedad de maíz negro, que es empleada para la elaboración del atole agrio de Ixtenco (Lazos, 2008).

Por otro lado, los bancos y las ferias de semillas son iniciativas que en muchos casos surgen desde la inquietud de los mismos agricultores, pues ellos se encargan de organizar y llevar a cabo estas actividades. Por ejemplo, en el municipio de Ixtenco se lleva a cabo la “Fiesta del maíz”, la cual brinda la oportunidad a los agricultores de poder exponer las variedades que siembran y de poder intercambiar ideas en relación a la conservación de los cultivos, mostrar las artesanías que realizan con semillas y realizar intercambios de semillas (Llanos-Hernández & Santacruz de León, 2018). En este municipio se encuentra el custodio del maíz ajo, distinción que se ha asignado al agricultor Don Vicente Hernández, quien ha mantenido las semillas de esta variedad heredadas de su padre y debido a que compartió la semilla de esta variedad de maíz, hoy está en manos de más agricultores quienes también la conservan (Capítulo 2) (Sangermán-Jarquín et al., 2018; Trueba & Turrent, 2015). Reconocer el trabajo y el esfuerzo que conlleva preservar las semillas significa revalorar el papel fundamental que llevan a cabo los agricultores para mantener la diversidad genética. Las prácticas mencionadas, selección, intercambio, ferias y bancos de semillas, continúan realizándose y son esenciales para preservar la agrobiodiversidad del país, si estas prácticas se dejan de realizar, se corre el riesgo de perder la diversidad de las diferentes semillas nativas, las cuáles son esenciales para la producción de los alimentos (Capítulo 2 y Capítulo 4).

En el capítulo 3 de la tesis se discute la importancia de considerar a las semillas y a las redes de intercambio bajo el enfoque de bienes comunes. La diversidad de las semillas es el resultado de conocimientos ancestrales que han sido transmitidos de generación en generación a través de los años, es parte de la historia de un proceso de selección (Bellon & Brush, 1994). Las semillas envuelven tradiciones de los pueblos originarios, hay variedades de semillas específicas que se emplean para la elaboración de platillos o bebidas que son

únicas, si esa variedad se pierde, también se pierden todos los conocimientos y parte de la cultura (Altieri et al., 1987; Velásquez-Milla, et al., 2011). Las semillas forman parte de las tradiciones de los pueblos. Por ejemplo, los agricultores de Ixtenco, lleva a cabo la celebración bendición de semillas el día 2 de febrero, con la intención de obtener una buena cosecha (Capítulo 2, Capítulo 3 y Capítulo 4).

Los agricultores tienen los conocimientos del suelo, del clima, del tiempo adecuado para sembrar, cosechar, deshierbar, fertilizar, conocen la forma adecuada de conservar la semilla, tienen la libertad de sembrar la variedad que consideran adecuada para las condiciones ambientales locales y para las necesidades familiares y económicas. Los agricultores llevan a cabo intercambios con personas de su misma localidad o de comunidades cercanas favoreciendo el flujo y la diversidad genética (Boege, 2008; Moreno-Calles et al., 2013), por estas razones, las semillas son un bien común (Capítulo 2 y Capítulo 4) (Perelmuter, 2018; Perelmuter, 2014; Sievers-Glotzbach et al., 2020). Sin embargo, las diferentes leyes y acuerdos de propiedad intelectual de las semillas ponen en riesgo el uso de las variedades (Aboites, 2012; Peña-Sanabria et al., 2020). En los sistemas, en los cuales hay empresas proveedoras de semillas y de insumos para la siembra, vulnera la libre decisión de los agricultores por las semillas nativas (Perelmuter, 2018). En países, como en India o Argentina, donde se permitió el empleo de este tipo de tecnologías (semillas modificadas genéticamente y dependencia de insumos agrícolas), los agricultores perdieron el control de las semillas locales, las cuales fueron remplazadas por semillas mejoradas, perdiendo de esta manera la diversidad genética de las variedades nativas adaptadas a la localidad y los agricultores pasaron a tener una dependencia en el suministro de semilla y de los insumos para poderlas sembrar (Desmond, 2016; Perelmuter, 2018). En el caso de México, en estados como Sinaloa, los agricultores adoptaron un sistema de producción intensiva, las empresas de semillas comenzaron la venta de diferentes semillas mejoradas y de los insumos químicos para poder sembrarlas y obtener los rendimientos prometidos (Lazos, 2012). Si los agricultores pierden las variedades locales y únicamente siembran la semilla disponible que las empresas de semillas ofrecen, el proceso de selección, tan importante para adaptar a las plantas a las condiciones ambientales locales, se pone en riesgo (Lazos, 2008). Por esta situación, es crucial mantener las redes de intercambio entre los agricultores. Además, es importante

mantener los bancos de semillas y los mercados locales debido a que son otra opción para poder adquirir semillas (Capítulo 1/artículo y Capítulo 2).

El debate sobre el alcance de las leyes de semillas y las patentes es crucial, sobre todo en un país como México, considerado un reservorio genético de cultivos de importancia económica para la alimentación. Si los agricultores pierden el derecho a las semillas se vulnera la producción de alimentos y los agricultores se verían en la necesidad de depender del insumo principal para iniciar la siembra, como lo es la semilla (Capítulo 3) (Peña-Sanabria, et al., 2020).

Es crucial plantear proyectos con la meta de proteger la agrobiodiversidad y de recuperar de forma inmediata las variedades de semillas perdidas. Algunas de las estrategias para lograr dicha meta es mantener funcionando las redes de intercambio entre los agricultores, tomar en cuenta y revalorar el trabajo de conservación de los agricultores nodales. De igual forma, es importante que tanto bancos como ferias de semillas continúen llevándose a cabo e incluso replicándose en más sitios, todo esto con el objetivo de lograr una agricultura sustentable y poder asegurar la producción de los alimentos.

### **Limitaciones de la investigación**

El presente proyecto presentó ciertas limitaciones. Una de estas es en relación al tamaño de la muestra de los agricultores que formaron parte de la encuesta (100 agricultores). El incluir a un mayor número de agricultores, hubiera permitido poder encontrar a un mayor número de agricultores (hombres y mujeres) nodales y de esta manera poder realizar un mayor número de análisis estadísticos. El número de municipios estudiados también podría ampliarse, debido a que los agricultores mencionaron intercambiar semillas con agricultores de otros estados y municipios aledaños, por lo cual, sería conveniente trazar la red de intercambio contemplando un mayor número de sitios. El intercambio de semillas es altamente dinámico entre los agricultores, por lo que sería conveniente tomar en cuenta diferentes ciclos agrícolas y monitorear cómo estos intercambios cambian a lo largo del tiempo. Otra limitante es en relación a la falta de estudios genéticos de las diferentes variedades nativas de maíz. Si bien los agricultores señalaban y distinguían las variedades que tenían, complementando esta información con análisis genéticos se podría tener mayor

certeza de que realmente se trata de diferentes variedades de maíz. En este trabajo se entrevistaron a pocas mujeres y jóvenes por lo cual sería conveniente tener un mayor acercamiento a ellos debido a que su trabajo es importante en la conservación de las semillas y en las diferentes actividades que desempeñan en el campo.

### **Futuras líneas de investigación en el tema sobre redes de semillas**

Es importante mencionar algunos puntos que se podrían considerar en trabajos futuros para continuar con el desarrollo sobre el tema de las redes de intercambio de semillas. Los agricultores nodales, al tomar un papel relevante en las redes de intercambio, podrían ser incluidos en programas enfocados en la conservación de la diversidad genética local. Son agricultores que podrían participar en el desarrollo de estrategias como el mejoramiento genético de los cultivos y en adaptar nuevas variedades a las condiciones locales o en la recuperación de cultivos que se han perdido o están en peligro de desaparecer. (Subedi et al., 2003., Subedi et al., 2005; Poudel et al., 2006; Baniya et al., 2003). Estas estrategias pueden ser apoyadas tanto por técnicos especializados, investigadores del tema e instituciones del gobierno enfocadas en la agricultura.

El apoyo a las ferias de semillas, a los agricultores nodales y el diálogo entre los agricultores para que puedan expresar sus experiencias en torno a la conservación de los cultivos son estrategias que deben tener mayor apoyo e impulso en diferentes estados del país para conservar la diversidad de las semillas.

Como se pudo apreciar a lo largo de este proyecto de investigación, los agricultores nodales son elementos claves y centrales de las redes de intercambio. Considerando este aspecto, sería interesante realizar modelaciones para conocer cómo las redes podrían cambiar a través del tiempo, por ejemplo, conocer si algunos de los agricultores nodales, después de cierto tiempo, continúan siendo o no centrales en las redes de intercambio. Conocer, cómo la red se modifica si ciertos nodales dejaran de estar presentes, o cómo estas redes cambian si aparecen nuevos agricultores nodales. Se podría saber en cuanto tiempo la red puede llegar a modificarse y como consecuencia cambiar los intercambios. Las redes de semillas son dinámicas, por esta razón nuevos elementos, como los bancos de semillas locales, ferias de semillas o mercados locales, pueden tomar mayor relevancia para poder conseguir semilla, por esta razón, es importante saber qué elementos y bajo qué condiciones podrían o no

continuar operando para la adquisición de variedades locales. Este trabajo analizó un lapso de cinco años de intercambios de semillas (2015-2019), sería interesante conocer cómo se mueven las semillas en ciclos agrícolas contrastantes. Conocer que tanto los intercambios, entre los agricultores, incrementan cuando el ciclo es poco favorable y cuales variedades son las más solicitadas en comparación con ciclos agrícolas favorables.

Se podría ampliar la muestra, contemplando a agricultores de municipios cercanos a Ixtenco y Huamantla y estados aledaños a Tlaxcala, como Puebla, debido a que, en este trabajo de investigación, se tuvo registro de intercambios con agricultores de estos sitios. Es importante profundizar y saber por qué los agricultores, de estas regiones, acuden a Ixtenco y Huamantla por semilla, si la razón principal se debe a que los agricultores pierden semilla debido a cuestiones ambientales o por plagas que afectan a los cultivos en campo, en almacenamiento o porque los agricultores buscan renovar semilla después de cierto tiempo.

Este trabajo de investigación se enfocó en tres cultivos (maíz, frijol y calabaza), sin embargo, se podrían realizar estudios sobre redes de intercambio considerando otros cultivos de importancia local, y de esta manera poder entender, a mayor detalle, el intercambio de cultivos en una comunidad. Incluso, se podrían llevar a cabo análisis complementando con la red de comercialización y de esta manera poder conocer la ruta que tienen los diferentes cultivos.

Los agricultores del estado de Tlaxcala difícilmente tienen conocimiento sobre las leyes de semillas vigentes, a pesar que desde el 2001 se aprobó la Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario para el estado de Tlaxcala (Lazos, 2014). Al respecto, sería importante conocer si esta ley ha contribuido y de qué manera en la conservación de las semillas nativas. Sería importante saber si se han llevado a cabo cursos, talleres o información dirigida hacia los agricultores con la finalidad de brindar información sobre esta ley presente en el estado. Esto nos permitiría conocer los alcances y limitaciones que esta ley han tenido en la protección de las semillas nativas.

El apoyo a los jóvenes es de suma importancia debido a que son el relevo para el cuidado y mantenimiento de las semillas. Se debe hacer un esfuerzo para que los jóvenes se interesen por el trabajo del campo, optar por condiciones que favorezcan el pago justo por la producción de los alimentos, realizar talleres con los jóvenes y apoyarlos en su educación y

en emprendimientos que puedan desarrollar en sus comunidades y a favor del cuidado de los cultivos.

## Conclusiones

### Conclusiones Capítulo 1/artículo

- Un total de 18 diferentes variedades de maíz fueron intercambiadas entre los agricultores de Ixtenco y Huamantla. En promedio cada agricultor realizó  $1.93 \pm 1.47$  intercambios de  $1.62 \pm 0.94$  variedades de maíz en un lapso de cinco años (2015-2019). La variedad de maíz blanco fue la más intercambiada (52 intercambios), seguida de la variedad amarilla (26 intercambios) y azul (22 intercambios). La mayoría de estos intercambios fueron entre conocidos de la misma localidad, miembros de la familia y en menor grado entre amigos, vecinos y gente que no conocen pero van con los agricultores para obtener semilla.
- La red de intercambio de maíz está conformada por 134 nodos con un total de 144 intercambios en el lapso comprendido de 2015-2019. Cinco agricultores nodales fueron identificados en la red de intercambio de maíz (cuatro hombres y una mujer). Cuatro agricultores son de Ixtenco y uno de Huamantla. Tres agricultores conectores fueron identificados, uno de Ixtenco y dos de Huamantla.
- Se detectó una tendencia de a mayor número de intercambios, un mayor número de variedades intercambiadas de maíz.
- Un total de nueve variedades de frijol se intercambiaron entre los agricultores de Ixtenco y Huamantla. En promedio, cada agricultor realizó  $2.3 \pm 1.84$  intercambios de  $1.93 \pm 1.08$  variedades de frijol de 2015-2019. La variedad de frijol amarillo y negro fueron las variedades más intercambiadas con 28 intercambios cada una. Los intercambios fueron entre conocidos de la misma localidad, gente que los agricultores no conocen pero acuden a ellos por semilla y en menor medida entre miembros de la familia y amigos.
- La red del cultivo de frijol esta conformada por 79 nodos con un total de 92 intercambios en el lapso de 2015-2019. En esta red fueron detectados tres agricultores nodales (dos mujeres y un hombre) todos de Ixtenco. Y sólo se detectó un agricultor conector de Huamantla.

- Se detectó una tendencia de a mayor número de intercambios, un mayor número de variedades intercambiadas de frijol.
- En el caso del cultivo de calabaza, los agricultores realizaron  $1.17 \pm 0.51$  intercambios de este cultivo. La red de este cultivo se formó de 64 nodos con un total de 41 intercambios del periodo 2015-2019. Los intercambios fueron entre conocidos de la misma localidad, gente que los agricultores no conocen pero acuden a ellos por semilla, amigos, familiares y vecinos.
- En la red de calabaza no se detectaron agricultores nodales pero se detectaron a tres agricultores conectores, dos de ellos de Ixtenco y uno de Huamantla.
- Las razones para intercambiar semilla es debido a que los agricultores pierden la semilla por heladas y buscan recuperarla, incrementar variedades, obtener diferentes colores de semillas para realizar artesanías, recambio de semilla, préstamo de semilla, recuperar o sembrar el cultivo y experimentar con nuevas variedades.
- En promedio, cada agricultor conserva  $3.17 \pm 2.22$  variedades de maíz y  $1.34 \pm 1.46$  variedades de frijol. No todas la variedades que los agricultores conservan las intercambian, esto es, los agricultores están conservando más variedades que las que intercambian de maíz, frijol y calabaza.
- Los cinco agricultores nodales detectados para el cultivo de maíz conservan en promedio  $6.4 \pm 2.70$  variedades de maíz y los tres agricultores nodales de frijol conservan en promedio  $4.33 \pm 0.57$  variedades de frijol.

## **Conclusiones Capítulo 2**

- Los agricultores de las localidades de estudio llevan a cabo estrategias para mantener las semillas locales como ferias de semillas nativas, bancos de semillas locales, reconocimiento de los agricultores cuidadores de variedades de importancia local. Estas diferentes estrategias se complementan entre sí y cambian dependiendo de contexto local y las necesidades de cada agricultor.
- En el acaso de las ferias de semillas y en particular la feria del municipio de Ixtenco ha motivado a los agricultores a continuar conservando las semillas nativas incrementando el número de variedades. En el caso del banco de semillas, podría

llegar a ser una práctica complementaria a la feria de semillas y rescatar semillas de cultivos que sólo algunos agricultores siembran.

- Los agricultores custodios llevan a cabo una tarea importante en el cuidado de variedades de importancia local y sería pertinente valorar y reconocer su trabajo de conservadores de la diversidad.

### **Conclusiones Capítulo 3**

- La red de abastecimiento de semillas, formada por los agricultores de Ixtenco, puede ser consideradas bajo el enfoque de bienes comunes, porque los agricultores tienen el conocimiento de las variedades locales, son conocimientos que aprendieron de sus antepasados y ellos continúan preservándolos.
- En las redes de intercambio de semillas de Ixtenco se detectaron agricultores con la capacidad de autoabastecerse de semillas, al mismo tiempo que conservan un alto número de variedades locales de maíz, frijol y calabaza.
- Los agricultores de Ixtenco también llevan a cabo experimentos para poder obtener nuevas tonalidades de colores de las semillas y tienen conocimiento de las diferentes variedades de semillas que hay en su comunidad.
- Una fuente importante para adquirir semilla entre los agricultores de Ixtenco es a través de la familia y conocidos.
- La pérdida de semillas en la zona de estudio se debe principalmente por aspectos ambientales como las heladas y sequías.

### **Conclusiones Capítulo 4**

- El número de agricultores nodales detectados en Ixtenco fue de seis (tres mujeres y tres hombres) y en Huamantla únicamente un agricultor. Tienen una edad promedio de 46 años y todos tienen parcela propia con una superficie promedio de 3.6 hectáreas.
- En el periodo que comprende de 2015-2019 los agricultores nodales, llevaron a cabo en promedio 6 intercambios de 4 diferentes variedades de maíz. Las variedades de maíz amarillo, negro y blanco fueron las más intercambiadas y estos intercambios fueron más frecuentes entre conocidos y amigos.

- En el caso del cultivo de frijol, los nodales llevaron a cabo en promedio 6.6 intercambios de 4.3 diferentes variedades de frijol siendo la variedad de frijol negro, amarillo y bayo las más intercambiadas y estos intercambios fueron principalmente entre conocidos y familiares.
- Para el cultivo de calabaza se registraron tres intercambios de dos agricultores nodales.
- La motivación principal para intercambiar semillas es volver a obtener semillas que se pierden debido a heladas y sequías.
- Los agricultores nodales llevan a cabo una serie de funciones para no perder la semilla como: selección cuidadosa de las características de las semillas, experimentar o adquirir nuevas variedades, renovar semilla “vieja por nueva”, guardar una parte de la cosecha y la siembra en diferentes pisos agrícolas.

## Referencias bibliográficas completas

Abay, F., de Boef, W. & Bjørnstad, Å. (2011). Network analysis of barley seed flows in Tigray, Ethiopia: supporting the design of strategies that contribute to on-farm management of plant genetic resources. *Plant Genetic Resources*, 9, 495–505.

Abizaid, C., Coomes, O. T., & Perrault-Archambault, M. (2016). Seed sharing in Amazonian indigenous rain forest communities: a social network analysis in three Achuar villages, Peru. *Human ecology*, 44(5), 577-594.

Aboites, G. (2012). Semillas, negocio y propiedad intelectual: tomando como estudio de caso al maíz en México. GEN, Trillas, México.

Aboites-Manrique, G., & Martínez, F. (2005). La propiedad intelectual de variedades vegetales en México. *Agrociencia*, 39(2), 237-245.

Aboites, G., Martínez, F., & Torres, G. (1999). El negocio de la producción de semillas mejoradas y su rol en el proceso de privatización de la agricultura mexicana. *Espiral Estudios sobre Estado y sociedad (eISSN: 2594-021X)*, 6(16).

Almekinders, C. (2000). The importance of informal seed sector and its relation with the legislative framework. GTZ-Eschborn. JOUR.

Almekinders, C. J. M., Louwaars, N. P., & De Bruijn, G. H. (1994). Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica*, 78(3), 207–216. JOUR.

Almekinders, C. J; Fresco, L.O., & Struik, P.C. (1995). The need to study and manage variation in agroecosystems. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 43: 127–142.

Altieri, M. A., Anderson, M. K., & Merrick, L. C. (1987). Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation biology*, 1(1), 49-58.

Álvarez-Buylla, E., Carreón, A., & San Vicente, A. (2011). Haciendo milpa: la protección de las semillas y la agricultura campesina. GEN, México: UNAM Semillas de Vida.

Aragón Cuevas, F. Castro-García, F.H., Cabrera-Toledo, J.M. & Osorio-Alcalá, L. (2011). *Bancos comunitarios de semillas para conservar in situ la diversidad vegetal*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, 9, pp.79.

Aragón Cuevas, F. & Sánchez Cuevas, A. (2019). *Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación in situ y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca*. [Archivo PDF].

<http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=NM&Numero=2>

Badstue, L.B. *Identifying the Factors that Influence Small-Scale Farmers' Transaction Costs in Relation to Seed Acquisition. An Ethnographic Case Study of Maize Growing Smallholders in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico*, FAO; ESA: Rome, Italy, 2004; pp. 1-43.

Badstue, L. B. (2007). Adquisición de semillas: el papel que juega la confianza. *LEISA*, 23(2), 14-17.

Badstue, L. B., Bellon, M. R., Berthaud, J., Juárez, X., Rosas, I. M., Solano, A. M., & 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. JOUR.

Badstue, L. B., Bellon, M. R., Berthaud, J., Ramírez, A., Flores, D., & Juárez, X. (2007). The dynamics of farmers' maize seed supply practices in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *World Development*, 35(9), 1579-1593.

Badstue, L. B., Bellon, M. R., Juárez, X., Manuel, I. & Solano, A. M. (2003). *Social Relations And Seed Transactions Among Smallscale Maize Farmers In The Central Valleys Of Oaxaca, Mexico; Preliminary Findings*.

Baker, H. G. (1972). Human influences on plant evolution. *Economic Botany*, 26(1), 32-43.

Baniya, B., Subedi, A., Rana, R., Tiwari, R. K., Chaudhary, P., Shrestha, S., Tiwari, P., Yadav, R., Gauchan, D. & Sthapit, B. (2003). What are the processes used to maintain genetic diversity on-farm. *Agrobiodiversity conservation on-farm: Nepal's contribution to a scientific basis for national policy recommendations (D. Gauchan, BR Sthapit and DI Jarvis, eds.)*. IPGRI, Rome, Italy, 20-23.

Barabási, A.L. Graph Theory. In *Network Science*, 1st ed.; Cambridge University Press: Glasgow, UK, 2016; pp. 43–69.

Bàrberi, P. (2013). Functional agrobiodiversity: The key to sustainability. *Agricultural Sustainability: Progress and Prospects in Crop Research*, 3-20.

Bellon, M.R. (2004). Conceptualizing interventions to support on-farm genetic resource conservation. *World Dev*, 32, 159–172

Bellon, M.R. (1996). The dynamics of crop infraspecific diversity: A conceptual framework at the farmer level. *Economic botany*, 50, 26–39.

Bellon, M.R., Barrientos, P.A., Colunga, G. M., Perales, H., Reyes, A., Rosales, S. & Zizumbo, V. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas,

en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 355-382.

Bellon, M. R., Berthaud, J., Smale, M., Aguirre, J. A., Taba, S., Aragón, F., Díaz, J. & Castro, H. (2003). Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(4), 401-416.

Bellon, M. R. & Brush, S. B. (1994). Keepers of maize in Chiapas, Mexico. *Economic Botany*, 48(2), 196-209.

Bellon, M. R., Gotor, E., & Caracciolo, F. (2015). Assessing the effectiveness of projects supporting on-farm conservation of native crops: evidence from the high Andes of South America. *World development*, 70, 162-176.

Benz, B. F. (2001). Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(4), 2104-2106.

Bernardo, H. M; Mota, C. (2017). La defensa y conservación de la diversidad de maíces nativos por agricultores agrupados en la red de alternativas agropecuarias sustentables (pp. 1-31). Jalisco, México. Fundación Semillas de Vida, A.C. Ciudad de México.

Biernacki, P. & Waldorf, D. (1981). Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociol. Methods Res*, 10, 141-163.

Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas México. 81-344 p.

Boege, E. (2021). Agricultura campesina sostenible y defensa *in situ* de semillas y cultivos nativos. La experiencia del Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero A.C. en

Tlaxcala. En Estudios de diversidad consevación in situ y mejoramiento de maíces nativos en México. Rafael Ortega Paczka compilador, primera edición, Universidad Autónoma Chapingo, México.

Brookfield, H., & Padoch, C. (1994). Appreciating agrodiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 36(5), 6-45.

Brookfield, H. & Stocking, M. (1999). Agrodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change*, 5: 77–80.

Brush, S. B. (1995). In situ conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop science*, 35(2), 346-354.

Cababié, J., Bonicatto, M. M., & Abbona, E. A. (2015). Semillas y saberes de los agricultores familiares. ¿Cuál es el rol de las ferias de intercambio en su reproducción y conservación?. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114(3), 122-128.

Cabrera, B. E. H., Macías-López, A., Ruiz, R. D., Ramírez, M. V., & Alvarado, A. D. (2002). Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(1), 17-23.

Cajero, M. (2009). Historia de los Otomíes en Ixtenco. *Instituto Tlaxcalteca de la Cultura, Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias Tlaxcala, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Tlaxcala, México.*

Calvet-Mir, L. & Salpeteur, M. (2016). Humans, plants, and networks: A critical review. *Environment and Society*, 7, 107–128.

Calvet-Mir, L., Calvet-Mir, M., Molina, J.L. & Victoria Reyes-García, V. (2012). Seed Exchange as an Agrobiodiversity Conservation Mechanism. A Case Study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. *Ecology and Society*, 17, 29.

Casas, A., & Caballero, J. (1995). Domesticación de plantas y el origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias*, (40), 36-44.

Castañeda Zavala, Y., González Merino, A., Chauvet Sánchez, M., & Ávila Castañeda, J. F. (2014). Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto. *Sociológica (México)*, 29(83), 241–279. JOUR.

Castañeda, Z. Y., Massieu, T. Y., Rodríguez, W. C. & Talavera, M. I. (2020). Casos 4 y 5 Maíces nativos en Tlaxcala: ecoinnovación e iniciativas locales. En *Una mirada a la ecoinnovación en organizaciones locales en México nuevos marcos explicativos*. Carrillo González Graciela & Ríos, Estrada Ruth Selene (Coordinadoras). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco División de Ciencias Sociales y Humanidades. Pp.143-168.

Castiñeiras, L., Cristóbal, R., Pinedo, R., Collado, L., & Arias, L. (2009). Redes de abastecimiento de semillas y limitaciones que enfrenta el sistema informal. Cómo Conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú, 73–84. JOUR.

Chacón, X., & García, M. (2016). Redes de custodios y guardianes de semillas y casas comunitarias de semillas nativas y criollas-Guía metodológica. Edición SWISSAID y Corporación Biocomercio Sostenible, 56p Bogotá, Colombia. Impreso en Colombia-Diciembre 2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2017. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). (2018). Razas de maíz de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

CONABIO (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (accessed on 5 March 2021). Razas de Maíz de Mexico. Available online:

<https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico>

CONABIO (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (5 de mayo de 2022). *Razas de Maíz de México*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico>

Coomes, O. T., McGuire, S. J., Garine, E., Caillon, S., McKey, D., Demeulenaere, E., & Emperaire, L. (2015). Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. *Food Policy*, *56*, 41-50.

Desmond, E. (2016). The legitimation of risk and Bt cotton: a case study of Bantala village in Warangal, Andhra Pradesh, India. *Journal of Risk Research*, *19*(2), 233–245. JOUR.

Devkota, R., Khadka, K., Gartaula, H., Shrestha, A., Upadhya, D., Chaudhary, P., & Patel, K. (2014). Farmers' Seed Networks and Agrobiodiversity Conservation for Sustainable Food Security: A Case from the Mid-Hills of Nepal. *Biodivers. Watch*, *4*, 109-133.

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

Doebley, J. (2004). The genetics of maize evolution. *Annu. Rev. Genet.*, *38*, 37-59.

Dressler, R. L. (1953). The pre-Columbian cultivated plants of Mexico. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, *16*(6), 115-172.

Dyer, G. A., & Taylor, J. E. (2008). A crop population perspective on maize seed systems in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(2), 470-475.

Eguiarte, L.E.; Hernández-Rosales, H.S.; Barrera-Redondo, J.; Castellanos-Morales, G.; Paredes-Torres, L.M.; Sánchez-de la Vega, G. & Lira, R. (2018). Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: El caso de las calabazas. *TIP Rev. Espec. Cienc. Químico-Biológicas*, 21, 85–101.

Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., Gómez, N., Sierra, M., Palafox, A., Caballero, F., Valdivia, R. & Rodríguez, F. (2008). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. En: *Revista Ciencias 92-93*, 118-125 p.

Espinosa-Calderón, A., Turrent-Fernández, A., Tadeo-Robledo, M., Vicente-Tello, S., Gómez-Montiel, N., Valdivia-Bernal, R., Sierra, M.M. & Zamudio-González, B. (2014).

Espinosa-Pérez, E. N., Ramírez-Vallejo, P., Crosby-Galván, M. M., Estrada-Gómez, J. A., Lucas-Florentino, B. y Chávez-Servia, J. L. (2015). Classification of common dry bean landraces from the south-center of Mexico by seed morphology. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 29-38.

Esteva, G. (2006). Los ámbitos sociales y la democracia radical. En ponencia para la Conferencia Internacional sobre Ciudadanía y Comunes, Ciudad de México, 7-9 de diciembre.

FAO. (2004). What is agrobiodiversity? Fact sheet from the training manual “Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. A Training Manual. (2005). Building on Gender, Agrobiodiversity and Local Knowledge, 1-78.

FAO. (2010). Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Retrieved from <http://www.fao.org/agriculture/seed/sow2/>

FAO. (2014). El estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. La Innovación en la Agricultura Familiar; FAO: Roma, Italia; p.11.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*. <https://www.fao.org/publications/fofa/en>

FAO. (2019). Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar 2019-2028. Plan de Acción Mundial; FAO, Roma, Italia; p.8.

FAO y PNUMA. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (13 de abril de 2022). *México en una mirada*. <https://www.fao.org/mexico/fao-en-mexico/mexico-en-una-mirada/es/>

FAO. The Future of Food and Agriculture: Alternative Pathways to 2050; FAO: Rome, Italy, 2018; p. 8. Available online: <https://www.fao.org/publications/fofa/en/> (accessed on 29 January 2022).

FAO; IFAD. *Decenio de las Naciones Unidas Para la Agricultura Familiar 2019–2028. Plan de Acción Mundial*; FAO: Rome, Italy, 2019; p. 8.

FAO. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. La Innovación en la Agricultura Familiar*; FAO: Rome, Italy, 2014; p. 11.

Fernández, S, R., Morales Chavez, L.A. & Gálvez, M. A. (2013). Importance of mexican maize landraces in the national diet. An essential review. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 36: 275–283.

Fernández, J. M. E., & Gutiérrez, J. G. (2012). Estado de los recursos fitogenéticos desde la perspectiva de las redes de semillas. *Agroecología*, 7(2), 47–63.

JOUR.

Fuller, D. Q., & Allaby, R. (2018). Seed dispersal and crop domestication: shattering, germination and seasonality in evolution under cultivation. *Annual Plant Reviews* (38), 238-295.

Gámez Vázquez, A. J., de la O Olán, M., Santacruz Varela, A., & López Sánchez, H. (2014). Conservación in situ, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1519-1530.

García López, V., Giraldo, O. F., Morales, H., Rosset, P. M. y Duarte, J. M. (2019). Seed sovereignty and agroecological scaling: two cases of seed recovery, conservation, and defense in Colombia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 43(7-8), 827-847.

González, A. Y. V., Mejía, M. C. C., Tapia, F. H., & Meléndez, F. C. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El alto, México. *Revista de ciencias sociales*, 24(2), 24-36.

Goodman, L.A. (1961). Snowball sampling. *Ann. Math. Stat.* 32, 148–170.

Gliessman, S.R. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*; Lewis Publishers: New York, NY, USA, 2000; pp. 3–24.

Gliessman, S. (2015). Saving seeds and saving culture. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(6), 599-600.

Gliessman, S. R. (2002). Importancia de los sistemas sostenibles para la producción de alimentos. En Eric Engles (Ed.), *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible* (pp. 3-16). LITOCAT, Turrialba.

Gruberg, H., Meldrum, C., Padulosi, S., Rojas, W., Pinto, M., & Crane, T. A. (2013). Hacia un mejor entendimiento sobre los agricultores custodios y sus roles: percepciones de un estudio de caso en Cachilaya, Bolivia. Bioversity International, Roma y Fundación PROINPA, La Paz.

Harlan, J. R. (1971). Agricultural Origins: Centers and Noncenters: Agriculture may originate in discrete centers or evolve over vast areas without definable centers. *Science*, 174(4008), 468-474.

Harlan, J. R. (1992). *Crops and man*. 2Ed. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America.

Heiser, C. B. (1988). Aspects of unconscious selection and the evolution of domesticated plants. *Euphytica*, 37(1), 77-81.

Hermann M, Amaya K, Latournerie L, Castiñeiras L, editores. (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, Roma, Italia, pp. 1-179.

Hernández, X. E. (1988). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, 38(8), 673-678.

Hernández, I., Monsalvo, G., & Trueba, A. (2015). Transmisión generacional de variedades de maíz tunicado en un contexto de migración, cambios sociales y de género. *Ciencias*, (118-119).

Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M., Luisa, P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104.

Hodgkin, T; Rana, R; Tuxill, J; Balma, D; Subedi, A; Mar, I; Karamura, D; Valdivia, R; Collado, L; Latournerie, L; et al. *Seed Systems and Crop Genetic Diversity in*

Agroecosistemas. En *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*; Jarvis, D.I. Padoch, C, Cooper, H.D., Eds. Bioersity Internacional: New York, NY, USA, 2007, Volume 492, pp.77-116.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2017). *Conociendo Tlaxcala* (7<sup>a</sup> ed.). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (6 de julio de 2022a). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29016#collapse-Indicadores>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (6 de julio de 2022b). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29013#collapse-Indicadores>

INEGI. (19 de enero de 2023a). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *México en Cifras. Tlaxcala* (29). <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29#collapse-Resumen>

INEGI. (19 de enero de 2023b). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *México en Cifras. Ixtenco, Tlaxcala* (29016). <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29#collapse-Resumen>

INEGI. (19 de enero de 2023c). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *México en Cifras. Huamantla, Tlaxcala* (29013). <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=29#collapse-Resumen>

INEGI. (5 de marzo de 2021). *Banco de Indicadores Ixtenco, Tlaxcala*. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=29016>

IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S. Settele, J. Brondízio, E.S. Ngo, H.T. Guèze, M. Agard, J. Arneeth, A. Balvanera, P. Brauman, K.A. Butchart, S.H.M. Chan, K.M.A. Garibaldi, L.A. Ichii, K. Lui, J. Subramanian, S.M. Midgley, G.F. Miloslavich, P. Molnár, Z. Obura, D. Pfaff, A. Polasky, S. Purvis, A. Razzaque, J. Reyers, B. Roy Chowdhury, R. Shin, Y.J. Visseren-Hamakers, I.J. Willis, K.J. & Zayas, C.N. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p.

Jaramillo, V.J. (1994). El cambio global: interacciones de la biota y la atmósfera. *Ciencias* núm. 35, julio-septiembre, pp. 4-14.

Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., & Bye, R. A. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. 1ed, *Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF*, pp. 1- 116.

Kohl, M., Wiese, S., & Warscheid, B. (2011). Cytoscape: software for visualization and analysis of biological networks. In *Data mining in proteomics* (pp. 291-303). Humana Press.

Larqué Saavedra, B. S., Uzcanga Pérez, N., Pérez del Ángel, A. L., Sangerman-Jarquín, D. M., Islas Gutiérrez, F., & Rojas Martínez, I. (2017). Experiencias de los productores de semillas de maíz híbrido del INIFAP en el mercado de Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1469-1482.

Lazos Chavero, E. (2008). La fragilidad de la biodiversidad: Semillas y suelos entre una conservación y un desarrollo empobrecido. Pp. 457-487 en: Seefoó, J.L. (ed.). Desde los colores del maíz: Una agenda para el campo mexicano. El Colegio de Michoacán, Zamora, Michoacán. México. Volumen II.

Lazos, Chavero .E. (2012). De la agrobiodiversidad al control de las transnacionales: La soberanía alimentaria como demanda política en México. En: Durand, L., Figueroa, F., &

Guzmán, M. (Eds.). (2012). *La naturaleza en contexto: Hacia una ecología política mexicana* (No. 577.0972 N3). Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Pp. 109-131.

Lazos Chavero, E. (2014). Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: el caso de Tlaxcala. *Sociológica (México)*, 29(83), 201-240.

Lazos Chavero, E. (2020). Experiencias que enriquecen las conceptualizaciones y las luchas en la defensa de los comunes en América Latina. En *Retos Latinoamericanos en la lucha por los comunes* (pp.207-218). Historias a compartir. Elena Lazos Chavero (Coord.). 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO.

Lazos Chavero, Elena & Michelle Chauvet (2011). Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. Proyecto Global de Maíces, Informe de Gestión, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F.

Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario, para el estado de Tlaxcala. Ley publicada en Número 2 Extraordinario del Periódico Oficial del Estado de Tlaxcala, el 18 de enero de 2011.

Ley de Semillas y Ley Federal de Variedades Vegetales y transgénicos de maíz en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(2), 293-308.

Ley Federal de Variedades Vegetales. Nueva Ley publicada en el Diario de la Federación el 25 de octubre de 1996.

Leyte, J. D., Delaquis, E., Van Dung, P., & Douchamps, S. (2022). Linking up: The role of institutions and farmers in forage seed exchange networks of Southeast Asia. *Human Ecology*, 50(1), 61-78.

Lira, R.; Rodriguez-Jimenez, C.; Alvarado, J.L.; Rodriguez, I.; Castrejon, J.; Dominguez-Marian, A. (1998). Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*, (42), 43–77.

Llamas-Guzmán, L. P., Lazos, C. E., Perales, R., H. R., & Casas, A. (2022). Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Sustainability*, 14(7), 3779.

Llamas-Guzmán, L.P., & Lazos, C. E. (2019). Estrategias de conservación de las semillas por medio de ferias, bancos de semillas locales y agricultores custodios. En *marejadas rurales*, 165.

Llanos Hernández, L. & Santacruz de León, E. E. (2018). Food sovereignty and environmental risk in the social construction of rural territory in San Juan Ixtenco, Tlaxcala. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (72), 67-100.

Lipper, L.; Anderson, C.L.; Dalton, T.J. Seed Trade in Rural Markets Implications for Crop Diversity and Agricultural Development, 1st ed.; The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan: Gateshead, UK; London, UK, 2010; pp. 1–232.

Lira, R., Rodriguez-Jimenez, C., Alvarado, J.L., Rodriguez, I., Castrejon, J. & Dominguez-Marian, A. (1998). Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mex*, 42, 43–77.

Lope-Alzina, D. G. (2007). Gendered production spaces and crop varietal selection: Case study in Yucatán, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 28(1), 21-38. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2006.00274.x>

Louette, D., Charrier, A. & Berthaud, J. (1997). In situ conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic botany*, 51(1), 20-38.

Love, B. (2007). Agrobiodiversity: Its Value, Measurement, and Conservation in the Context of Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31: 4–10.

Luna Mena, B. M., Hinojosa Rodríguez, M. A., Ayala Garay, Ó. J., Castillo González, F., & Mejía Contreras, J. A. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 1-7.

Mapes, C., Toledo, V. M., Barrera, N., & Caballero, J. (1994). La agricultura en una región indígena: la Cuenca del lago de Pátzcuaro. *Agricultura Indígena, Pasado y Presente. Ediciones de la Casa Chata. Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social. México, DF pp, 275-341.*

Mastretta-Yanes, A., Acevedo Gasman, F., Burgeff, C., Cano Ramírez, M., Piñero, D., & Sarukhán, J. (2018). An Initiative for the Study and Use of Genetic Diversity of Domesticated Plants and Their Wild Relatives. *Frontiers in Plant Science*, 9, 209. JOUR.

Mendoza, J. (2005). Los intercambios de las semillas en las relaciones sociales: una estrategia para la conservación de plantas cultivadas. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de Mérida, Yucatán.

Mendoza, C. G., Castillo, M. D. C. M., González, F. C., Ramírez, F. J. S., Alvarado, A. D., & Pecina-Martínez, J. A. (2020). Agronomic performance and grain yield of mexican purple corn populations from Ixtenco, Tlaxcala. *Maydica*, 64(3), 9.

Mendoza-Mendoza, C.G.; Castillo, M.D.C.M.; González, F.C.; Ramírez, F.J.S.; Alvarado, A.D.; Pecina-Martínez, J.A. (2019). Agronomic Performance and Grain Yield of Mexican Purple Corn Populations from Ixtenco. *Maydica*, 64, 9.

Meyer, R. S., DuVal, A. E., & Jensen, H. R. (2012). Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. *New Phytologist*, 196(1), 29–48. JOUR.

Milla, R., Osborne, C. P., Turcotte, M. M., & Violle, C. (2015). Plant domestication through an ecological lens. *Trends in ecology & evolution*, 30(8), 463-469.

Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398. JOUR.

Neurath, J. (2003). Huicholes. *Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 6-11.

Nicholls, C. & Altieri, M. 2012. Estrategias agroecológicas para incrementar la resiliencia. *LEISA revista de agroecología*. 14-17.

Noriero Escalante, L., & Massieu Trigo, Y. C. (2018). Campesinos maiceros en Tlaxcala: viabilidad, caracterización y respuestas ante el maíz transgénico. *Sociedad y ambiente*, (16), 179-206.

Ortega, A. (1987). *Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo*. BOOK, Cimmyt.

Otieno, G., Zebrowski, W. M., Recha, J., & Reynolds, T. W. (2021). Gender and Social Seed Networks for Climate Change Adaptation: Evidence from Bean, Finger Millet, and Sorghum Seed Systems in East Africa. *Sustainability*, 13(4), 2074.

Pautasso, M., Aistara, G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O., Delêtre, M., Demeulenaere, E., Santis P., Döring, T., Eloy, L., Emperaire, L., Garine, E., Goldringer, I., Jarvis, D., Joly, H.I., Leclerc, C., Louafi, S., Martin, P.,... y Tramontini, S. (2013). Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for sustainable development*, 33(1), 151-175.

Perelmuter, T. (2011). Bienes comunes vs. mercancías: las semillas en disputa. Un análisis sobre del rol de la propiedad intelectual en los actuales procesos de cercamientos. *Sociedades Rurales, Producción Y Medio Ambiente*, 11(22), 53–86. JOUR.

Perelmuter, T. (2014). Bienes comunes vs. mercancías: las semillas en disputa. Un análisis sobre del rol de la propiedad intelectual en los actuales procesos de cercamientos. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, (22), 53-86.

Perelmuter, T. (2018). Apropiación de semillas: soberanía alimentaria y tecnológica en riesgo. *Ciencia, tecnología y política*, 1(1), p. 1-9.

Pérez, J. R. P., Sáenz, L. M. S., & Puch, M. K. O. (2011). Feria de Intercambio de Saberes: semillas, animales y herramientas de trabajo. *Revista de Geografía Agrícola*, (46-47), 29-52.

Peña-Sanabria, K.A., Bracamontes Nájera, L., Benítez, M., Cremaschi A., Jönsson, M., Acevedo, F., Tadeo Robledo, M., Espinosa Calderon, A., Mora, K., Kleinfeld Ávila, T., Wegier, A., García Maning, G., Escalona Aguilar, M.A., García-Herrera, R., Espinosa, C. (2020). Semillas para el bien común. Compendio de experiencias latinoamericanas y herramientas legales para su defensa en México. Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad de México, México.

Pérez, D. C. Q., Herrera, J. C., Escalante, L. N. y del Valle, J. M. Z. (2017). Maíz: Sustento de vida en la cultura Teenek. Comunidad Tamaletom, Tancanhuitz, SLP México. *Revista de Geografía Agrícola*, (58), 5-19.

Pérez, J. R. P., Sáenz, L. M. S., & Puch, M. K. O. (2011). Feria de Intercambio de Saberes: semillas, animales y herramientas de trabajo K'eex ne'ek oób balchee'ob yetel u nucuil meyaj. *Revista de Geografía Agrícola*, (46-47), 29-52.

Pineda Pinzón, E. C. (2012). Conocimientos tradicionales asociados a semillas y derechos colectivos: un debate bioético en Colombia. DISS, Facultad de Instituto de Bioética.

Pinedo, R., Collado, L., Latournerie, L., Castiñeiras, L., Barrios, O., y Mijangos, J. (2009). El agricultor nudo en la dinámica del sistema informal de semillas. *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú?*, p 85.

Poudel, D., Shrestha, P., Basnet, A., Shrestha, P., Sthapit, B., & Subedi, A. Stability of farmers' networks and nodal farmers in rice seed flow system: does it matter for on-farm conservation? En *On-farm Management of agricultural biodiversity in Nepal: Lessons learned, Proceedings of National Symposium, Kathmandu, Nepal, 18-19 July 2006*; Sthapit, B., Gauchan, D., Eds. LI-BIRD: Pokhara, Nepal; Bioversity International: Rome, Italy; Nepal Agriculture Research Council: Kathmandu, Nepal, 2006; pp 99-108.

Poudel, D., Sthapit, B., & Shrestha, P. (2015). An analysis of social seed network and its contribution to on-farm conservation of crop genetic diversity in Nepal. *Int. J. Biodivers*, 1-13.

Powell, A. A., Oliveira, M. D. A., & Matthews, S. (1986). The role of imbibition damage in determining the vigour of white and coloured seed lots of dwarf french beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Experimental Botany*, 37(5), 716-722.

Pringle, H. (1998). Neolithic agriculture: the slow birth of agriculture. *Science* 282, 1446.

Ramprasad, V. (2007). Para mantener la diversidad genética: Bancos comunitarios de semillas. *LEISA Revista de Agroecología*, 18-20.

RAN (Registro Agrario Nacional). (22 de marzo de 2021). *Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. <https://phina.ran.gob.mx/index.php>

Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco (RASA). (2018). Retrieved septiembre 30, 2018, Link <https://redrasa.wordpress.com>

Requena S.F. (1989). El concepto de red social. *Reis*, 48, 137-152.

Rindos, D. (1984). *The origins of agriculture: An evolutionary perspective*. (A.Press, Ed.). San Diego, CA. 360 p.

Rodier, C., & Struik, P. C. (2018). Nodal farmers' motivations for exchanging sorghum seeds in Northwestern Ethiopia. *Sustainability*, *10*(10), 3708.

Rojas, W., Pinto, M., Flores, J., Mamani, R., & Padulosi, S. (2014). Los agricultores custodios: fortalecimiento de la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad en Bolivia. En *I. Congreso Nacional de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad por la Seguridad y Soberanía Alimentaria de los Pueblos* (No. CIDAB-SB128-C6). Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (Bolivia).

Rosenthal, J. P., & Welter, S. C. (1995). Tolerance to herbivory by a stem-boring caterpillar in architecturally distinct maize and wild relatives. *Oecologia*, *102*(2), 146-155.

Sangermán-Jarquín, D. M., Gámez-Vázquez, A. J., Navarro-Bravo, A., Ávila-Perches, M. Á. & Schwentesius-Rindermann, R. (2018). Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.). *Revista fitotecnia mexicana*, *41*(4), 451-459.

Sánchez-Morales, P., Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., Sánchez-Escudero, J., María-Ramírez, A., & Argumedo-Macías, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, *9*, 111-122.

Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. En *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, Número 7. Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE), Documento de Trabajo 03-07, p.21-29.

Santilli, J. (2012). *Agrobiodiversity and the Law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity*. Routledge.

Scoones, I., & Thompson, J. (2011). The Politics of Seed in Africa's Green Revolution. Alternative narratives and competing pathways. *ids Bulletin*, 42(4), 1-23.

Scribano, A. O. (2008). *El proceso de investigación social cualitativo*. Prometeo Libros Editorial, pp. 300.

Shagarodsky, T., Arias, L., Castiñeiras, L., García, M., & Giraudy, C. (2009). Ferias de agrobiodiversidad y semillas como apoyo a la conservación de la biodiversidad en Cuba y México. *¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú?*, 101.

Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N. S., Wang, J. T., Ramage, D., Amin, N., Schwikowski, B., & Ideker, T. (2003). Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome research*, 13(11), 2498-2504.

Shrestha, P., Vernooy, R., & Chaudhary, P. (2013). Community Seed Banks in Nepal: past, present, future. In *Proceedings of a national workshop, 14–15 June 2012, Pokhara, Nepal*.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (30 de septiembre de 2018). <https://www.gob.mx/siap>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Infografía Agroalimentaria. Tlaxcala. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México, México. Pp.31.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (8 de Mayo de 2021). Avance de Siembras y Cosechas Resumen por Estado: Tlaxcala. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (19 de enero de 2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Avance de Siembras y Cosechas*. [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/)

Sievers-Glotzbach, S., Tschersich, J., Gmeiner, N., Kliem, L., & Ficiciyan, A. (2020). Diverse seeds—shared practices: Conceptualizing seed commons. *International Journal of the Commons*, 14(1).

Song, Y., Fang, Q., Jarvis, D., Bai, K., Liu, D., Feng, J., & Long, C. (2019). Network analysis of seed flow, a traditional method for conserving Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) landraces in Liangshan, Southwest China. *Sustainability*, 11(16), 4263.

Sthapit, B. (2013) ‘Emerging theory and practice: community seed banks, seed system resilience and food security,’ en P. Shrestha, R. Vernooy y P. Chaudhary (eds) *Community Seed Banks in Nepal: Past, Present, Future. Proceedings of a National Workshop, 14–15 June 2012, Pokhara, Nepal*. Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, Pokhara, Nepal, y Bioversity International, Roma, Italia, pp.16–40.

Subedi, A., Chaudhary, P., Baniya, B., Rana, R., Tiwari, R. K., Rijal, D., Jarvis, D., Sthapit, B. (2003). Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agrobiodiversity management. *Agrobiodiversity Conservation on-Farm: Nepal’s Contribution to a Scientific Basis for National Policy Recommendations*, 10 February 2002, Kathmandu, Nepal, 24. JOUR.

Subedi, A., Singh, D., Shrestha, P., Subedi, S. R. y Sthapit, B. R. (2005). Stability of farmers’ networks and nodal farmers in terai and hill villages of Nepal: implications for agrobiodiversity management on-farm. En *On-farm conservation of agricultural biodiversity in Nepal: Volume II. Managing Diversity and Promoting Its Benefits*, Proceedings of the Second National Workshop, Nagarkot, Nepal, 25-27 August 2004; Sthapit, B.R., Upadhyay, MP., Shrestha, P.K., Jarvis, D.I., Eds. International Plant Genetic Resources Institute: Rome, Italy, 2005; Volumen 2, pp. 36-40.

Sustainable Development Goals. (17 de marzo de 2022).  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>

Tapia, M. E. (2000). Mountain agrobiodiversity in Peru. *Mountain Research and Development*, 20(3), 220-225.

Thomas, M., & Caillon, S. (2016). Effects of farmer social status and plant biocultural value on seed circulation networks in Vanuatu. *Ecology and Society*, 21(2).

Thrupp, L. A. (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International Affairs*, 76(2), 283–297. JOUR.

Trigo, Y. M., & Osorio, A. G. Maíces nativos y biopiratería en la sierra Mixe de Oaxaca. En *Despojo y resistencias en tiempos de extractivismo* Volumen 1, Antonio Castellanos Navarrete coordinador. Asociación Mexicana de Estudios Rurales, A.C. 2021 primera edición. Impreso en México.

Tilman, D. (1998). The greening of the green revolution. *Nature*, 396(6708), 211. JOUR.

Trueba, C. A. & Turrent, F. C. (2015). Pasado y futuro del maíz ajo o tunicado. *Revista Ciencias*, 16-22.

Tuxill, J. (2004). Effects of a regional drought on local management of seed stocks of maize, beans, and squash in central Yucatan state, Mexico: Preliminary findings. En *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Editores Chávez-Servia, J.L.; Tuxill, J. & Jarvis, D.I. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. Páginas 141-149.

Upadhyay, M. P., Rijal, D. K., Chaudhary, P., Khatiwada, S. P., Shakya, D. M., Tiwari, P. R., Pandey, D., Rana, R.B., Tiwari, R.K., Subedi, A. y Sthapit, B. R. (2001). Promoting

conservation and utilization of agrobiodiversity through diversity fairs. *On-farm management of agricultural biodiversity in Nepal*, 215.

UPOV. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. (enero 15 de 2018) <http://www.upov.int/portal/index.html.es>

van Niekerk, J. y Wynberg, R. (2017). Traditional seed and exchange systems cement social relations and provide a safety net: A case study from KwaZulu-Natal, South Africa. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(9-10),

Vara-Sánchez, I., & Padilla, M. C. (2013). Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. *Ecosistemas*, 22(1), 5-9.

Velásquez, D., Trillo, C., Cruz, A., & Bueno, S. (2013). Intercambio tradicional de semillas de tuberosas nativas andinas y su influencia sobre la diversidad de variedades campesinas en la sierra central del Perú (Huánuco). *Zonas Áridas*, 15(1), 110–127. JOUR.

Velásquez-Milla, D., Casas, A., Torres-Guevara, J., & Cruz-Soriano, A. (2011). Ecological and socio-cultural factors influencing in situ conservation of crop diversity by traditional Andean households in Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(1), 1-20.

Vercelli, A., & Thomas, H. (2008). Repensando los bienes comunes: análisis sociotécnico sobre la construcción y regulación de los bienes comunes. *Scientiae Studia*, 6(3), 427–442. JOUR.

Vernooy, R.; Shrestha, P.; Sthapit, B. (2015). *Community Seed Banks: Origins, Evolution and Prospects*, 1st ed.; Routledge: New York, NY, USA, 2015; pp. 1–270.

Vernooy, R.; Sthapit, B.; Galluzzi, G.; Shrestha, P. (2014). The Multiple Functions and Services of Community Seedbanks. *Resources*, 3, 636–656.

Violon, C., Thomas, M., y Garine, E. (2016). Good year, bad year: changing strategies, changing networks? A two-year study on seed acquisition in northern Cameroon. *Ecology and Society*, 21(2).

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.

Wellhausen, E. J; Roberts, L.M; Hernandez, E.X. (1951). *Razas de maíz en México; Su origen, Características y Distribución*; Aldina: Ciudad de México, México.

Wood, D., & Lenne, J. M. (1997). The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. *Biodiversity & Conservation*, 6(1), 109-129.

Zizumbo-Villarreal, D.; Colunga-GarcíaMarín, P. (2010). Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genet. Resour. Crop Evol*, 57, 813–825.

Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press on Demand.

## **Anexo**

Guion de la entrevista para productores de las comunidades de Ixtenco y Huamantla

**Estado:**

**Municipio:**

**Localidad:**

**Fecha:**

**Nombre del entrevistador:**

**Nombre del entrevistado:**

**Sexo:** M H

**Edad:**

### **Redes semillas nativas**

1. ¿Cuántas parcelas tiene y que siembra en cada una de ellas?
2. ¿Cuál es la superficie de las parcelas?
3. Caracterizar cada una de las parcelas (superficie, ubicación, tipo de suelo, tipo de clima)
4. ¿Por qué razón mantiene estas parcelas?
5. ¿Las parcelas donde siembra, son parcelas propias o las renta?
6. ¿Cuál es el costo de la renta?
7. ¿Dónde consigue las semillas de cada una de las variedades que siembra?  
Amigo, vecino, familiar, en el mercado, autoproducción, etc.
8. ¿Siempre le pide semillas a esta persona? ¿Por qué a esta persona?
9. ¿Desde hace cuánto tiempo conserva estas semillas?
10. ¿Por qué le gustan estas variedades (cada una de las variedades que siembra)?
11. ¿Por qué prefiere sembrar estas variedades y no otras?
12. ¿Qué usos le da a sus variedades?
13. ¿Probaría sembrar otra variedad?, ¿por qué?

### **Frijol-Calabaza**

14. ¿Siembra calabaza y frijol?
15. ¿Dónde consigue las semillas de calabaza y frijol?
16. ¿Desde hace cuánto tiempo tiene las semillas?
17. ¿Cuáles variedades de calabaza y frijol tiene? ¿Cómo se llaman?
18. ¿Siembra el frijol y la calabaza al mismo tiempo que el maíz?
19. La semilla que produce de maíz, frijol y calabaza ¿es para el autoconsumo o para la venta?
20. ¿Cuanto tiempo le dura el grano de maíz para preparar sus alimentos?
21. ¿Cuánto tiempo le alcanza el frijol y la calabaza?
22. ¿Podría decirnos el nombre de todas las personas a las que alguna vez le ha dado semillas de maíz, frijol y calabaza?
23. ¿Podría nombrar a las personas que alguna vez le dieron semillas de maíz, frijol y calabaza?
24. El ciclo pasado, ¿Alguna persona le dio semillas para sembrar? ¿por qué razón?

## Preparación de la tierra para la siembra

### 25. ¿Cómo prepara la tierra para sembrar?

#### a. Preparación de la tierra

Barbecho	Rastro	Semilla Si compra, ¿cuánto cuesta?	¿Cuántas personas ayudan en la siembra? ¿De cuánto es el jornal? Días que dura la siembra	Deshierbe	Surcada	Deshierbe	Doblada del maíz	Cosecha ¿Cuántas personas ayudan en la cosecha? ¿De cuánto es el jornal? Días que dura la cosecha
----------	--------	--	--	-----------	---------	-----------	---------------------	---

26. ¿Cuándo comienza la siembra del maíz (de todas las variedades)?
27. ¿Cuánto tiempo tarda para tener mazorca de las variedades de maíz?
28. ¿Cuándo comienza la siembra del frijol (de todas las variedades)?
29. ¿Cuándo comienza la siembra de la calabaza (de todas las variedades)?
30. ¿Cuántas cosechas tiene al año?
31. ¿En la primera, cuánto cosecha? ¿En la segunda?
32. ¿Cómo controla las malezas?
33. ¿Utiliza fertilizantes, herbicida?
34. ¿Cuánto le cuesta el herbicida?
35. ¿Cuánto le cuesta el fertilizante?
36. De la familia, ¿qué otras personas siembran?
37. ¿Las mujeres participan en las actividades del campo?, ¿En qué ayudan?  
Cuando usted no se encuentra ¿Ellas ayudan en el campo?
38. ¿Las mujeres seleccionan semillas? ¿Ellas intercambian semillas?
39. Las mujeres, cuando se casan ¿heredan semilla?
40. Dentro de la comunidad, ¿Hay personas que dejan como herencia las semillas?  
¿Usted ha recibido semillas como herencia?
41. ¿Qué otros cultivos siembra, además de maíz, frijol y calabaza?
42. ¿Tiene animales? ¿Cuánto ganado? ¿Qué les da de comer?
43. ¿Vive solamente de la agricultura o tiene otras actividades?

## Pérdida de semillas, almacenamiento y plagas en semillas

44. ¿Alguna vez ha perdido sus semillas de maíz, frijol o calabaza, por qué razón (helada, mala cosecha, etc)? ¿Cuál variedad ha perdido?
45. ¿Cómo recupera la semilla que perdió? ¿A quién se la pide? ¿La compra? ¿Se la prestan? ¿Quién se la presta?
46. ¿Usted devuelve la semilla que le prestaron? ¿La misma semilla y la misma cantidad? ¿o devuelve el pago con otra variedad de semilla que le prestaron?
47. ¿Tiene o ha tenido problemas con alguna plaga de maíz, frijol o de calabaza?  
¿Cuál o cuáles plagas? ¿Cómo las controla?

## Venta de semillas

48. ¿Vende las semillas?
49. Si vende las semillas, ¿A quién se la vende?, ¿En cuánto las vende?

**50. ¿Conoce el destino de estas semillas?**

**Leyes de semillas**

- 51. ¿Pertenece a algún grupo de productores?**
- 52. ¿Conoce la Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario para el estado de Tlaxcala?**
- 53. ¿Conoce la Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas o la Ley de Variedades Vegetales?**

**Festividades relacionadas con las semillas**

- 54. ¿Qué significa el maíz, el frijol y la calabaza para usted?**
- 55. ¿Realizan alguna festividad del maíz, frijol y calabaza?**
- 56. ¿Realizan ferias de maíz, frijol y calabaza?, ¿En qué fechas?**

**Preguntas semillas mejoradas**

- 57. ¿Siembra alguna semilla mejorada?, ¿por qué?**
- 58. ¿Cuáles semillas mejoradas compra?**
- 59. ¿Dónde compra los híbridos que siembra?**
- 60. ¿Qué cantidad de semilla compra? ¿Compra por kilo, la bolsa o el saco?**
- 61. Las semillas que compra, ¿Son de un agricultor certificado?**
- 62. ¿Cuánto cuestan las semillas mejoradas?**
- 63. ¿Recibe algún tipo de subsidio para la compra de semillas?, ¿De cuánto es el subsidio?**
- 64. ¿Qué características tienen estas semillas?, ¿Qué ventajas tienen estas semillas para usted?**
- 65. ¿Ocupa fertilizantes para la siembra de estas semillas?**
- 66. La producción de estas semillas, ¿las vende? ¿las conserva para la siguiente siembra?**
- 67. Si vende las semillas, ¿A quién se la vende?, ¿En cuánto las vende?**
- 68. ¿Conoce el destino de estas semillas?**
- 69. ¿Resiembra estas semillas para cosecha?**
- 70. ¿En qué casos resiembra estas semillas para cosecha?**

## Cuestionario aplicado a productores de Ixtenco y Huamantla

Cuestionario Redes de abastecimiento de semillas				
Fecha:		Estado:		Municipio:
Nombre del productor (a) entrevistado (a):				
Sexo: Hombre    Mujer		Edad:		
Número de parcelas cultivadas al año:	Parcela propia (1, 2, 3)	Parcela rentada (1, 2, 3)		
Tipo de parcela(s)	Temporal ( )	Riego ( )	Ambas ( )	
Superficie de la(s) parcelas:				
1.				
2.				
3.				
Ubicación de la(s) parcela(s):	Zona alta ( )	Zona media ( )	Zona baja ( )	
1.				
2.				
3.				
Cuántas cosechas de maíz tiene al año:	1	2	Otro:	
Cuántas cosechas de frijo tiene al año:	1	2	Otro:	
Cuántas cosechas de calabaza tiene al año:	1	2	Otro:	
Información de la semilla				
¿Dónde consigue las semillas que siembra?				
Semillas propias ( )    Amigo ( )    Vecino ( )    Familiar ( )    Mercado ( )    Otro ¿De dónde?				
Si las semillas se las da un amigo o familiar, ¿Por qué le pide semillas a esta persona?				
Cuántas variedades de maíz tiene y cuáles son:				
1.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
2.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
3.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
4.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
5.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
6.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
7.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
8.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
9.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:	
1.	¿qué le gusta de esta variedad?	SI    NO	¿cómo la recuperó y cuándo?	
2.		SI    NO		
3.		SI    NO		
4.		SI    NO		
5.		SI    NO		
6.		SI    NO		
7.		SI    NO		
8.		SI    NO		
9.		SI    NO		
¿Cuál de todas estas variedades es la más importante para usted y por qué?				

**Cuántas variedades de frijol tiene y cuáles son:**

1.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
2.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
3.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
4.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
5.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
6.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
7.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
8.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
9.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:

	¿qué le gusta de esta variedad?	¿Alguna vez la ha perdido?	¿cómo la recuperó y cuándo?
1.		SI NO	
2.		SI NO	
3.		SI NO	
4.		SI NO	
5.		SI NO	
6.		SI NO	
7.		SI NO	
8.		SI NO	
9.		SI NO	

¿Cuál de todas estas variedades es la más importante para usted y por qué?

---

**Cuántas variedades de calabaza tiene y cuáles son:**

1.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
2.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
3.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
4.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
5.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
6.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
7.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
8.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:
9.	Desde cuándo la tiene:	Quién se la dio:	Usos:

	¿qué le gusta de esta variedad?	¿Alguna vez la ha perdido?	¿cómo la recuperó y cuándo?
1.		SI NO	
2.		SI NO	
3.		SI NO	
4.		SI NO	
5.		SI NO	
6.		SI NO	
7.		SI NO	
8.		SI NO	
9.		SI NO	

¿Cuál de todas estas variedades es la más importante para usted y por qué?

---

¿En qué características se fija al seleccionar las semillas de maíz?

¿En qué características se fija al seleccionar las semillas de frijol?

¿En qué características se fija al seleccionar las semillas de calabaza?

¿Probaría sembrar otra variedad de maíz? SI NO ¿por qué?		
¿Probaría sembrar otra variedad de frijol? SI NO ¿por qué?		
¿Probaría sembrar otra variedad de calabaza? SI NO ¿por qué?		
El ciclo pasado, ¿Alguna persona le dio semillas para sembrar? SI NO ¿Por qué razón?		
¿Siembra otra cosa, que no sea maíz, frijol y calabaza? SI NO	¿Qué más siembra?:	
La semilla que siembra es para:  Autoconsumo ( ) Otro uso, cuáles:	Venta ( ) ¿A quién le vende su semilla?	¿En cuánto vende la semilla?
¿Conoce el destino de su semilla? SI NO ¿cuál es el destino de su semilla?		
¿Alguna vez ha perdido sus semillas? SI NO		
¿Por qué razón? Helada ( ) Plaga ( ) Sequía ( ) Granizo ( ) Otro:		
¿Cómo recupera la semilla que perdió?  Compra ( ) Se la regalan ( ) ¿Quién se la regala? ( ) Se la prestan ( ) ¿Quién se la presta?		
¿Alguien de la comunidad le ha pedido semilla para sembrar en este ciclo? SI NO		
¿Quién le pidió semilla?  Amigo ( ) Vecino ( ) Familiar ( ) Otro:		
Usted: ¿Le vendió la semilla? SI NO ¿La regaló la semilla? SI NO Otro:		
¿Usted, en este ciclo, le pidió semilla a alguien para sembrar? SI NO		
¿A quién le pidió semilla?  Amigo ( ) Vecino ( ) Familiar ( ) Otro:		
¿Usted cómo devuelve la semilla que le prestaron?		
¿Devuelve la misma semilla y la misma cantidad? SI NO		
¿Devuelve el pago con otra variedad de semilla que le prestaron? SI NO		
¿Tiene o ha tenido problemas con alguna plaga de maíz, frijol o de calabaza? SI NO		

¿Cuál o cuáles plagas? Plaga Maíz: Plaga frijol: Plaga calabaza:	
<b>Preparación de la tierra</b>	
Al preparar el terreno para la siembra utiliza:  Yunta ( ) Tractor ( ) Ambos ( )	
¿Utiliza fertilizantes? SI NO ¿cuál fertilizante?	
¿Utiliza herbicida? SI NO ¿cuál herbicida?	
¿Las mujeres participan en las actividades del campo? SI NO  ¿En qué actividades participan?	
¿Las mujeres seleccionan semillas? SI NO	¿Ellas intercambian semillas? SI NO
¿Vive solamente de la agricultura? SI NO	
¿Tiene otras actividades a parte del campo? SI NO	¿Cuáles?
¿Usted participa en la feria de semillas? SI NO  ¿Por qué le gusta participar?  ¿Por qué no participa?	
<b>Semillas híbridas</b>	
¿Siembra alguna semilla mejorada de maíz? SI NO ¿cuál? o ¿cuáles? ¿de qué marca?	
1.	¿este semilla la reproduce o la intercambia? ¿desde que año compra?
2.	¿este semilla la reproduce o la intercambia? ¿desde que año compra?
3.	¿este semilla la reproduce o la intercambia? ¿desde que año compra?
4.	¿este semilla la reproduce o la intercambia? ¿desde que año compra?
¿Por qué le gustan las semillas mejoradas?	

¿Por qué no le gustan las semillas mejoradas?
¿Cuáles semillas mejoradas compra?
¿Dónde compra o dónde consigue los híbridos que siembra?
¿Qué cantidad de semilla compra?
¿Las semillas que compra son de un agricultor certificado? SI NO
¿Estaría interesado en probar otros híbridos? SI NO ¿Por qué?
¿Recibe algún tipo de subsidio para la compra de semillas? SI NO ¿De cuánto es el subsidio?
¿Pertenece a algún grupo de productores? SI NO ¿A cuál grupo?
¿Qué otros cultivos siembra a parte de maíz, frijol y calabaza?  ¿Alguna vez ha sembrado variedades mejoradas? SI NO  ¿Por qué razón?

Fotos de los agricultores, parcelas y maíces de Ixtenco y Huamantla



Agricultores mostrando las mazorcas de maíz que conservan. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2018.



Cosechando el maíz. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2018.



Rastrojo de maíz para los animales. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2018.



“Fiesta del maíz” en Ixtenco. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2022.



Almacenamiento del maíz. Fotos de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2018.



Artesanías elaboradas por los agricultores de Ixtenco. Foto de Llamas-Guzmán, Ixtenco 2019.