



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DIRECCIÓN DE CENTROS REGIONALES
UNIVERSITARIOS**

**CAPITAL SOCIAL Y FLUJO DE GERMOPLASMA DE
AGUACATE EN ZACAPALA, PUEBLA**

TESIS DE GRADO

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL
REGIONAL

PRESENTA:
MARIANO VÁZQUEZ PÉREZ

Bajo la supervisión de: Dr. ANGEL PITA DUQUE



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
CENTRO DE EXAMENES PROFESIONALES



Dirección de Centros
Regionales Universitarios

Chapingo, Estado de México, Enero del 2019

**CAPITAL SOCIAL Y FLUJO DE GERMOPLASMA DE AGUACATE EN
ZACAPALA, PUEBLA**

Tesis realizada por Mariano Vázquez Pérez, bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener
el grado de:

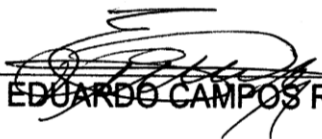
MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

CODIRECTOR:



DR. ANGEL PITA DUQUE

CODIRECTOR:



DR. EDUARDO CAMPOS ROJAS

ASESOR:



DR. ROBERTO RENDÓN MEDEL

ASESOR:



DRA. VENERANDA XOCHITL JUÁREZ
VARELA

DEDICATORIA

A Roberta, mi esposa, y a mis amadas hijas, Ana Maura, Verónica y Marianita quienes me motivan cada día en mi vida a mejorar en todos los aspectos y, sobre todo, por ser de lo mejor que me ha pasado en esta vida.

A mis padres, Don Mariano Vázquez Luis y Doña Bernarda Pérez Velázquez, por el apoyo que siempre me han mostrado incondicionalmente.

A mis hermanos Ana, Gilberto, Antonio y Dulce, por todo su cariño y apoyo, así como a mis sobrinas y sobrinos.

A mis compañeros y amigos de la MCDRR por los buenos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por brindarme nuevamente las facilidades para mi desarrollo profesional.

Al CONACYT, por otorgarme una beca y todas las facilidades que me permitieron realizar los estudios de maestría.

Al Dr. Angel Pita Duque, por la dirección de este trabajo de investigación, la paciencia demostrada, pero sobre todo por la amistad que me brindó a lo largo de mis estudios. A la Dra. Xóchitl Juárez, Dr. Roberto Rendón y Dr. Eduardo Campos, por su invaluable asesoría y sus atinadas recomendaciones para la culminación de este trabajo.

A David, José Juan, Gilberto y Antonio, por su valioso apoyo en el trabajo de campo de esta investigación. Además, el apoyo de Antonio para el análisis de la información de campo fue crucial para concluir esta tesis.

A los productores de aguacate de Zacapala, quienes me apoyaron desinteresadamente y que son una razón para seguir superándome profesionalmente y aplicar lo aprendido de ellos en mi trabajo con productores agrícolas. Mi gratitud a Don Alfredo Villa, por brindarme su confianza y amistad, cuyo apoyo fue valioso para llevar a buen término este estudio.

DATOS BIOGRÁFICOS

Mariano Vázquez Pérez, es originario de Zapotitlán de Méndez Puebla. Es ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la Universidad Autónoma Chapingo, egresado en el 2007.

Su vida profesional se ha desempeñado principalmente en la asistencia técnica y capacitación de productores agropecuarios rurales y la consultoría profesional a empresas en el ámbito rural.

Parte importante de la formación laboral que tuvo fue la participación por más de seis años como evaluador y tutor de Prestadores de Servicios Profesionales en el estado de Guerrero, por parte de la Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Autónoma de Guerrero.

Ha participado como consultor de distintos proyectos de SEDESOL, CONAFOR, INAES, SAGARPA, CDI, entre otras, para empresas agropecuarias y silvícolas de los Estados de Guerrero y Puebla, participando en todas las fases de su implementación, así como su seguimiento.

Es fundador del Centro de Innovación y Desarrollo Integral de Capacidades, que en la actualidad ejecuta proyectos transversales de desarrollo rural de cobertura nacional.

RESUMEN GENERAL

Capital social y flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla

Este estudio se realizó en Zacapala, Puebla, México para conocer, la estructura y funcionamiento de las relaciones sociales que intervienen en la transferencia de germoplasma de aguacate, desde la perspectiva del capital social. Los hallazgos de esta investigación muestran que las varetas de variedades locales representan más del noventa por ciento de todos los eventos de intercambio, pero el flujo de semilla de variedades criollas y planta injertada con vareta de variedades mejoradas es poco frecuente. El mayor flujo de germoplasma se da entre personas con relaciones sociales fuertes, que pueden tener o no relaciones de parentesco. La fortaleza de las relaciones sociales también determina la cantidad de germoplasma que una persona puede obtener. Existe una norma que establece que la red es abierta a los productores de la misma comunidad; en la que pueden participar productores de otras comunidades aledañas, si estas son reconocidas como personas dispuestas a establecer relaciones recíprocas de cooperación. La red social para el flujo de germoplasma de aguacate es de baja densidad, lo que permite a los productores tener múltiples opciones de proveedores. El flujo de germoplasma no es recíproco, aunque hay productores que son tanto transmisores como receptores. Los proveedores de germoplasma más importantes son los productores de mayor prestigio como creadores y conservadores de diversidad. Estos productores son los intermediarios más importantes en la red social, lo que les confiere una mayor relevancia por sus relaciones más amplias y robustas. Entre los productores que juegan el rol de receptores predominan aquellos con bajos grados de entrada. Se identificaron a los productores relevantes para la cohesión de la red y a los que tienen el mayor índice de difusión de germoplasma, que forman un grupo diferente de los productores con mayor prestigio. Los resultados de este estudio contribuyen al conocimiento del rol que tiene el capital social en el flujo de germoplasma de aguacate.

Palabras clave: capital social, análisis de redes sociales, flujo de germoplasma, diversidad biológica.

ABSTRACT

Social capital and flow of avocado germplasm in Zacapala, Puebla

This study was conducted in Zacapala, Puebla, Mexico in order to understand the structure and functioning of the social relations involved in the flow of avocado germplasm. Findings of this piece of research reveal that more than ninety percent of all the interchange events consist of buds of locally selected varieties. The flow of seeds from local varieties and plants grafted with buds of improved varieties is unusual. Most of the germplasm flow is among farmers with strong social ties regardless of their kinship relationships. The strength of the social ties also determines the quantity of avocado germplasm that an individual can obtain from others. A communal norm dictates that the network is open to all people from Zacapala; others from the surrounding villages can participate if they are willing to establish reciprocal cooperative relationships to interchange avocado germplasm. The social network for the flow of avocado germplasm has a low density, which allows farmers to have multiple choices of germplasm suppliers. The germplasm flow is not reciprocal among avocado growers, although there are farmers who are both donors and receptors. The main suppliers of germplasm are the most prestigious farmers as creators and stakeholders of the avocado diversity. These farmers are the most important intermediaries in the social network, which confers them a higher social status because of their broader and stronger social relationships. Among the germplasm receptors, farmers with a low out degree predominate. There is a group of farmers who are relevant for the network cohesion, and another one that has the highest index of germplasm diffusion; the members of both groups do not make part of the prestigious farmers cluster. The outcomes of this study shed light on the social capital role in the flow of avocado germplasm in a village sphere.

Key words: social capital, social network analysis, germplasm flow, biological diversity.

CONTENIDO GENERAL

RESUMEN GENERAL	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.1 ANTECEDENTES.....	5
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 EL CAPITAL SOCIAL.....	9
2.2 REDES SOCIALES	17
2.3 SISTEMA DE SEMILLAS	19
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1 EL ÁREA DE ESTUDIO	24
3.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	26
3.3 COLECTA DE INFORMACIÓN	26
3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO	26
3.5 CAPTURA Y ANÁLISIS DE DATOS	27
3.6 INDICADORES A NIVEL DE RED.....	28
3.6.1. Tamaño de la red.....	29
3.6.2. Densidad de la red.....	29
3.6.3. Índice de centralización de la red.....	30
3.7 INDICADORES A NIVEL DE ACTOR.....	31
3.7.1 Centralidad de grado	31
3.7.2 Centralidad de intermediación	31

3.7.3 Centralidad beta de Bonacich	32
3.7.4 Identificación de actores clave en el flujo de germoplasma.....	32
3.8 IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS O COMUNIDADES EN LA RED.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 EL CONTEXTO DEL SITIO DE ESTUDIO.....	37
4.2 EL CAPITAL SOCIAL Y EL FLUJO DE GERMOPLASMA EN ZACAPALA	49
4.3 TAMAÑO Y DENSIDAD DE LA RED	49
4.4 ÍNDICE DE CENTRALIZACIÓN DE LA RED	50
4.5 CENTRALIDAD DE LOS ACTORES	51
4.5.1 Centralidad de grado	51
4.5.2 Centralidad de intermediación y centralidad Beta de Bonacich.....	59
4.5.3 Actores clave en la estructuración de la red.....	62
4.5.4 Actores clave en la difusión de germoplasma	64
4.5.5 Identificación de subgrupos en la red.....	67
5. CONCLUSIONES.....	71
ANEXO 1.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Definición, propósito y niveles de análisis del capital social	11
Cuadro 2. Superficie promedio en producción de aguacate en Zacapala, Puebla.	41
Cuadro 3. Cambio en la fragmentación en la red al cambiar el conjunto de nodos- <i>kp</i>	62
Cuadro 4. Cambio en la cobertura (%) alcanzada por un conjunto de nodos <i>kp</i> - <i>positivo</i> , al cambiar el tamaño del conjunto.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Operacionalización del concepto del capital social.	13
Figura 2. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaborado por Antonio Vázquez Pérez.	25
Figura 3. Tipo de tierra para la producción de aguacate	39
Figura 4. Topografía predominante para la producción de aguacate	40
Figura 5. Régimen de humedad en las parcelas de aguacate	41
Figura 6. Transacciones de germoplasma de aguacate por tipo de material vegetativo.	43
Figura 7. Producción de aguacate en Zacapala, Puebla, por variedad.	45
Figura 8. Número de árboles de aguacate en Zacapala, Puebla, por tipo varietal.	46
Figura 9. Número de transacciones por variedad para el aprovisionamiento de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla.	47
Figura 10. Número de transacciones por tipo varietal para el aprovisionamiento de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla.	48
Figura 11. Red modelada por el programa Gephi®, donde se muestra los nodos presentes en la red con atributos de grado de salida y de entrada	52
Figura 12. Red social para el flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala representando el grado de intermediación (diámetro del círculo) la centralidad <i>beta</i> de Bonacich (intensidad del color del círculo).	60
Figura 13. Nodos estructuradores en la red social de Zacapala para el flujo de germoplasma de aguacate.	63
Figura 14. Actores difusores clave, en la red social de Zacapala.....	66
Figura 15. Identificación de subgrupos en la red utilizando el método de Louvain, el tamaño de los nodos indica la centralidad de intermediación.....	69

INTRODUCCIÓN

El cultivo del aguacate en México es importante como fuente de empleos e ingresos en el sector rural; este cultivo es estratégico para México por su alto impacto socioeconómico en las comunidades rurales de las 28 entidades productoras. En los últimos 10 años este cultivo ha observado una tendencia creciente, de tal manera que en 2017 se produjeron más de 1.9 millones de toneladas, siendo México el primer productor mundial con poco más de la tercera parte del total global, también, es el país número uno en exportaciones de este producto agrícola (SIAP 2017). Se estima que más del 90% de la producción nacional de aguacate se obtiene con plantas de la variedad *Hass*, cuya superficie cultivada se ha incrementado notablemente durante los últimos 30 años, al pasar de 83,602 ha en 1987 a 218,400 ha en 2017; ese incremento de la superficie cultivada de aguacate en el país ha sido drástico en los últimos 10 años, al pasar de 117,311 ha en 2007 a 218,400 ha en 2017¹. La expansión de la producción de aguacate basada en variedades tipo Hass en México, al igual que en el resto del mundo, se debe a que en esta variedad se basan las reglas de comercio mundial de esta fruta (OECD 1995), las cuales se corresponden con las normas que al respecto ha emitido el gobierno mexicano (DOF 2016). El uso de germoplasma de variedades criollas para la producción de aguacate en México se basa en la producción de plantas para utilizarse como portainjerto y en menor medida la producción de fruta para comercializar.

El incremento en la demanda de aguacate Hass en México y a nivel mundial ha elevado significativamente los precios del aguacate mejorado en México, por lo que en los mercados locales los aguacates criollos han incrementado su

¹ <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> , 2 de enero de 2019.

demanda al cotizarse en precios inferiores al aguacate Hass, como es el caso de los mercados regionales de Tepexi de Rodríguez y Huixcolotla en el estado de Puebla.

Zacapala es una comunidad rural que se encuentra ubicada en el suroeste del Estado de Puebla y forma parte de la región mixteca poblana (INAFED 2010). En esa comunidad el aguacate es y ha sido un cultivo muy importante en cuanto a la generación de ingresos entre los habitantes dedicados a su producción, ya que ocupa la mayor superficie agrícola sembrada y el mayor número de productores dedicados a este cultivo; también ocupa el sexto lugar a nivel estatal en cuanto a producción (SIAP 2017), sin embargo, la particularidad de este cultivo es que se caracteriza por utilizar variedades locales criollas para la producción.

La diversidad de variedades locales criollas posibilita que en conjunto los productores de Zacapala ofrezcan al mercado una oferta variada en tipos de aguacate, ya que son comunes los huertos establecidos con distintas variedades locales criollas, con diferentes épocas de floración y de maduración comercial; lo les da la oportunidad de participar en el mercado con ventajas cuando su oferta coincide con la escasez de aguacate mejorado, además, les permite extender el período de cosecha y así obtener ingresos por un período más largo que si produjeran únicamente aguacate Hass.

Otro rasgo distintivo de la producción de aguacate en Zacapala es que algunos productores han seleccionado variedades cuyos frutos tienen atributos específicos como son – el sabor y la consistencia cremosa- que son valorados en algunos nichos de mercado.

En la comunidad se reconocen 17 variedades criollas locales, además, hay otro conjunto de 23 variedades cuya nomenclatura no está consensuada en la comunidad, ya que no están socialmente establecidos los atributos del árbol y ni de los frutos que determinan su distinción perceptual por los productores de Zacapala (Gibson 2009). El resultado es que en Zacapala existe una gran diversidad biológica de este cultivo, lo que hace que la producción de aguacate

en Zacapala, sea única ya que el germoplasma utilizado para la producción se basa en esta gran diversidad biológica de aguacates criollos locales.

Esta gran diversidad biológica de aguacate que existe en Zacapala no es el resultado solamente de eventos biológicos, sino también de la interacción, durante cientos de generaciones, entre poblaciones humanas y este cultivo (Bellón *et al.* 2009).

En el proceso de creación de esa diversidad biológica del aguacate en Zacapala, el flujo de germoplasma (semillas, plantas y varetas) entre los productores ha sido y sigue siendo un factor fundamental, y es sin duda un factor clave para la seguridad alimentaria y nutricional, el desarrollo rural y la conservación de la diversidad biológica infraespecífica (Coomes *et al.* 2015).

Es así, que en este estudio se analizan desde la perspectiva teórica del capital social las múltiples interacciones sociales del flujo de germoplasma entre los productores de Zacapala.

En primer capítulo de esta tesis se explican los antecedentes del problema de investigación y se plantea la pregunta de investigación que guió la investigación. A propósito no se plantea ninguna hipótesis porque el estudio realizado se inscribe en el ámbito de la investigación descriptiva en los términos que ésta es definida por De Vaus (2001). En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico se discuten brevemente los conceptos de capital social, redes sociales y sistemas de semillas.

En el tercer capítulo se explica el método seguido para contestar la pregunta de investigación con base en el análisis de la red social a través de la cual se da el flujo de germoplasma de aguacate.

En el capítulo posterior se presentan los resultados y su respectivo análisis en dos apartados; en el primero se abordan elementos sobre la producción de aguacate en Zacapala y el contexto en el que se da el flujo de germoplasma de

ese cultivo. En el siguiente apartado, desde la perspectiva del capital social se analiza la red social que sustenta el flujo de germoplasma de aguacate.

Finalmente, con base en esos resultados se presentan las conclusiones respectivas, después de lo cual se anotan algunas recomendaciones de orden metodológico que se desprenden de esta experiencia de investigación.

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

El aguacate es nativo de América, de una región que incluye México, Centro América hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Los restos fósiles de aguacate encontrados en el Valle de Tehuacán en el Estado de Puebla es de 8,000 años (Smith 1966).

México es uno de los países con amplia diversidad de tipos de aguacate, existen en el país al menos 20 diferentes especies emparentadas con el aguacate, *Persea americana* Mill. El concepto de razas ha sido utilizado para clasificar la diversidad del aguacate, en el país se reconocen tres razas: mexicana, antillana y guatemalteca (Barrientos Priego & López López 2000).

El aguacate fue cultivado y domesticado por las primeras culturas mesoamericanas, quienes debieron haber transmitido esta práctica a culturas posteriores como los Mayas y los Olmecas. Los tamaños de semillas más grandes en los estratos arqueológicos más recientes en el sitio de Tehuacán y en el Valle de Oaxaca sugieren que la selección humana de aguacate puede haber comenzado entre 4000 y 2800A. C. (Smith 1966) Las evidencias arqueológicas y la distribución actual de poblaciones criollas indican que la domesticación del aguacate inició en poblaciones de tierras altas pertenecientes a la raza mexicana (Storey *et al.* 1986).

Cerca de esta zona de Tehuacán, a 75 kilómetros, se localiza Zacapala, comunidad que esta ubicada en el suroeste del estado de Puebla, se encuentra en la región de la Mixteca Poblana y dentro de la región morfológica de los llanos de Tepexi, el clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano

y los suelos que predominan en su gran mayoría, son suelos de origen sedimentario (INAFED 2010).

En el siglo XVII la mayor parte de las tierras de lo que ahora es la comunidad de Zacapala estuvieron dedicadas a la ganadería de agostadero.

Posteriormente, cuando se logró utilizar como fuente de riego a los ríos Ajamilpa y el Saladillo y sus afluentes, se desarrolló la producción agrícola de los cultivos de maíz, frijol, caña de azúcar y aguacate. En Zacapala floreció una gran hacienda llamada “El Trapiche” dedicada a la producción de caña de azúcar, maíz, frijol, chile y algunos frutales, entre ellos el aguacate, esta hacienda se fue dividiendo en tierras administradas por particulares, sobre todo las partes más fértiles dedicadas a la producción de riego, es así como la producción de los cultivos recayó en los pobladores que se hicieron dueños de estas tierras.

Los orígenes de la producción de aguacate en Zacapala no están bien definidos, sin embargo, es en 1948 que el párroco de esta comunidad Fernando Valencia impulsó la producción de este cultivo, visualizando al aguacate como un cultivo comercial para mejorar los ingresos de las familias. La producción de aguacate se introdujo exclusivamente con la utilización de semillas criollas y así permaneció, hasta hace aproximadamente dos décadas, cuando se introdujeron por primera vez, variedades de aguacate mejorado.

En la comunidad de Zacapala, las variedades criollas locales, juegan un papel muy importante en la producción de aguacate, porque existe una diversidad biológica muy amplia, que han sido seleccionadas por los productores, variedades que se han adaptado a las condiciones ambientales adversas para la producción de este cultivo.

Las variedades criollas que se cultivan en Zacapala pertenecen a la raza mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*); las cuales se caracterizan por ser árboles de gran porte, alcanzado los 15 m de altura; los frutos maduros pueden ser de color verde oscuro, café, negro o púrpura; son ligeramente alargados y de

superficie lisa, esta especie se localiza naturalmente en altitudes mayores a 1000 msnm, en climas cálido húmedos a semiáridos (Campos Rojas & Hernandez Barbosa 2011).

Una desventaja de la producción de aguacate criollo, es tener cáscara muy delgada y corta vida en anaquel, por lo que su comercialización se limita a mercados locales (Sistema Producto Aguacate Puebla 2016).

En los últimos años, dado la alta demanda de aguacate, tanto en México como en el mundo, ha hecho que los mercados locales que abastece la comunidad de Zacapala, también han incrementado su demanda, requiriendo así, una mayor productividad del cultivo para abastecer dichos mercados. Esa situación ha sido determinante en la expansión de la superficie cultivada de aguacate durante los últimos cinco años en todo el país, con huertos en los que en la mayor parte de los casos predominan las variedades Hass y en menor medida la variedad Fuerte.

Sin embargo, en Zacapala, como en muchos otros lugares rurales de México, el germoplasma para la producción primaria se obtiene de variedades criollas locales, y el acceso a esta diversidad biológica de aguacate, radica en la naturaleza de las relaciones interpersonales que se dan de productor a productor, es decir, no hay una estructura formal del suministro de germoplasma para la producción, por lo tanto estudiar cómo se da este flujo de semillas o germoplasma de aguacate, con base en las interacciones sociales en la comunidad, permitirá tener un mejor entendimiento del proceso por el cual dicho germoplasma fluye para determinar su influencia en el acceso la diversidad biológica presente en la producción de este cultivo en la comunidad.

Para mejorar la productividad un elemento muy importante es el establecimiento de nuevas plantaciones, es el germoplasma que se utiliza para la producción agrícola. Las semillas y propágulos son los insumos agrícolas más importantes para la producción mundial de alimentos (Tripp 2001; Badstue *et al.* 2006). El manejo de semillas es, por lo tanto, un tema fundamental para los agricultores y un elemento clave para enfrentar los retos que plantean las diferentes

necesidades y preferencias de los agricultores, así como el aumento de la producción, conservación de la diversidad biológica y por lo tanto logro de la seguridad alimentaria (Coomes *et al.* 2015).

Como lo menciona Bellón *et al.* (2009), las poblaciones humanas, a raíz de sus necesidades, intereses, prácticas y conocimientos han ido conformando y manteniendo esta diversidad biológica, en este sentido los agricultores mexicanos de hoy no son solamente los herederos de esta diversidad, sino que la continúan manteniendo y desarrollando, aun en condiciones cada vez más difíciles.

1.2 Pregunta de investigación

La pregunta que da origen a esta investigación es la siguiente:

¿Cómo se estructura y funciona la red social a través de la cual se da el flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla?

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El capital social

En la actualidad, hay una creciente evidencia internacional de que las relaciones sociales, que se caracterizan por altos grados de confianza mutua y reciprocidad, son fundamentales para obtener mejores resultados en la economía, la democracia y la sociedad civil. Este tipo de relaciones sociales, se dice, son fuente de capital social (Winter 2000).

Aunque, no existe una definición consensuada sobre el concepto de capital social, existen tres grandes corrientes de pensamiento que han hecho aportaciones importantes para entender este concepto Bourdieu (1986) señala que el capital social es el conjunto de recursos reales y potenciales vinculados a la posesión de una red durable de relaciones más o menos institucionales que procura beneficios de reconocimiento mutuo.

El énfasis se hace en las redes sociales que proporcionan acceso a los recursos de un grupo, el resultado de este capital social es finalmente la recompensa económica cosechada a través de la participación continua en la red y como los beneficios mutuos se acumulan, el capital social es un medio para la obtención de distintos recursos, a través de las conexiones sociales.

El capital social no es algo que se da naturalmente, se trabaja o se crea por una base continua, producto de estrategias de inversión, individuales o colectivas, consciente o inconscientemente, dirigidas a establecer o reproducir relaciones (redes) que son directamente utilizables a corto o largo plazo, relaciones que pueden ser en el vecindario, el lugar de trabajo o en la familia (Bourdieu 1986).

Por otra parte, Coleman (1990), define al capital social por su función, mencionado que es un recurso presente en una estructura social, que le permite a los miembros de esta, alcanzar sus objetivos o intereses.

Los aspectos de la estructura social, permiten comprender obligaciones y expectativas, canales de información, normas y sanciones efectivas que restringen y alientan ciertos tipos de comportamiento, que están presentes en las relaciones entre personas, "si A hace algo por B y confía en B para corresponder en el futuro, esto establece una expectativa en A y una obligación por parte de B" (Coleman 1990) .

Por lo tanto, la aplicación del concepto de capital social, para Coleman (1990), permite entender el papel de las normas y sanciones, dentro de las redes familiares y comunitarias, que facilitan el logro del capital humano.

Además, Coleman (1990), menciona que el capital social es de carácter público, inserto en las redes sociales sin ser propiedad de ninguno de sus miembros en particular pero todos ellos pueden beneficiarse de él, a pesar de que el esfuerzo para crear el capital social haya sido de otros.

El tercer actor clave en debates recientes sobre el concepto de capital social, es Putnam (2000), quien ha hecho investigación para conocer cómo funciona el capital social a nivel regional, que sustenta a las instituciones democráticas y el desarrollo económico.

El capital social, tal como lo define Putnam, (2000), es "confianza, normas y redes" que facilitan la cooperación para beneficio mutuo, siendo aquellas redes y normas facilitadores de la acción colectiva. Normas de confianza y de reciprocidad dentro de las redes son los recursos de capital, que son inherentemente sociales, que se expresan en diferentes formas de acción colectiva. El capital social no es acción colectiva, *per se*, sino más bien las normas y sanciones de confianza y reciprocidad insertas en las redes sociales, son las que permiten resolver los dilemas de la acción colectiva.

Por lo tanto Putnam, (2000), enfoca al capital social en los comportamientos a nivel del sistema, para explicar el desarrollo político y económico a nivel regional y nacional. El capital social que da lugar a diferencias en resultados políticos y económicos a nivel regional o nacional, es la norma de reciprocidad generalizada, que alimenta la confianza social. Por lo tanto es la confianza que poseen los miembros de una comunidad, la que a corto plazo, se manifestará en acciones altruistas que contribuirán al bienestar de otros y estas serán recompensadas en algún momento en el futuro.

Winter (2000), define a el capital social, retomando los conceptos de Bourdieu, Coleman y Putnam, y afirma que el capital social es un recurso para la acción colectiva, que comprende normas y sanciones de confianza y reciprocidad que operan dentro de redes sociales, Winter resume las propuestas centrales de los tres autores claves que han hecho aportes fundamentales al concepto de capital social, que se muestran el cuadro 1.

Cuadro 1. Definición, propósito y niveles de análisis del capital social

Autor	Definición	Propósito	Nivel de análisis
Bourdieu	Recursos que proveen acceso a bienes grupales	Para asegurar el capital económico	Individuos en competición de clases
Coleman	Aspectos de estructuras sociales que los actores pueden usar como recursos para conseguir sus intereses	Para asegurar el capital humano	Individuos en entornos familiares y comunitarios
Putnam	Confianza, normas y redes que facilitan la cooperación para beneficios mutuos	Para asegurar la democracia efectiva y economía	Regiones en entornos nacionales

Fuente: tomado de Winter (2000)

En términos operacionales, para poder estimar el capital social, teniendo presente que este se distingue de sus resultados, se puede partir de comprender al capital social como redes, caracterizado por normas de confianza y reciprocidad, la necesidad de identificar la estructura de las relaciones sociales

entre los actores, así como un medio para medir su calidad, se vuelve inmediatamente aparente, (Stone 2001).

Conceptualizar las relaciones sociales como redes permite identificar la estructura de las interacciones que existen y su contenido, las redes pueden entenderse como los elementos estructurales del capital social (Stone 2001).

En estas redes, existe un contenido, que desde la perspectiva del capital social se refiere a las normas de confianza y reciprocidad que operan dentro de estas estructuras. Los recursos de medición de las normas de confianza y reciprocidad están menos desarrollados que las medidas de las características estructurales de las redes. La medición de normas implica el estudio de la cultura dentro de redes particulares en lugar de las propiedades de los individuos dentro de estas mismas (Stone 2001), por lo que el contexto que está presente en cómo se desarrollan las relaciones sociales, es de suma importancia para poder explicar en parte, el funcionamiento de dichas redes.

En la Figura 1, se muestran los componentes medibles del capital social: redes, confianza y reciprocidad son las dimensiones clave.

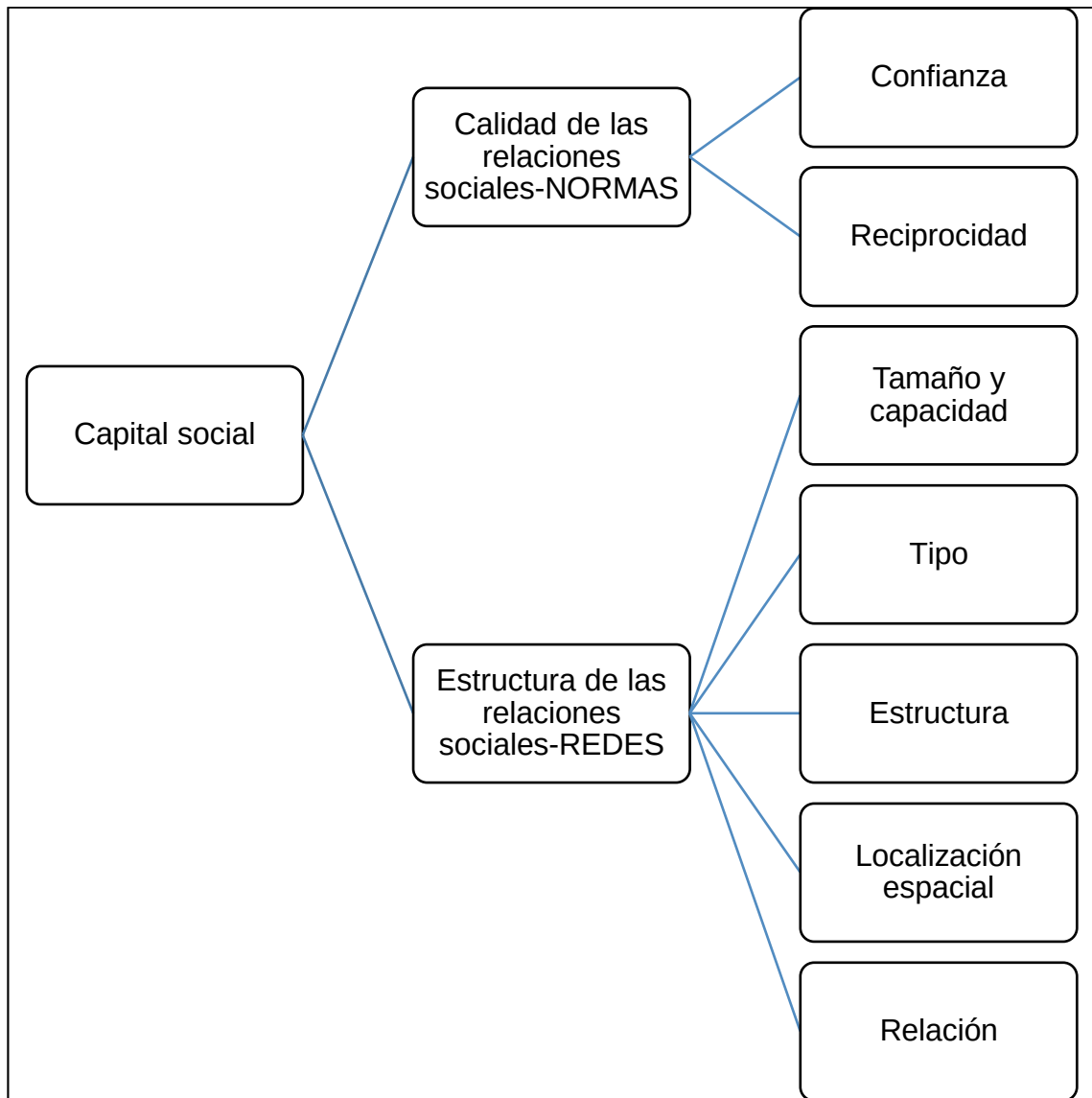


Figura 1. Operacionalización del concepto del capital social.

Con base en dos elementos básicos del capital social (estructura y calidad de las relaciones sociales), Stone (2001) hace una aproximación para definir los componentes medibles de cada elemento del capital social los cuales se mencionan a continuación.

En la estructura de las relaciones sociales, primeramente, se debe de identificar qué tipo de redes se va analizar, considerando dos tipos, formales e informales;

las redes formales son creadas por compromisos cívicos o por una formalidad (instituciones, asociaciones, clubs, organizaciones) y las redes informales que se crean entre amigos, familiares, vecinos, amigos, conocidos. En el sector rural, predominan las redes informales.

Posteriormente, conocer el tamaño de la red y su capacidad es muy importante, ya que las redes pueden ser limitadas o extensivas e implicar relaciones a diferentes escalas, como dentro del hogar, en el barrio o comunidad local, o a nivel de relaciones globales y virtuales que operan a gran distancia.

El tamaño y la capacidad de las redes sociales pueden afectar las existencias globales de capital social, individuos y familias con gran número de los lazos sociales pueden tener acceso a una gran cantidad de capital social a escala global, dependiendo de la naturaleza de esos lazos. En contraparte, aquellos productores con pocos lazos sociales pueden tener poco acceso u oportunidad de invertir en capital social, por lo tanto su probabilidad de éxito será más limitada al utilizar ese capital social.

Así mismo, conocer la localización espacial donde se ubique la red también es muy importante para los estudios del capital social, la capacidad de discriminar entre las relaciones sociales en el hogar, barrio, colonia, comunidad región y a otras escalas geográficas, ayudarán a mejorar la estimación y alcances del uso del capital social.

Otro elemento medible es la estructura de las relaciones sociales, esta puede ser abierta o cerrada, las características de este factor en la red tiene implicaciones entre la calidad de las relaciones sociales. En una red cerrada las relaciones sociales existen entre y entre todas las partes, esto trae como consecuencia mayor efectividad en la aplicación de las normas creadas por los miembros de la red, por lo que, se logra una mayor confiabilidad de las estructuras sociales que permite la proliferación de obligaciones y expectativas, una red cerrada crea más confiabilidad en la estructura de las relaciones sociales.

La estructura de las redes, puede ser densa o escasa, cuando la densidad es mayor en una red, las relaciones múltiples que existen entre sus miembros permiten que los recursos de una relación pueden ser más apropiados para satisfacer las necesidades de los actores.

Conocer dentro de la estructura de la red, la homogeneidad o heterogeneidad que existe entre sus miembros también es indispensable, ya que son características que puede aumentar o disminuir el capital social, por ejemplo cuando hay más heterogeneidad entre los actores de la red, los niveles de confianza pueden disminuir, ya que generalmente personas que tengan menos cosas en común forman vínculos débiles, sin embargo, este efecto de la heterogeneidad de la red variará de acuerdo a la homogeneidad del contexto comunitario investigado.

Así mismo, caracterizar si las relaciones sociales son verticales (jerárquicas) -- como entre los ciudadanos y las personas con autoridad-- son los tipos de las relaciones sociales relevantes para entender la confianza en la autoridad; así mismo analizar si son relaciones horizontales (iguales, democráticas) --como las que existen entre ciudadanos-- son relevantes para entender la confianza en la sociedad civil; ambos tipos de relacionamientos en el capital social son totalmente relevantes para analizar el funcionamiento que se tiene respecto a la estructura de las redes.

Al conocer los elementos estructurales del capital social, también es de suma relevancia analizar la calidad de las relaciones sociales presentes, esto puede ayudar a explicar el funcionamiento de las redes sociales, dos elementos fundamentales para analizar la calidad son las normas de reciprocidad y confianza.

Así, para conceptualizar un primer elemento de la calidad de las relaciones, que es la confianza, es necesario hacer la distinción básicamente en tres tipos de confianza, lo que significa que se necesitan diferentes tipos de preguntas para investigar diferentes tipos de confianza.

Existen tres tipos de confianza, la confianza personalizada que recae entre individuos con grados de parentesco o amistad, la confianza social que se caracteriza por ser demostrada a extraños, que no se basa en expectativas de comportamiento o en el sentido de normas compartidas y por último la confianza institucional, que se basa en la confianza depositada en instituciones formales de gobierno, cuando aplican con imparcialidad de las reglas, procedimientos oficiales, resolución de conflictos y asignación de recursos, .

Como segundo elemento fundamental en la calidad de las relaciones sociales, está la reciprocidad, que es el proceso de intercambio dentro de una relación social mediante la cual, los "bienes y servicios" entregados por una parte son devueltos a esa parte, por la parte que recibió los 'bienes y servicios' originales. Las relaciones recíprocas se rigen por normas compartidas para hacer intercambio. El contrato social que celebran y las normas de reciprocidad varían según el tipo de red, para investigaciones del capital social, la reciprocidad puede ser en especie o como favores, puede ser directa o indirecta y por ultimo puede realizarse al momento o postergada hasta que se necesite.

En la investigación de las normas de confianza y reciprocidad, se debe prestar atención a las diferentes normas probables que existan dentro de diferentes tipos de redes. Además, cuando existan diferentes tipos de confianza y reciprocidad, debe también ser distinguidas e investigadas empíricamente, lo que permitirá una investigación completa de cómo se interrelacionan las dimensiones del capital social.

2.2 Redes sociales

En esta investigación se centra el análisis cuantitativo de las redes sociales, que de acuerdo con Borgatti et al. (2013), definen a las redes sociales como una forma de pensar acerca de los sistemas sociales donde la atención se centra en las relaciones entre las entidades que conforman el sistema, a las cuales se les puede llamar actores o nodos.

Estos actores o nodos tienen características o atributos, que hacen que se distingan entre ellos y las relaciones que se tienen entre los nodos también tienen características, que en el análisis de redes se les llama enlaces o vínculos y cuando los vínculos se entrelazan a través de nodos comunes, crean cadenas o rutas de acceso de nodos y enlaces, cuyos puntos finales se conectan indirectamente por este medio, a este conjunto de relaciones por nodos se le considera una red.

El concepto de red es un elemento analítico que permite comprender la conexión indirecta mediante el cual partes dispares de un sistema, pueden afectarse entre sí, los nodos en una red pueden ser casi cualquier cosa, aunque cuando se habla de redes sociales se espera que los nodos sean agentes activos, estos pueden ser un sólo individuo, pero también pueden ser colectividades, como equipos, empresas, ciudades o países.

Para estudiar las redes sociales, es necesario hacer un Análisis de Redes Sociales. Este ARS cuantifica las relaciones entre los actores con el objeto de crear matrices y redes gráficas que representen esas relaciones como un todo, y de esa forma analizar las distintas características del sistema de relaciones bajo estudio, indistintamente de la naturaleza de estas relaciones: políticas, económicas, de parentesco, amistad, cooperación, conflicto, entre otras (Aguirre 2011).

Con el ARS es posible identificar patrones de conducta entre sus miembros, figuras de poder, prestigio e influencia, tanto a nivel de conjunto, como a nivel individual (Hanneman & Riddle 2005).

En el ámbito del desarrollo rural con énfasis en la innovación tecnológica, Rendón y Aguilar (2013) definen a una red social como la interacción de actores sociales ubicados en un espacio físico para promover el desarrollo individual y colectivo, para lo cual, proponen los siguientes elementos analíticos:

Actores: Son las personas, empresas e instituciones relacionadas con la innovación y con el sistema de producción en análisis para su eventual intervención. Un aspecto central es considerar que las redes no se constituyen únicamente de aquellos actores sobre los cuales se puede incidir.

Intervenciones: Son los flujos de comunicación, bienes y servicios que intercambian los actores de la red. Suelen privilegiarse las relaciones existentes; del análisis puede derivar la localización de relaciones ausentes pero necesarias para un mejor desempeño de la red y de sus integrantes.

Espacio: Toda red se ubica en un espacio físico, aunque los límites de éste pueden resultar difusos. Por ejemplo, un actor con injerencia en varias localidades puede confundirse con un actor local, en realidad, es regional o estatal. Entonces, la definición del espacio es una decisión metodológica o parte del mismo proceso de análisis.

Desarrollo individual: Es la acción de potenciar las capacidades de los actores por el hecho de acceder y usar lo que fluye por las interacciones, sean conocimientos o elementos tangibles. Ser parte de una red es estimulado por el sentido de pertinencia y por el acceso a beneficios; la presencia de un solo estímulo no provoca una permanencia en el largo plazo.

Desarrollo colectivo: Bajo una lógica de desarrollo individual los actores integrantes de una red buscan, quizá no siempre de manera deliberada, el desarrollo de ciertos elementos considerados como de libre uso y no de rivalidad en su empleo. La conformación de estos bienes públicos que favorecen el desarrollo colectivo es el principal estímulo para invertir en el desarrollo de redes.

Los mismos autores mencionan que como todos los métodos de estudio, se tienen ventajas y desventajas en el uso de las herramientas para el análisis

cuantitativo de las redes sociales, entre las cuales están las siguientes (Díaz Jose & Rendón Medel 2011):

Ventajas: Estudiar el modelo en red permite dar mayor cobertura al objeto de estudio y no sólo limitarse a la visión lineal, que caracteriza a muchos de los métodos tradicionales. Se aplica con una visión local que considera al territorio como elemento fundamental para la toma de decisiones. Considera el conocimiento no sólo explícito sino también tácito en el proceso de innovación, y valora el estudio de la capacidad de aprendizaje de la mayoría, no sólo de los que más innovan. Es sistémico, dinámico y considera la trayectoria.

Desventajas: La aplicación del modelo en el sector agropecuario o en el medio rural se hace más compleja, ya que, a diferencia del sector industrial –donde se tienen definidas las relaciones de las empresas o industrias–, el entorno implica, además de relaciones económicas, a las sociales, culturales y políticas, es decir, es más heterogéneo. Al delimitar el objeto de estudio se pueden estar dejando de lado los atributos particulares de los nodos en la red, perdiendo factores externos como el entorno en el que interacciona la red. El gran conocimiento tácito presente en la agricultura hace más complejo el registro para su estudio.

2.3 Sistema de semillas

En la agricultura, a nivel institucional los sistemas de suministro de semillas se pueden clasificar en sistemas formales e informales (Tripp 2001), los sistemas formales de suministro de semillas, se caracterizan por una producción organizada, buena distribución de las variedades probadas y utilizan un estricto control de calidad, son similares en todo el mundo y están bien documentados (Douglas 1980). Sin embargo, en muchos países en vías desarrollo como México esta es la forma menos diseminada por la que los productores, adquieren semillas de variedades criollas locales para la producción. .

Las discusiones sobre sistemas de semillas comúnmente tratan a la *semilla* como una forma abreviada de cualquier forma de material de reproducción, que incluye

materiales vegetativos como tubérculos, varetas, rizomas o bulbos, así como semillas botánicas (Hodgkin & Jarvis 2005).

La propagación comercial del cultivo de aguacate generalmente es realizada a través de injertos de púa sobre portainjertos de pie franco, obtenidos de semilla (Campos, et al. 2002). La propagación del cultivo de aguacate en Zacapala, se hace de dos formas, una es utilizando material vegetativo comúnmente llamada *varetas* o *púas* para realizar la multiplicación a través de la injertación y la segunda es en forma de semilla botánica, lo que comúnmente se le llama *hueso*, sembrado directamente en la parcela o sembrado en un almacigo y posteriormente trasplantado a la parcela definitiva, En esta investigación se utiliza el término *germoplasma* para abarcar ambas formas de multiplicación del cultivo.

En Zacapala, el suministro de germoplasma de aguacate es principalmente, de productor a productor. La producción es en pequeña escala y es lo que constituye el sistema informal de suministro de semillas o germoplasma (Jarvis et al. 2000; Almekinders et al.1994). En estos sistemas informales de semillas el germoplasma proviene y es diseminado por los mismos agricultores porque no existen vías sistemáticas o formales por las cual los agricultores adquieran y manejen su germoplasma. Otra característica de este sistema informal de suministro de semillas, es que hay numerosas técnicas de producción y manejo del germoplasma y ciertos recursos que los agricultores usan bajo diferentes circunstancias para tener acceso y conservar el germoplasma (Jarvis et al. 2000).

Los mecanismos por los que los productores adquieren, manejan y seleccionan su germoplasma para la producción es escasa, y la información disponible está dispersa en la literatura sociológica y antropológica (Almekinders et al. 1994), Por lo anterior, es necesario hacer estudios específicos para generar conocimientos que coadyuven a la conservación y mejoramiento de los sistemas informales de suministro de semillas, que son fuente de diversidad biológica y de bienestar para los productores rurales de bajos ingresos (Coomes et al. 2015).

En los sistemas informales de semilla, la distribución de semillas se realiza mediante la interacción social entre dos o más personas, creando así redes de distribución de germoplasma de alcance comunitario y regional (Badstue et al., 2006; Tripp, 2001; Jarvis et al., 2000; Subedi et al., 2001).

Coomes *et al.* (2015) mencionan que este sistema informal de suministro de germoplasma, puede ser llamado “red de semillas de agricultores” debido a las interacciones que existen entre los agricultores, ya que la transferencia de germoplasma (incluyendo semillas botánicas, varetas, estacas, pseudotroncos, tubérculos entre otros) de plantas domesticadas o no domesticadas, se da mediante donaciones, intercambios, trueques o compra entre agricultores y también a través de operaciones o ventas que ocurren fuera del sector comercial formal.

Una característica de las interacciones sociales es que son el medio para que entre los actores sociales involucrados puedan fluir bienes (Borgatti *et al.* 2013). El flujo de germoplasma ha servido para conocer la diversidad genética presente en las comunidades rurales (Brush 2000). En este caso en las interacciones de productores de aguacate en Zacapala para el flujo de germoplasma constituyen la red de distribución de germoplasma o redes de semillas, como lo identifica Coomes *et al.* (2015).

Múltiples estudios, han demostrado, la importancia de las redes de agricultores para el flujo informal de germoplasma, ya que éstas posibilitan satisfacer las necesidades de material genético, mantener la diversidad genética en las áreas de cultivo y crear y fortalecer las relaciones sociales entre los agricultores (Pautasso *et al.* 2013). Dentro de estas redes, ciertos miembros de la comunidad parecen desempeñar un papel importante en la gestión del proceso de flujo genético y la diversidad infra específica de los cultivos. Está bien documentado que los sistemas informales de suministro de semillas tienen un papel muy importante en la conservación e incremento de la diversidad biológica de los cultivos, ya que los agricultores participan intercambiando semillas adaptadas localmente para asegurar este insumo fundamental para la agricultura (McGuire

2007). Adicionalmente, el flujo de germoplasma de alta diversidad ha permitido a los agricultores enfrentar distintas adversidades, (Poudel *et al.* 2015). La alta diversidad del germoplasma que en conjunto fluye entre productores reside en que cada lote de material de propagación que se intercambia entre productores puede haber sido seleccionado por cada productor participante (Bellon 1996).

Los métodos disponibles para estudiar el papel de las redes en el flujo de germoplasma como parte del sistemas informal de suministro de semillas, se ha utilizado el metaanálisis, el modelado, los enfoques participativos, el desarrollo de bioindicadores, los estudios genéticos, los estudios biogeográficos, antropológicos y etnográficos y la teoría de redes (Pautasso *et al.* 2013).

El análisis de redes sociales es una herramienta nueva y prometedora para estudiar las redes de intercambio de semillas. Las redes son esenciales para comprender cómo preservar la agrobiodiversidad, tanto a nivel intra como interespecífico. El análisis de redes ofrece un marco conceptual para investigar patrones de contacto, estructuras jerárquicas, conectividad, asimetría y distribuciones de grados (Pautasso *et al.* 2013).

En diferentes regiones agrícolas del mundo se han realizado estudios del flujo de germoplasma entre productores de escasos recursos, con base en el análisis de redes sociales como una estrategia metodológica, para comprender cómo diferentes dimensiones de la vida cotidiana de los productores agrícolas determinan cómo se mueve el germoplasma entre productores. Algunos ejemplos al respecto son: ejes de análisis de las redes sociales para el intercambio de semillas: flujo de semillas intra e inter comunidades (Abay *et al.* 2011), etnicidad, género y edad (Scholey & Padmanabhan 2017), barreras etnolingüísticas, parentesco y matrimonios con parejas de diferente grupo étnico (Deletre *et al.* 2011), prestigio individual y valor cultural de los cultivos (Thomas & Caillon 2016), homofilia etnolingüística y parentesco (Labeyrie *et al.* 2016), nivel de bienestar, género y religión (Tadesse *et al.* 2017), y estructura de la red social con énfasis en los actores clave (Ricciardi 2015).

La comprensión del flujo de semillas entre los productores agrícolas pobres del mundo demanda la generación de conocimientos acerca de sus dimensiones ambientales, sociales y culturales en el ámbito local y sus correspondientes implicaciones metodológicas. El estudio de la circulación de las semillas desde la perspectiva del capital social, con énfasis en el análisis de las redes sociales, ofrece grandes oportunidades de generar conocimiento que sustente acciones de intervención a nivel comunitario desde diferentes niveles de acción (comunitario, municipal, federal y ONGs, entre otros) (Pautasso *et al.* 2013).

3. METODOLOGÍA

3.1 El área de estudio

El estudio se realizó en la localidad de Zacapala, municipio de Zacapala, Pue. (Figura 2). Esta comunidad se localiza en la región morfológica de Los Llanos de Tepexi. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 900 mm. Debido a que la topografía consiste de montañas, lomeríos y valles intermontanos, la altitud en la zona varía de 900 a 1,300 msnm. La vegetación es selva baja caducifolia. En el perímetro de Zacapala convergen los ríos Axamilpa y El Saladillo, que en promedio son de poco caudal (INAFED 2010).

Los suelos predominantes son de origen sedimentario, siendo los en orden de importancia luvisoles y vertisoles calcáricos. Los primeros son de textura arenosa, tienen menos de 10 centímetros de profundidad y son de baja fertilidad, por lo que son restrictivos para la agricultura. Por su parte, los vertisoles calcáreos son de textura arcillosa que se agrietan cuando se secan y presentan dificultades para su labranza con presencia de humedad, pero con manejo adecuado son aptos para gran variedad de cultivos. Su fertilidad es alta y presentan fase gravosa (INAFED 2010).

En esta comunidad las parcelas dedicadas a la producción de aguacate se encuentran dispersas en todo el territorio, siendo Zacapala, Chauzingo y San Miguel los parajes donde se ubican la mayor parte de las huertas de aguacate, cuya localización se ilustra en la Figura 2.

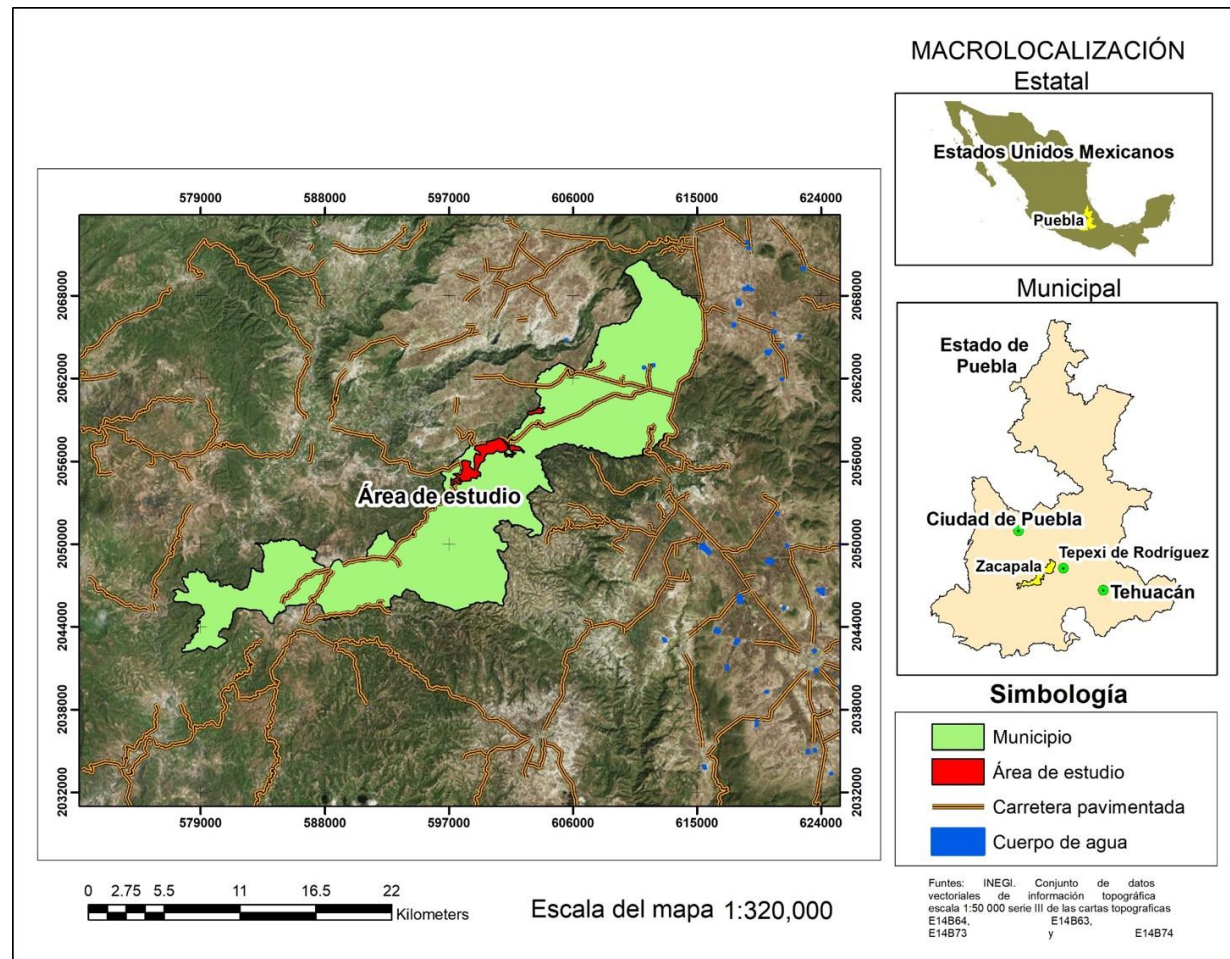


Figura 2. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaborado por Antonio Vázquez Pérez.

3.2 Reconocimiento del área de estudio

Con el propósito de conocer de manera general la producción y el flujo de germoplasma de aguacate en la comunidad, se realizaron visitas a la comunidad para realizar 16 entrevistas semiestructuradas y recorridos en las huertas de aguacate. En ese primer acercamiento también se establecieron relaciones de confianza con los productores.

3.3 Colecta de información

Con base en los datos obtenidos de las entrevistas semiestructuradas y de la observación directa, se diseñó un cuestionario (Anexo 1) para la colecta de información específica de los productores de aguacate de Zacapala. El cuestionario se integró de 9 secciones, aunque solo se utilizaron para el presente estudio, las secciones 1, 2, 3 y 9. La sección 1 fue para identificar al productor dentro de la comunidad con sus datos generales, la sección 2 fue para obtener información sobre las características del total de parcelas pertenecientes a cada productor, parcelas dedicadas a la producción de aguacate e inventario de variedades que se cultivan. Con la tercera sección del cuestionario se obtuvo la información sobre los vínculos entre productores para recibir y compartir germoplasma de aguacate, con base a lo cual se construyó la red social a través de la cual se transfiere el germoplasma de aguacate. La sección 9 incluye datos socioeconómicos necesarios para caracterizar a los hogares de Zacapala dedicados a la producción de aguacate.

3.4 Población de estudio

El universo de aplicación de la encuesta se conformó con los productores dedicados a la producción de aguacate de Zacapala. La técnica de muestreo usada fue el de *bola de nieve*. Esta técnica de muestreo es adecuada para construir de manera progresiva el sociograma que captura eficazmente las

relaciones sociales de los individuos incluidos en la muestra para su posterior análisis, sin embargo, no se pueden sustentar resultados generalizables, porque el conocimiento adquirido mediante ese muestro es socialmente único y por consiguiente no generalizable (Noy 2008).

En la comunidad no existe un padrón oficial de productores de aguacate. El universo de población de productores de aguacate fue de 71 productores de Zacapala, de los cuales fueron incluidos 57 en la encuesta aplicada en septiembre de 2018.

3.5 Captura y análisis de datos

Una vez obtenidos los datos de la encuesta, la información fue capturada con el programa SPSS®, para lo cual se diseñó una mascarilla de captura con su respectivo libro de códigos. Ese mismo software se usó para hacer el cálculo de estadístico descriptivo de algunas variables.

Para mantener la confidencialidad y el anonimato de todos los productores de aguacate identificados en Zacapala y a los productores participantes en la encuesta aplicada en esta comunidad, se les asignó una clave única a los nombres completos de todas las personas, seguida de un número progresivo para su identificación. Las claves asignadas fueron las siguientes:

pe: productor encuestado: productor de aguacate al cual se le aplicó la encuesta (57 actores).

pl: productor local no encuestado: productores de Zacapala referidos por los productores encuestados pero que no se incluyeron en la muestra de productores (53).

px: productor externo: productor de aguacate que no tiene su o sus huertas en Zacapala (14).

fn: familiar no productor:familiares de los productores encuestados que no producen aguacate (18).

ve: vivero productor de planta de aguacate externo: viveros fuera de Zacapala (4).

ie: institución de enseñanza y/o investigación públicas o privadas (1)

Una vez que se asignaron claves, se realizó la captura de los datos en Microsoft Bloc de Notas ®, el cual funciono como intermediario para el análisis con el software UCINET 6.2.11© (Aguilar et al., 2017), siguiendo el protocolo DL (*Data Language*) para ser leído por UCINET 6.2.11© (Borgatti et al., 2002).

En el *Editor DL* de UCINET se utilizó el formato *Edgelist*, que es útil para introducir la lista de vínculos y su respectivo nivel de intensidad. En este estudio la intensidad se refiere a la cantidad de transacciones que se hicieron entre cada diada de actores, para así construir una red dirigida para distinguir los eventos de recepción de germoplasma de los de emisión.

El análisis estadístico de la red se hizo con los programas computacionales UCINET© (Borgatti et al., 2002) y KeyPlayer2 (Borgatti & Dreyfus 2005). Para visualizar la red con base en diferentes parámetros se utilizó NetDraw (Borgatti 2005) y Gephi® (Bastian et al. 2009).

3.6 Indicadores a nivel de red

En el análisis de redes sociales se reconocen dos tipos de niveles de análisis: a nivel de redes completas y a nivel de actores o nodos individuales (Borgatti et al. 2013), sin embargo, los indicadores referidos a los nodos que componen la red (nivel individual) estarán siempre asociados a la red completa (nivel completo) y los indicadores de esta última se construyen con base en los nodos individuales; es decir, no se puede hablar sobre unos indicadores (de la red completa o individuales) y tratar de explicar un tipo de relación, y con los otros indicadores

(individuales o de la red completa) tratar de explicar otro tipo de relación (Aguilar et al., 2017)

El análisis de los indicadores en este estudio se expresan como valores normalizados cuya interpretación se hace en términos relativos para facilitar su interpretación y comparabilidad (Rendón et al., 2007).

3.6.1. Tamaño de la red

Rendon Medel *et al.* (2007) mencionan que este término se refiere al número de nodos que existen en la red. Los nodos encontrados hacen referencia a los actores mapeados y las aristas encontradas se refieren al número de interacciones encontradas.

3.6.2. Densidad de la red

La densidad es un parámetro con el que se cuantifica la proporción que representan las relaciones existentes en una red social respecto a todas las relaciones potenciales (Prell 2012).

En el presente estudio la red es red dirigida y su densidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$d = \frac{L}{n(n-1)}$$

donde:

d = es la densidad de la red,

L = se refiere al número real de líneas presentes en la red (relaciones presentes) y n al número de nodos presentes en la red.

El fundamento básico de esta ecuación es que cuando se obtiene la densidad, se debe calcular el número de vínculos máximos posibles en la red, esto se hace contando cuántos nodos contiene la red; potencialmente cada nodo se puede conectar a todos los demás nodos excepto a uno mismo (Prell 2012).

Borgatti *et al.* (2013) definen a la densidad como la medida simple de la cohesión que existe entre los actores, tal que una densidad cercana al 100% indica una red muy cohesionada porque existen todos los vínculos posibles, por lo que valores cercanos al 0% indican poca cohesión entre los actores a causa de la existencia de relativamente pocos vínculos.

3.6.3. Índice de centralización de la red

El índice de centralización en una red completa mide el grado de dominancia de un solo actor sobre la red completa (Rendón Medel & Aguilar Ávila 2013). El máximo índice de centralización (100%) ocurre en una red configurada como estrella, en la que un solo nodo tiene todas las relaciones posibles de la red, mientras que los demás nodos solo se vinculan con ese actor dominante. En contraparte, una red con un índice de centralización de 0% es aquella en la que existen todos los vínculos posibles entre los actores. Este índice se calcula con la siguiente ecuación:

$$C = \sum (D - d) / [(n - 1)(n - 2)]$$

Donde:

d = es el grado de cada actor,

D = es el grado máximo de un actor del grafo, y n es el total de actores.

En una red dirigida - como es el caso de Zacapala, donde los productores reciben y dan germoplasma de otros productores con diferente frecuencia- se calculan

tanto el índice de centralización de entrada como de salida (Aguilar Gallegos *et al.* 2017).

En este estudio un alto índice de centralización de entrada indica que hay uno o varios actores que son dominantes entre los receptores de germoplasma, mientras que un alto índice de centralización de salida informa de la existencia de actores dominantes entre los emisores de germoplasma. Por el contrario, si es bajo el grado de centralización de entrada o salida indica que todos los actores tienen una importancia relativamente similar como fuente o destino del germoplasma. Hanneman y Riddle (2005) mencionan que estos indicadores de centralización de entrada y salida pueden interpretarse como una medida de la desigualdad y varianza que tienen los actores en la red.

3.7 Indicadores a nivel de actor

3.7.1 Centralidad de grado

El índice de centralidad de grado de un actor se refiere al número de actores con quienes está conectado, es decir, a los actores adyacentes (Aguilar Gallegos *et al.* 2017). En redes dirigidas es importante distinguir entre la centralidad del grado de entrada y del grado de salida (Hanneman & Riddle 2005).

En el presente estudio, para un actor en particular, el grado de entrada informa del número de proveedores de germoplasma; el grado de salida se refiere al número de productores a quienes ese actor les proporcionó germoplasma. De esta manera, para cada actor, el grado de entrada indica que tal actor es el destino del germoplasma y el grado de salida indica que ese actor es el origen.

3.7.2 Centralidad de intermediación

La intermediación es el número de veces que un actor está en el camino más corto entre un par de actores (Rendon Medel *et al.* 2007), por lo que el valor de

este para un actor depende del grado en el cual éste es necesario como un enlace o eslabón para conectar a otros actores. Por esta razón, la intermediación es comúnmente interpretada como una medida del potencial de control que tiene un actor sobre *lo que fluye* a través de la red. Por consiguiente, los actores con alto nivel de intermediación están en una posición ventajosa porque pueden retener, interrumpir o distorsionar la operación de la red, pero también pueden acelerar la difusión de *recursos* de interés para los actores de la red, por ejemplo, el germoplasma de aguacate (Aguilar Gallegos *et al.* 2017).

En este caso, este indicador permite calcular el número de veces que un productor de aguacate funge como intermediario por ubicarse en el camino más corto entre otros productores (Rendon Medel *et al.* 2007).

3.7.3 Centralidad beta de Bonacich

Bonacich (Bonacich) señala que el indicador de centralidad-beta es el estatus de un actor dentro de una red, también, es una función del estatus de aquellos con los que él está conectado, siendo mayor el poder de un actor cuando los actores con quienes se relaciona tienen un menor grado de centralidad. Este indicador cuantifica la influencia potencial que un nodo puede tener sobre otros, a través de canales directos e indirectos, donde los canales indirectos son ponderados inversamente a su longitud por el parámetro β , cuyo valor es elegido por el usuario. El valor de β es un factor que captura la disminución de la influencia de un actor sobre otros a medida que se incrementa la distancia (Aguilar Gallegos *et al.* 2017).

3.7.4 Identificación de actores clave en el flujo de germoplasma

Con el uso del software *KeyPlayer2* se identificó a los actores que por sus conexiones e inmersión con los actores adyacentes en la red, pueden funcionar como catalizadores en la difusión de información o bienes (conjunto *kp*-positivo)

(Borgatti 2006). Para cada tamaño del conjunto *kp*-positivo se calcula el índice de difusión para cada valor de distancia de cobertura, identificándose en cada caso a los actores clave (Rendón Medel & Aguilar Ávila 2013).

Con este software también se identifican a los actores dentro de la red social de productores de aguacate de Zacapala, que fungen como estructuradores de la red y que al ser removidos ocasionarían la mayor fragmentación de dicha red causando la menor cohesión posible de los actores (conjunto *kp*-negativo). En función del tamaño del conjunto *kp*-negativo se identifican a los actores respectivos y se calcula el índice de fragmentación considerando una distancia preestablecida (Rendón Medel & Aguilar Ávila 2013).

Aguilar Gallegos *et al.* (2017), mencionan que el indicador de difusión es una medida del grado en el cual un grupo de actores están conectados al resto de la red, por lo que también se puede interpretar como una medida de cobertura o alcance de la red expresado en porcentaje, que se obtiene al seleccionar un conjunto de actores clave *kp*-positivos. Estos actores son identificados con base en su posición para acceder al mayor número de actores y su presencia se valora por su potencial para favorecer los flujos de bienes e información a través de la red.

El indicador de difusión se calcula empleando el siguiente algoritmo en el que R es la abreviatura de alcance (del inglés *reach*).

$$R = \frac{\sum_j \frac{1}{d_{mj}}}{N}$$

Aguilar Gallegos *et al.* (2017) explican que un parámetro que el usuario debe establecer es la distancia máxima (*m*) en la cual un nodo *i* puede alcanzar a otro nodo *j*; de esta forma, cuando la distancia es *m*=1 el procedimiento toma en cuenta los nodos adyacentes al nodo *i* de entre los cuales seleccionará a los actores con mayor grado; pero cuando la distancia es igual a 2 (*m*=2), se tienen

en cuenta los vínculos indirectos del nodo i . Por supuesto una $m=2$ también incluye a los nodos que estén a una distancia $m=1$. De esta forma, uno de los puntos clave en el procedimiento de cálculo del conjunto- kp positivo es la selección del valor de m . A mayor valor de m la distancia a considerar entre los nodos es mayor y la cobertura del conjunto- kp será mayor, y viceversa.

Es importante señalar que la selección del conjunto- kp puede ser obtenido para redes dirigidas y no dirigidas, por lo que existen dos formas para identificar kp en el software *KeyPlayer 2*; la primera es con base en los grados de entrada (en el software *KeyPlayer 2* indicado como “*Harvest*”) y, por supuesto, con base en los grados de salida (en el software *KeyPlayer 2* indicado como “*Diffuse*”) Aguilar Gallegos *et al.* (2017).

En la red social de estudio de productores de aguacate de Zacapala, los grados de entrada de un actor es el destino que ha tenido el germoplasma y con base en ellos la opción *Harvest* identifica a los actores que reciben germoplasma del mayor número de fuentes y calcula su respectivo indicador. Por su parte, la opción *Diffuse* identifica a los actores clave que comparten germoplasma con el mayor número de personas y además calcula el respectivo índice.

El objetivo del indicador de estructuración es identificar a los actores que al ser retirados perturban significativamente el funcionamiento de la red porque ésta se fragmenta; su importancia radica en su destacado rol como articuladores de la red, con lo que contribuyen a dinamizar el flujo de ideas y bienes a través de la red (Rendón Medel & Aguilar Ávila 2013).

El algoritmo para calcular este indicador es expresado en forma normalizada. La letra F se emplea como abreviatura de fragmentación (del inglés *fragmentation*). Su cálculo se deriva de la siguiente expresión.

$$F = 1 - \frac{\sum_i s_i(s_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde F , es el índice de fragmentación que considera la cohesión relativa de los componentes en una red, determinado por el tamaño del subconjunto de nodos, y la distancia desde el conjunto de actores al nodo en cuestión (Rendón et al., 2007).

Para ello en el software *KeyPlayer2* el índice de fragmentación se expresa en porcentaje y se enuncia como *Disrupt* por su relación con el grado de desorganización o fragmentación de la red; los resultados incluyen la lista de nodos que causarían el mayor nivel de fragmentación de la red si esos nodos fueran retirados.

3.8 Identificación de grupos o comunidades en la red

La modularidad (M) mide la estructuración de las redes cuando éstas son divididas en grupos o comunidades; su valor va de -1 a 1 y mide la densidad de los vínculos dentro de comunidades con respecto a los vínculos entre comunidades; entre mayor sea el valor de M es mejor la partición de la red. De esta forma, las redes con alta modularidad tienen conexiones sólidas entre los nodos dentro de cada grupo y escasas conexiones entre nodos ubicados en diferentes grupos, en lo cual reside su utilidad para la identificación de subconjuntos de actores entre los cuales el flujo de ideas y bienes es más rápido que si solo se considera a la red en su conjunto.

Para la identificación de subgrupos o comunidades en el conjunto de la red de Zacapala basada en la modularidad se utilizó el algoritmo propuesto por Blondel et al. (2008).

El método consta de dos etapas las cuales son aplicadas repetitivamente, en la primera se asigna a cada nodo $i \in N$ a una comunidad distinta (cada nodo es una comunidad). Así, inicialmente se tiene N comunidades distintas. Luego se considera para cada nodo i sus nodos vecinos compuesto por $j \in V(i) \subseteq N$. Posteriormente, se evalúa la ganancia de modularidad de sacar al nodo i de su

comunidad y colocarlo en la comunidad de j . El nodo i se une a la comunidad que genere la máxima ganancia de modularidad con valor positivo, de lo contrario el nodo i continúa en su comunidad actual (Blondel *et al.* 2008).

Este proceso es aplicado repetida y secuencialmente hasta que se alcanza el máximo grado de modularidad en cada grupo, lo que significa que los nodos en estas comunidades o grupos están altamente conectados.

Para obtener los resultados utilizando el algoritmo de Blondel y colaboradores, en el software Gephi© (Bastian *et al.* 2009) se utilizó la función conocida como “clase de modularidad”. Al ser una red ponderada, se utilizó el número de transacciones para dar o recibir germoplasma por parte de los productores (peso de aristas) como variable para calcular el grado de modularidad de la red y la resolución utilizada fue de 2.

Una limitante de este método de agrupación por modularidad, que mide la calidad de la partición o agrupamiento de la red, es que en redes muy grandes, donde se localizan millones de nodos (Fortunato & Barthélemy 2007), la resolución que tiene este, puede no detectar agregados o comunidades pequeñas, sin embargo, dado que la red que se analizó en Zacapala es pequeña, este método de agrupación es adecuado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 El contexto del sitio de estudio

A nivel del municipio, de acuerdo con el Programa Regional de Desarrollo Región Mixteca de la Secretaría de finanzas y Administración del Gobierno del Estado de Puebla (SFA 2011), dentro de la Región Mixteca Poblana, Zacapala es el cuarto municipio con carencia por acceso a la alimentación y el quinto en carencia por rezago educativo, los años promedio de escolaridad son 4, los años esperados de escolarización son 10.3; el índice de salud es de 0.860, y el valor del Índice de Desarrollo Humano (PNUD 2014) es de 0.589.

En Zacapala, según la SEDESOL (2011) a partir de datos del CONEVAL, de 3,177 individuos (76.7% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 1,970 (47.6%) presentaban pobreza moderada y 1,207 (29.1%) estaban en pobreza extrema. En Zacapala este rezago social está asociado a un alto grado de intensidad migratoria, debido a que una proporción significativa de la población económicamente activa ha abandonado su localidad de origen para ir a buscar otras oportunidades de trabajo para mejorar sus condiciones de vida. En la comunidad de Zacapala las remesas que provienen de los Estados Unidos en parte han sido usadas para invertir las en la producción de aguacate.

A nivel comunidad, en Zacapala, según la CONAPO (2010), vivían 1,071 personas, de las cuales 597 fueron mujeres y 474 hombres. Los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada en este estudio informa que en promedio cada hogar se integra de cuatro integrantes de los cuales dos son hombres y dos son mujeres. La gran mayoría de la población económicamente activa se dedica exclusivamente a la agricultura, aunque también hay personas que se ocupan en

otras actividades no-agrícolas. Esta pluriactividad de los productores es característica de la nueva ruralidad que se vive en México, donde los ingresos que se obtienen por actividades no agropecuarias son importantes para el sostenimiento de los hogares. En los últimos años la producción de aguacate ha cobrado relevancia en la inversión productiva.

Los productores dedicados a la producción de aguacate tienen 62.5 años de edad en promedio. La gran mayoría de los hogares tienen familiares que continuamente envían remesas desde los Estados Unidos. La disponibilidad de esos recursos monetarios ha permitido a la mayoría de productores de aguacate mejorar y expandir la producción de esa fruta, lo cual es más visible en los migrantes de retorno.

En Zacapala, los principales cultivos son: maíz, frijol, hortalizas y aguacate, este último es el de mayor relevancia en cuanto a superficie sembrada y productores que se dedican a este cultivo (SIAP 2017).

Sin embargo las características ambientales de la localidad y su topografía, la mayor parte del territorio de Zacapala, tiene restricciones ambientales para la producción de aguacate, como son: el clima seco y caliente, suelos poco profundos con material parental con alto contenido de carbonato de calcio y escasa agua para riego agrícola.

El (44.9%) de la superficie cultivada de aguacate es “tierra negra”, con suelos vertisoles, que se caracterizan por una buena retención de humedad y buena fertilidad. El 2.8%, es otro tipo de tierra favorable para la producción de aguacate son las “tierras lamosas” de la superficie sembrada de aguacate; son suelos aluviales localizados en los márgenes de los ríos y de sus afluentes intermitentes.

De segundo orden en importancia son las tierras “arenosas”, que corresponden a suelos castañozem con 23.4% de la superficie sembrada de aguacate. La textura arenosa de esos suelos hace que éstos sean friables y con buen drenaje

vertical, capacidad de retención de humedad y fertilidad menor a los suelos vertisoles.

Otros tipos que también son restrictivos para el cultivo de aguacate son las denominadas “blancas” (por los afloramientos de roca calcárea), “cascajal” (alta presencia de grava y piedra mezclada en el suelo) en conjunto esas tierras representan el 28.9% de la superficie sembrada con aguacate. El tipo de suelos en esas tierras son litosoles, los cuales son poco profundos y con frecuente presencia de pedregosidad y rocosidad, que en general ofrecen baja fertilidad (Figura 3).

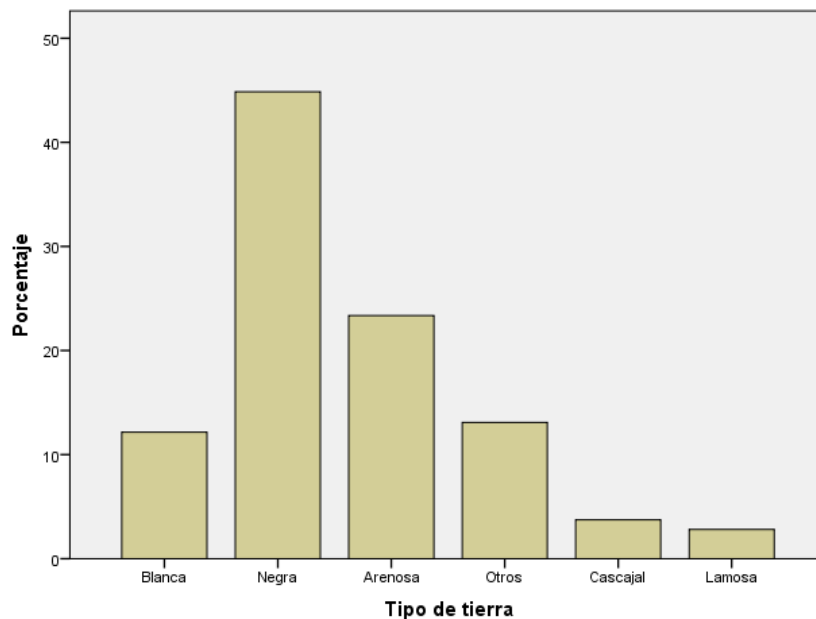


Figura 3. Tipo de tierra para la producción de aguacate

El 76.6% de la superficie cultivada con aguacate es de topoforma plana o levemente ondulada y el resto corresponde a lomeríos y laderas (Figura 4). Las tierras planas son de mayor profundidad es mayor, permiten la irrigación y mecanización. En las tierras de lomeríos y laderas los suelos son someros y con frecuencia arenosos y la pendiente dificulta la irrigación.

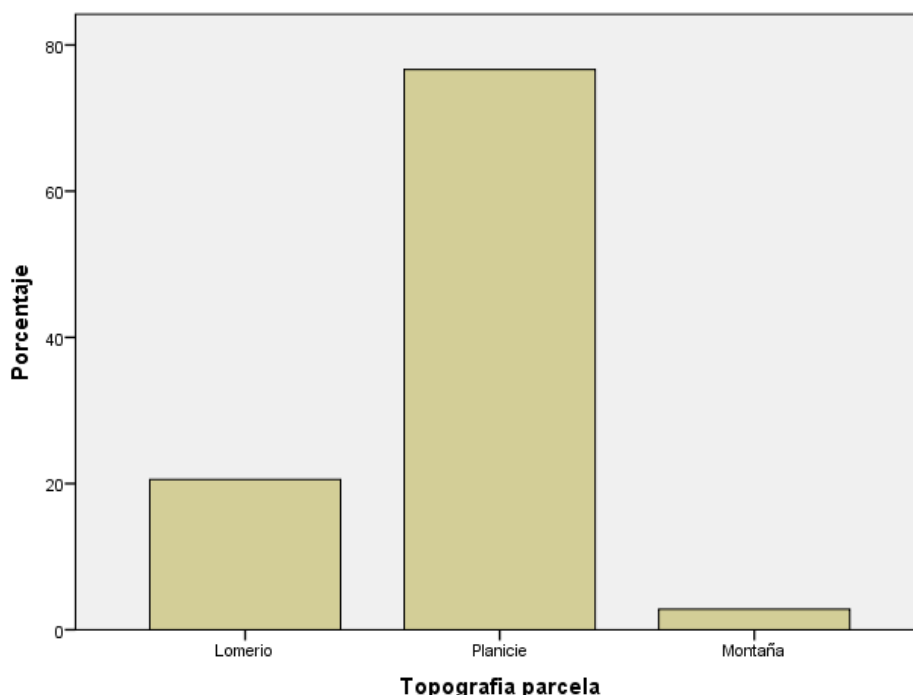


Figura 4. Topografía predominante para la producción de aguacate

La topografía plana de los terrenos y las corrientes de agua que existen en la localidad, hacen en parte posible que el 93.5 % de las parcelas de aguacate tengan acceso al riego y solo el 6.5 % de las parcelas se les considere de temporal, como lo muestra la Figura 5. Sin embargo, cabe hacer hincapié que este pequeño porcentaje son tierras de humedad, es decir, que aunque sean consideradas de temporal por no utilizar el riego, la cercanía con los ríos o arroyos hacen que la humedad esté disponible todo el año.

Es importante mencionar que del 93.5 % de las parcelas de aguacate que disponen de riego, en su gran mayoría es riego rodado. En los últimos años algunos productores han instalado sistemas de riego por goteo o microaspersión, lo que facilita el trabajo de regar y fertilizar los huertos de aguacate y mejora la eficiencia en el uso del agua, ventaja que se hace más evidente por la reducción en la disponibilidad de agua para riego agrícola a causa de la reducción del caudal de los ríos Ajamilpa y El Saladillo. La tecnificación del riego es limitada por los relativamente altos costos de inversión en un sistema de riego presurizado.

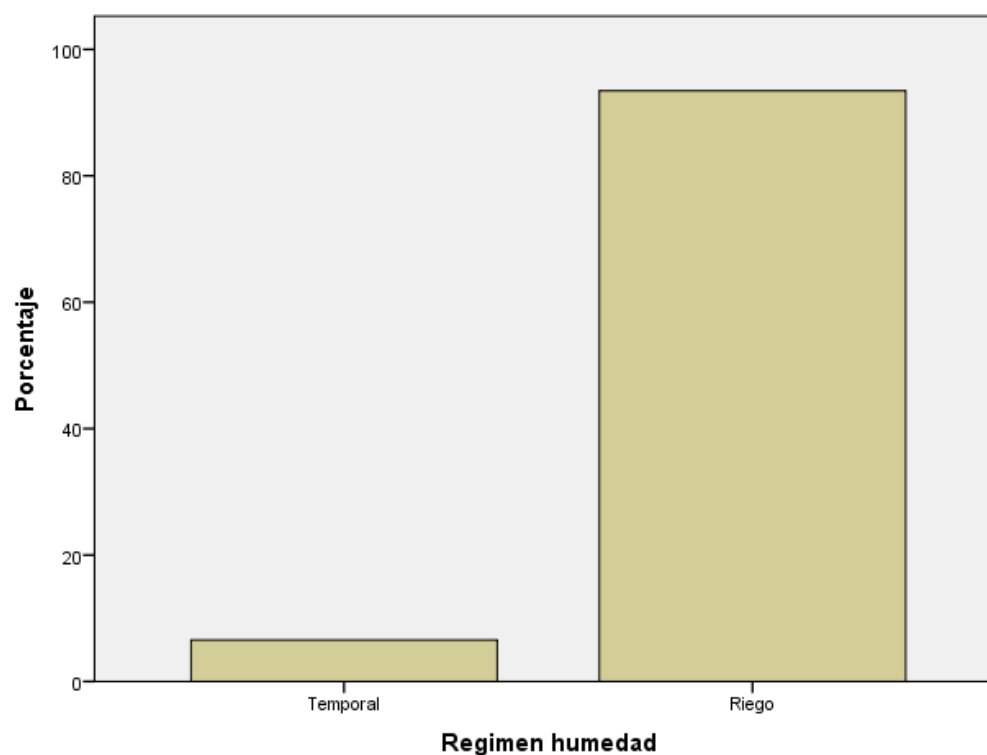


Figura 5. Régimen de humedad en las parcelas de aguacate

De acuerdo al Cuadro 2, cada productor de aguacate en Zacapala posee en promedio 2.28 ha, de las cuales 2.17 ha (95.1%) se destinan a la producción de aguacate, lo que les confiere una alta especialización en la producción de aguacate, aunque en baja escala. Son frecuentes los huertos con bajas densidades de plantación de aguacate porque la distancia entre plantas es de 6 m ó más, pero eso les permite a los productores sembrar cultivos anuales como hortalizas, maíz y frijol entre las filas de árboles de aguacate.

Cuadro 2. Superficie promedio en producción de aguacate en Zacapala, Puebla.

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar	Varianza
Superficie total por productor (Ha)	0.25	8.50	2.28	1.93	3.7
Superficie cultivada con aguacate por productor (Ha)	0.25	8.50	2.17	1.93	3.7
Superficie por parcela (Ha)	0.25	5.00	1.15	.785	.61

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos a partir de encuestas realizadas en la comunidad

Los productores de aguacate en promedio tienen 2.17 hectáreas en producción, no todos tienen las superficies compactas en una parcela, sino que los huertos en promedio son de 1.15. El fraccionamiento de la superficie sembrada es una estrategia de ubicar las huertas en las condiciones más favorables para el aguacate, además de facilitar el manejo de esos huertos evitando los cuellos de botella en la demanda de mano de obra.

La superficie compacta para la producción de aguacate varía de 0.25 a 5.0 ha. El Cuadro 2 también indica que hay una gran heterogeneidad en cuanto a la superficie de las parcelas cultivadas con aguacate.

Según el testimonio de los productores, la producción de aguacate inició en Zacapala hace más de setenta años, lo que se puede constatar con la presencia de árboles muy viejos de más de 80 cm de diámetro y 15 m de altura, algunos de los cuales se han usado como portainjertos. Ese porte es característico del aguacate de la raza mexicana a la cual pertenecen los árboles de aguacate criollos de Zacapala (Campos Rojas & Hernandez Barbosa 2011).

En la actualidad los árboles en producción son en su gran mayoría injertos de variedades criollas locales, estos se realizan en patrones o portainjertos de semillas criollas que se establecieron recientemente (diámetros pequeños) o árboles de gran edad y porte, podados desde su base (diámetros grandes); en menor medida la producción se da en árboles que no tienen ningún injerto, a los que se les llama *naturales*, cuya característica fundamental es que son de grandes dimensiones, sobre todo en altura.

Los productores utilizan tres modalidades de germoplasma, la más importante son las varetas o *púas*, que es el término que ellos acuñaron para este tipo de material vegetativo. La segunda en importancia es la semilla botánica del aguacate, a lo que comúnmente se le llama *hueso* y en último lugar lo ocupa las plantas injertadas con variedades criollas o mejoradas.

La diseminación de germoplasma de aguacate es casi en su totalidad en la modalidad de vareta, que representa el 97.5% de las transacciones, el resto consiste de *planta formada* o *hueso* (Figura 6).

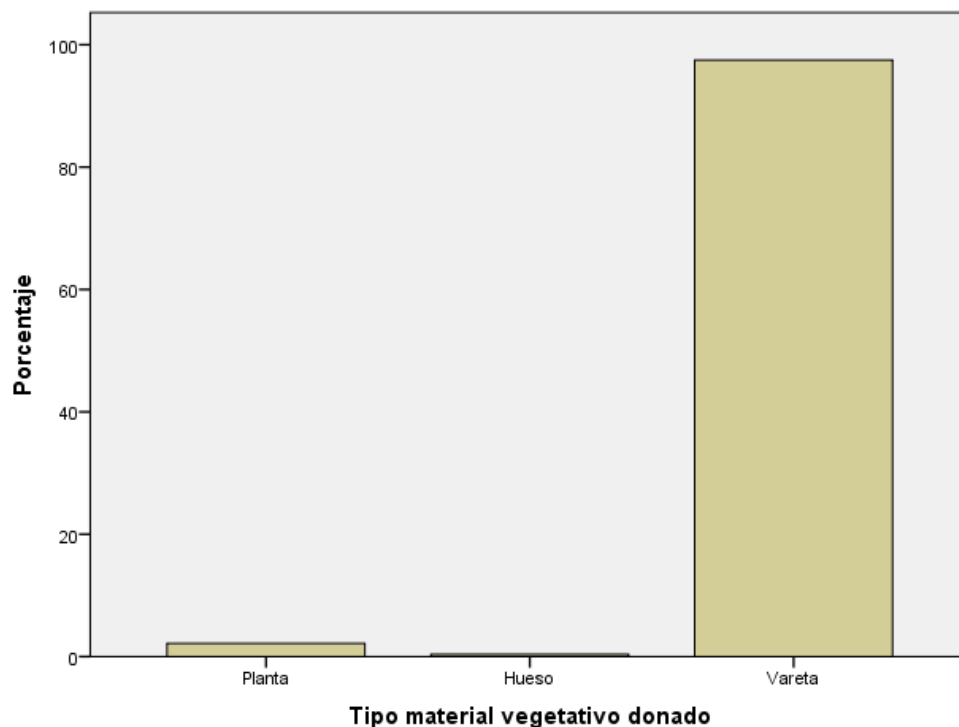


Figura 6. Transacciones de germoplasma de aguacate por tipo de material vegetativo.

El aguacate es un cultivo perenne, los árboles pueden ser podados parcialmente o desde su base, para después ser injertados, lo que da oportunidad a los productores de probar continuamente nuevas variedades, locales en su mayoría. Como lo menciona Bellon (1996), la decisión de cómo integran el repertorio varietal de los pequeños productores, obedece a las necesidades que éstos tengan en un momento dado por lo que las necesidades cambian y el productor decidirá qué variedades integrar a su repertorio varietal para satisfacer sus necesidades presentes.

El repertorio varietal que existe en Zacapala, es muy extenso y se ha creado mediante la selección que han realizado por generaciones los productores (Bellón *et al.* 2009). Los productores de aguacate de Zacapala han consensuado los nombres de identificación de 17 variedades seleccionadas en la comunidad basadas en los atributos perceptuales de atributos los árboles de aguacate (Gibson 2009), tales como el porte, dosel, tamaño, color y forma de las hojas, tamaño, color y forma de los frutos, época de floración y de cosecha, entre otros.

Los productores de aguacate de Zacapala identifican con certeza 17 variedades seleccionadas en la comunidad y dos variedades mejoradas (*Hass y Fuerte*). Existen otras 22 variedades locales criollas cuya clasificación no está definida y son relevantes en el conjunto de la riqueza varietal. En la Figura 7 se observa que el repertorio de variedades locales criollas para la producción es muy amplio y predominante sobre las variedades mejoradas Hass y Fuerte. Esto sugiere que el repertorio varietal de los productores de aguacate en Zacapala es abierto y dinámico.

La presencia de las variedades Hass y Fuerte se debe principalmente al establecimiento de nuevos huertos en los últimos cinco años a iniciativa y financiados por los mismos agricultores, en respuesta al crecimiento de la demanda de aguacate mejorado. De menor impacto ha sido el fomento a la producción de aguacate mejorado por el gobierno federal a través de la CONAZA, mediante la venta a precios subsidiados de plantas Hass y Fuerte. La producción de aguacate criollo nunca ha sido apoyada con recursos públicos directos, lo cual ha generado inconformidad entre los productores ya que el ambiente y manejo de sus huertas de aguacate criollo les han permitido generar ingresos significativos. Además, los productores han demostrado que el aguacate criollo, al igual que el mejorado, incrementa su productividad y calidad si se mejora su manejo. En contraste, está el hecho de que los árboles de huertos establecidos en 2014 con planta de variedades mejoradas, que fueron regaladas por gobierno federal, han tenido un desempeño pobre e incluso se han muerto. Esa evidencia con respecto a las variedades Hass y Fuerte ha generado opiniones encontradas

entre los productores acerca de la pertinencia de incorporar esas dos variedades a sus portafolios de diversidad.

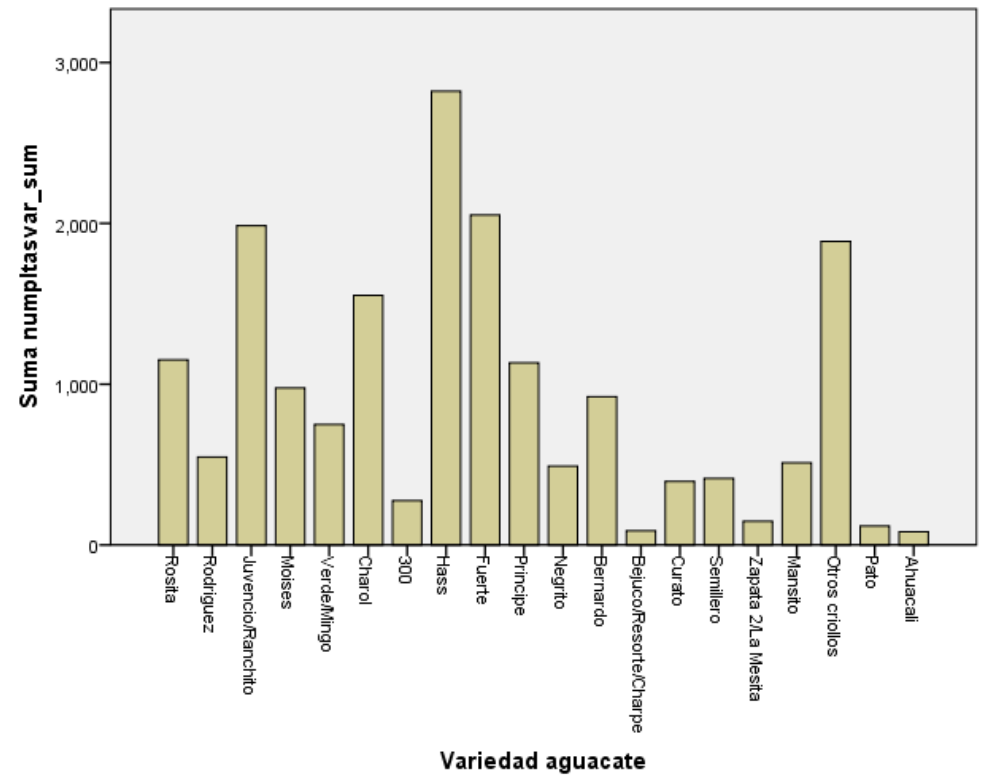


Figura 7. Producción de aguacate en Zacapala, Puebla, por variedad.

Ante el fracaso que significó usar esas plantas de aguacate mejorado referidas antes y obtenidas de un vivero, certificado por el gobierno federal, los productores de Zacapala en su mayoría opinan que las plantas, sean de variedades mejoradas o criollas, más confiables son las que provienen de personas de confianza y prestigio de la misma comunidad. Ese criterio se extiende a la provisión de semilla y vareta.

Al agrupar las variedades de aguacate presentes en Zacapala en criollos y mejorados, la preferencia de los agricultores para la producción de aguacate se basa en variedades locales criollas, como lo muestra la Figura 8.

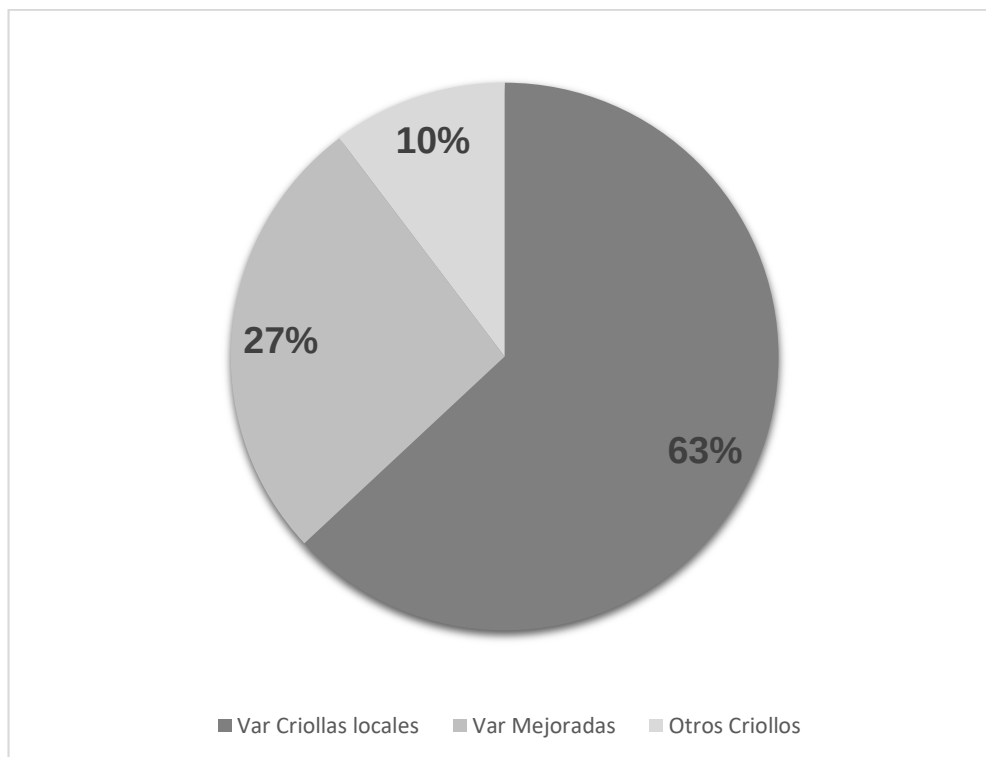


Figura 8. Número de árboles de aguacate en Zacapala, Puebla, por tipo varietal. El aguacate criollo que se cultiva en la localidad es la especie *Persea americana* var. *drymifolia*, también conocida como aguacate de la raza mexicana (Campos Rojas & Hernandez Barbosa 2011), cuya distribución en el territorio mexicano expresa diversas formas genotípicas y fenotípicas, cuya utilidad es conocida regionalmente para muchos tipos distinguidos localmente como criollos mexicanos. Estas poblaciones criollas de la género *Persea americana*, son apreciados por su valor económico y etnobotánico y se les denomina “variedades locales criollas” (López Jiménez *et al.* 2010).

De este repertorio varietal que se tiene en Zacapala, cada productor de aguacate en promedio tiene **seis** variedades en producción, es decir, no utilizan para la producción todas las variedades presentes en la comunidad aunque el repertorio de diversidad es relativamente abundante. Es común que en comunidades con alta diversidad varietal la mayoría de los agricultores utilicen solo una parte de los tipos varietales disponibles (Pautasso 2015), lo que en parte se explica por la

demanda de tierra y trabajo que implica la conservación de la diversidad de las plantas cultivadas en los sistemas agrícolas tradicionales (Bellon 1996).

El repertorio varietal que tiene cada productor de aguacate en Zacapala, indica que el flujo de germoplasma es un factor determinante en la producción, es así que cuando se hace una comparación en el número de transacciones que se tiene por variedad (Figura 9), indica que dos variedades seleccionadas localmente con identificación consensuada entre los productores, son las que más fluyen en las parcelas, seguido por las variedades mejoradas y por los otros criollos no consensados por los productores.

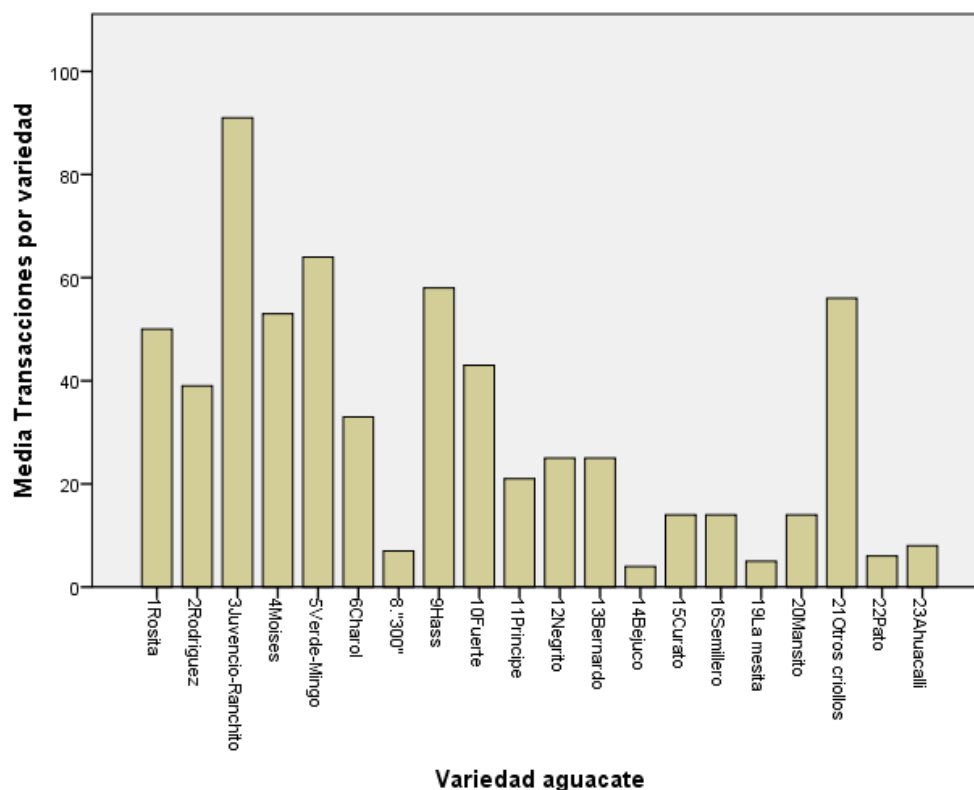


Figura 9. Número de transacciones por variedad para el aprovisionamiento de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla.

La mayor parte del germoplasma de aguacate en Zacapala se transfiere como vareta, como se muestra en la Figura 9, también indica que la variedad Hass y Fuerte están fluyendo a través de este material vegetativo, lo que refuerza la idea de que cualquier variedad que se utiliza en la producción de aguacate en Zacapala, debe de provenir de personas o parcelas que los productores tengan

identificados como buenos productores y de prestigio, para de esa manera obtener germoplasma de calidad confiable y así garantizar que ellos tendrán árboles sanos y vigorosos. en sus huertas,

Una vez que se agruparon las variedades de aguacate en Zacapala, por tipo varietal (Figura 10) se observó que el mayor flujo de germoplasma para la producción de aguacate fue el de las variedades criollas locales.

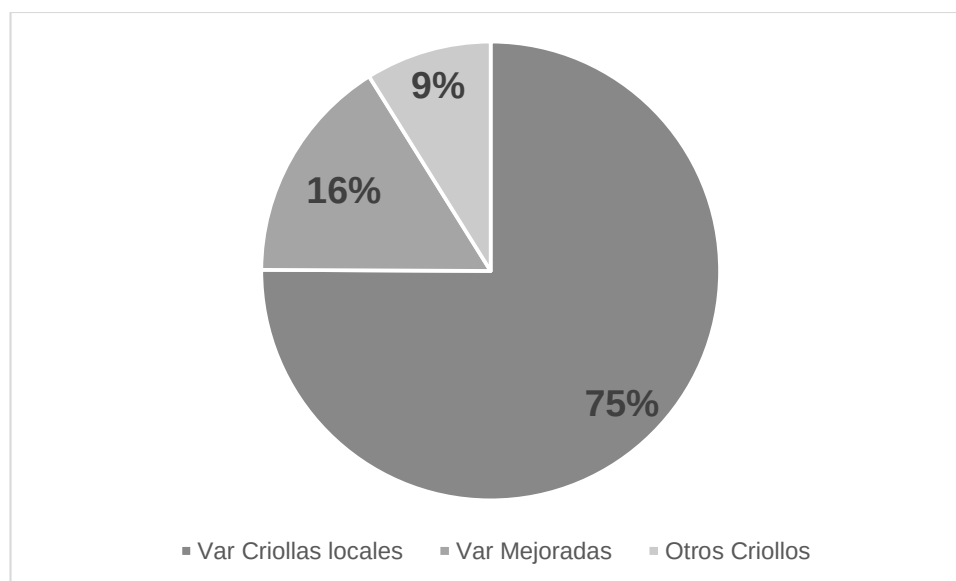


Figura 10. Número de transacciones por tipo varietal para el aprovisionamiento de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla.

El gran repertorio de variedades locales criollas, así como, el movimiento o flujo que han tenido en Zacapala, indica que existe una gran dinámica en el aprovisionamiento de germoplasma y una gran diversidad biológica infraespecífica, lo que conlleva a inferir que el acceso a esta diversidad por parte de los productores aguacate hace que la producción y generación de alimentos sea sostenible y clave en el bienestar de los hogares de Zacapala, porque si bien el aguacate es un cultivo comercial, la generación de ingresos por la venta de esta fruta para los productores, hace que se puedan satisfacer mayormente las necesidades de la familia en cuanto a diversificación de la alimentación y aprovisionamiento de bienes y servicios, que no pueden ser provistas a través de

la producción agrícola, logrando así el desarrollo de las comunidades rurales y sus pobladores (Bellon 1996).

Los resultados expuestos anteriormente sustentan la necesidad de conocer la estructura y funcionamiento de la red social del flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala, lo cual se abordará en el siguiente apartado.

4.2 El capital social y el flujo de germoplasma en Zacapala

Las fuentes de semillas más importantes son los familiares y de amigos cercanos, lo que no está en función de la capacidad económica de los productores de aguacate, lo cual enriquece los portafolios de diversidad varietal. Los agricultores que mantienen la mayor riqueza varietal contribuyen de manera significativa a la seguridad en el acceso al germoplasma y a la flexibilidad de los hogares para responder a condiciones imprevistas (desastres naturales, crisis económicas, reorganización de la producción agrícola, entre otras.) (Siart *et al.* 2008).

4.3 Tamaño y densidad de la red

El tamaño de la red sujeta a análisis consta de 147 actores y 351 aristas; y tiene una densidad de 1.6%; ese valor de baja densidad denota baja cohesión entre los actores (Borgatti *et al.* 2013). Sin embargo, esta densidad baja proporciona flexibilidad a los agricultores de aguacate de Zacapala para proveerse de germoplasma de varias fuentes. Ese valor bajo en parte se explica porque la red se integra por 147 actores y, la encuesta solo incluyó a 57 personas de 71 posibles, porque el requerimiento del presente estudio fue que las personas a encuestar fueran productores de aguacate y que esa actividad agrícola se desarrollara dentro del territorio de Zacapala.

Además, de 110 productores de aguacate de Zacapala, en la red participan 18 personas no dedicadas a la producción de aguacate que tienen relaciones de

parentesco con productores de Zacapala, 14 productores de comunidades aledañas, 4 de viveros externos a Zacapala y la Universidad Autónoma Chapingo. Esta conformación de la red le confiere una condición de apertura a diferentes actores.

La baja densidad de la red y la diversidad de actores que en ella participan indica que el flujo de germoplasma trasciende los límites administrativos de Zacapala, lo que confronta a la crítica emitida en círculos gubernamentales e incluso académicos en el sentido de que los sistemas de semillas informales conformados por productores de escasos recursos son cerrados y conservadores, y por lo tanto tienen valor limitado para el desarrollo agrícola (Coomes *et al.* 2015). Este sistema abierto también le confiere resiliencia y flexibilidad a la red para el aprovisionamiento de germoplasma de aguacate, ya que la red social posibilita no solo el flujo de germoplasma entre vecinos y parientes, sino que también ocurren transacciones con comunidades (Pautasso 2015).

En la red social de Zacapala se tienen en promedio 2 vínculos por actor, es decir el alcance para obtener o suministrar germoplasma en promedio por los productores es mediante dos interacciones sociales, aunque este parámetro es muy general, ya que hay actores que tienen más interacciones sociales que otros.

4.4 Índice de centralización de la red

La red social es más centralizada en grados de salida ($0.149=14.9\%$) que en grados de entrada ($0.0594=5.94\%$), indicando que la centralidad de los productores que suministran germoplasma es casi tres veces mayor, a la centralidad de los actores que lo reciben.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que los productores de Zacapala reciben por igual germoplasma para la producción de aguacate dado la relativa baja centralización de grado de entrada; los actores que más dan o son fuente

para suministrar germoplasma a la red son diferentes del resto; la mayor centralidad de estos actores emisores indica que éstos son dominantes en el suministro de germoplasma para la producción.

Si se analiza de otra forma este grado de salida y de entrada, al ser mayor el grado de salida de la red, queda la interrogante de porque no todos los productores dan (grados de salida) germoplasma de igual manera que reciben (grados de entrada), esto supone que los que dan tienen características específicas que elevan su centralidad, por lo tanto identificar a los actores que centralizan el recibir y dar germoplasma es clave para entender el funcionamiento de la red social.

4.5 Centralidad de los actores

4.5.1 Centralidad de grado

En la Figura 11 se representa a los actores con mayor grado de salida con círculos con mayor intensidad de color, y los actores con más grado de entrada con círculos mayor tamaño.

No hay correspondencia entre los eventos de emisión y recepción de germoplasma para la mayoría de actores ya que hay nodos de mayor tamaño y poca intensidad de color. Son pocos los casos de díadas de actores entre los cuales se da un flujo recíproco de germoplasma, más bien predominan los casos en los que los productores reciben germoplasma de unos y proveen de germoplasma a otros. En casos similares se ha observado que la ausencia de intercambio recíproco hace que estas redes de germoplasma reducen la vulnerabilidad de las variedades criollas para ser desplazadas por las mejoradas, ya que en el ámbito de esas redes existen múltiples opciones de proveedores a los que se puede acceder por cada productor (Pautasso 2015)

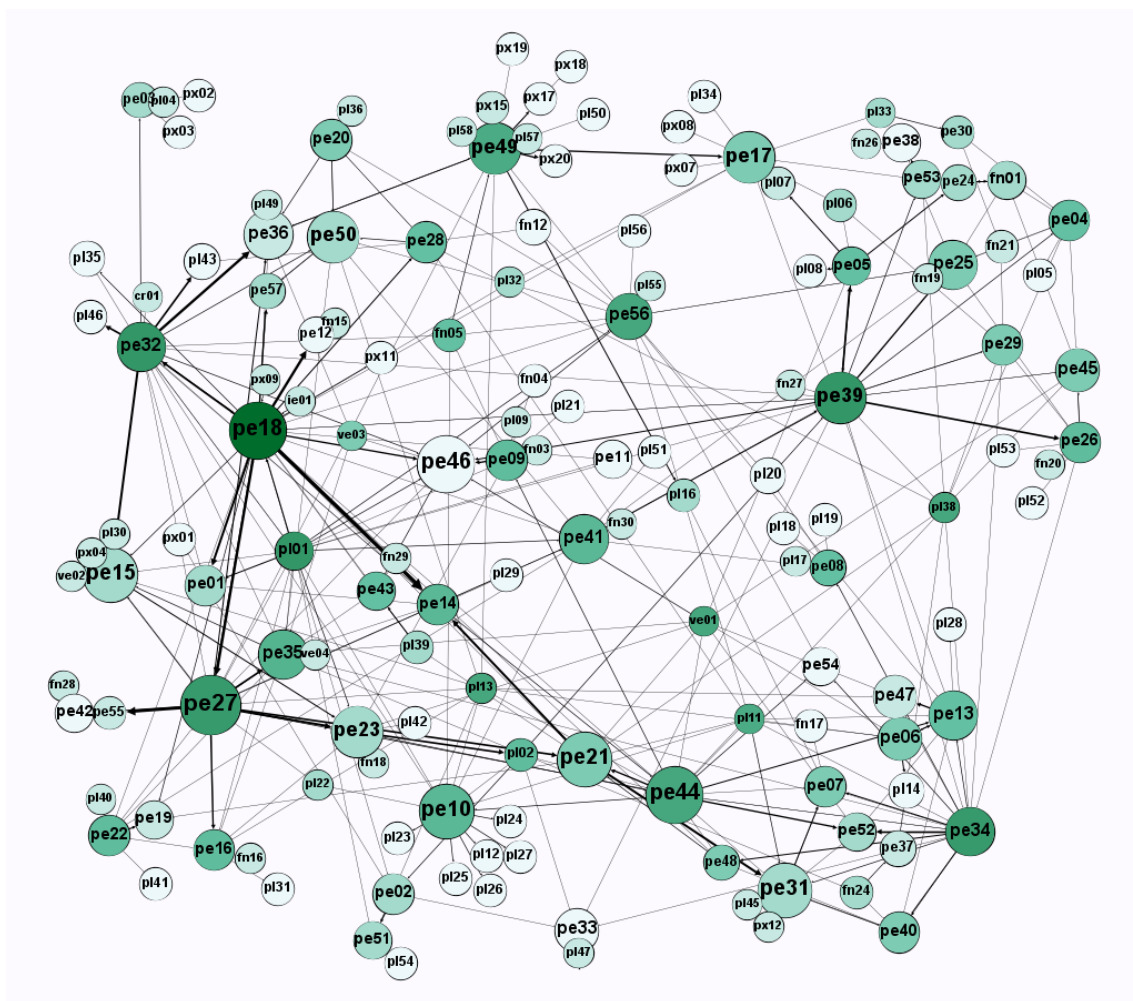


Figura 11. Red modelada por el programa Gephi©, donde se muestra los nodos presentes en la red con atributos de grado de salida y de entrada

Los productores con mayores grados de salida son pe18, pe27, pe32, pe34, pe39 y pl01, lo que les confiere una mayor relevancia como proveedores de germoplasma de aguacate. Este reducido grupo de actores tienen en común el ser personas prestigiosas reconocidas por la comunidad como buenos productores de aguacate, buenos agricultores en el sentido que al respecto plantea Wilken (1987), y son reconocidos como conservadores de la diversidad de aguacate, dedicarse de tiempo completo a trabajar en sus huertas de aguacate, tener un repertorio de diversidad de aguacate amplio y de alta calidad y ser generosos para compartir germoplasma y conocimientos. Estos actores

tienen un amplio espectro de relaciones interpersonales que incluso va más allá de la comunidad. A estos se les reconoce el mérito de ser partícipes en la selección de tres variedades seleccionadas localmente (Juvencio, Verde Mingo y Charol), los cuales, con base en los datos de la Figura 9, representan el 20% de las transacciones de germoplasma ocurridas en la red social que se analiza.

Estos actores también son reconocidos como buenos injertadores de aguacate y el éxito que tienen en el logro “prendimiento” de los injertos realizados, abona en demasía al prestigio que tienen, ya que es una característica de referencia de estos dichos actores.

La mayoría de estos actores poseen huertos de aguacate vecinos y tienen parentesco; la excepción son pe34 y pe39 que no tienen relaciones de parentesco con los demás y tienen sus parcelas distantes del resto.

Un caso particular es el productor pe18, quien no es reconocido como creador, pero sí lo son dos de sus familiares, y tiene el grado de salida más alto en la red en su conjunto. Es una persona que tiene muchas relaciones sociales dentro y fuera de la comunidad, ha ocupado puestos públicos, ha sido pionero en impulsar proyectos de asociatividad y en general la comunidad lo identifica como un referente en la producción de aguacate. La mayoría de las personas que se refieren a este actor pe18 expresan opiniones positivas. Como se observa en la Figura 11, es el único actor que tiene vínculos con casi todos los demás actores que tiene altos grados de salida. Este productor se propone seleccionar una variedad de aguacates tipo Hass a partir de árboles de huertos de la comunidad que son sobresalientes por su adaptación, productividad y calidad de sus frutos. La motivación de este productor para seleccionar un nuevo tipo varietal de aguacate es **trascender** su ciclo de vida a través de una variedad de aguacate que lleve su nombre, como lo han hecho otros productores de Zacapala, cuyos nombres han pasado a la posteridad porque seleccionaron tipos varietales de aguacate identificados con su nombre. Este es un caso de productores creadores, conservadores y difusores de diversidad que cultivan su prestigio y benefician a la comunidad (Thomas & Caillon 2016).

El grupo de productores con los grados de salida más altos referidos en los párrafos previos --pe18, pe27, pe32, pe34, pe39 y pl01—se ajustan a lo que Hanneman y Riddle (2005) refieren como actores influyentes, a quienes estos autores definen como actores que los mayores grados de salida porque intercambian bienes o información con muchos otros, y además persuaden a los demás acerca de sus puntos de vista.

Este conjunto de productores tiene los grados de salida más altos en la red porque son la fuente de germoplasma de aguacate de mayor calidad porque sus árboles de aguacate expresan, comparados con lo que poseen el resto de los agricultores de Zacapala, un potencial genético mayor, lo cual es propiciado por el buen manejo que estos productores procuran a esos árboles. En términos de selección, significa que estos productores destacados como proveedores de germoplasma realizan de mejor manera, que el resto de productores, la selección de germoplasma de aguacate a través de los dos mecanismos en que esta fuerza evolutiva (la selección) opera en las plantas cultivadas, esto es, la selección directa --la selección de plantas sobresalientes basada en criterios definidos— y la selección automática que opera a través de los ambientes manejados por estos buenos agricultores (Zohary 2004).

La Figura 11 también ilustra que los nodos con más grados de entrada son pe10, pe15, pe18, pe21, pe27, pe31, pe 36, pe44 y pe46, que en este estudio significa que estos son los productores que recibieron más germoplasma de aguacate. En la Figura 11 también se percibe que estos mismos productores, excepto pe18 y pe27, destacan por tener los menores grados de salida. Por consiguiente, estos son los productores con mayor demanda de germoplasma y poca o nula participación como donadores de germoplasma.

Esta situación asimétrica entre el ser más un receptor que emisor de germoplasma se explica por el hecho de que este tipo de actores buscan en la comunidad germoplasma de alta calidad para establecer nuevos huertos, sea que son productores que ya están produciendo aguacate o cultivan aguacate por primera vez. Una situación común en Zacapala es que para establecer nuevos

huertos los productores buscan germoplasma de la mejor calidad, al margen de si ellos tienen en su huerta los tipos varietales de su interés. Esto explica los bajos grados de salida de la mayoría de los productores de aguacate que integran la red que se analiza en el presente estudio.

El actor pe46 es productor de aguacate de edad avanzada que tiene en total cinco hectáreas dedicadas a la producción de aguacate. Un huerto es de dos hectáreas con árboles de cinco variedades criollas. El otro huerto es de tres hectáreas y consiste mayormente de árboles de aguacate Hass con algunos árboles de Fuerte esparcidos en la huerta como polinizadores. Ambos huertos cuentan con riego por goteo. Su propósito es obtener mayores ingresos de los aguacates mejorados por ser lo de mayor demanda y precio, pero asume que, comparado con los aguacates criollos, las plantas de la variedad Hass enfrenta mayores riesgos de daños por incidencia de plagas y enfermedades y estrés por el clima seco y caliente porque los árboles de esa variedad tienen problemas de adaptación a las condiciones de Zacapala. Para amortiguar esos riesgos de pérdidas tiene el huerto de variedades criollas.

El productor pe46 estuvo trabajando varios años en los EUA, en donde logró ahorrar recursos suficientes para que a su regreso a Zacapala estableciera sus dos huertas de aguacate. Su estancia en los EUA fue exitosa económicamente porque estableció una microempresa informal dedicada al mantenimiento de jardines, que empleaba a otros migrantes. Esa persona comenta que la experiencia de trabajo en los EUA le convenció de establecer sus huertos de aguacate con miras a que fueran rentables. Por esa razón, para la planeación de sus huertos, además de su propia experiencia e información de otros productores, pagó la asesoría de un despacho técnico de la región. Resultado de ello es que, entre otras cosas, sus huertos están bien trazados y cuentan con un sistema de riego por goteo automatizado, que funciona con un equipo de bombeo alimentado con energía eléctrica generada por paneles solares.

Para obtener las plantas de las variedades locales, portainjertos y varetas necesarias para establecer sus huertas, este productor pe46 obtuvo la mayor

parte del germoplasma del productor pe39, que es uno de los actores destacados por su riqueza varietal y grados de salida referidos en párrafos previos. El productor pe39 proporcionó al productor pe46 germoplasma de calidad reconocida de su propia huerta, pero como no cubrió la demanda, el productor pe39 consiguió germoplasma con otros productores para transferirlo al productor pe46. Aun así, el productor pe46 no cubrió su demanda, por lo que, además de comprar planta injertada de Hass en un vivero del estado de Morelos, por cuenta propia también consiguió germoplasma de aguacate con otros productores locales, entre ellos algunos de los que destacan por su centralidad en el flujo de aguacate, comentado en párrafos anteriores.

El productor pe46 es un caso representativo del acceso relativamente garantizado al germoplasma de aguacate disponible en Zacapala, aun cuando se trate de individuos con un capital social limitado, que acceden al germoplasma de otros de manera indirecta valiéndose de intermediarios. El actor pe46 es una persona que no goza de mucha simpatía entre el conjunto de productores de aguacate, lo que le impidió cubrir su demanda de germoplasma en la comunidad, especialmente con los productores que en párrafos anteriores han sido referidos como importantes por su alta centralidad en el flujo de germoplasma, así como por su dedicación para la selección y conservación de germoplasma sobresaliente, como se observa en las Figura 11. Otro hecho que pone de relieve el limitado capital social del productor pe46 es que de entre los productores destacados por poseer el germoplasma de mayor calidad –que además son los injertadores más experimentados, solo el productor pe39 aceptó injertar sus plantas de aguacate.

Por otra parte, el actor pe36 es médico jubilado que no es originario de Zacapala pero reside en esta localidad; hace tres años se inició en la producción de aguacate con una huerta de una hectárea de superficie. Sus relaciones personales y las de sus familiares con los habitantes Zacapala y su reputación de buen ciudadano, en particular entre los productores de aguacate, le permitieron tener acceso al germoplasma de aguacate de tres de los productores

más prestigiosos de la comunidad (pe18, pe32 y pe49), además de acudir a otros productores que no son relevantes como emisores de germoplasma (Figura 11). Adicionalmente, el productor pe36 compró planta injertada con la variedad Hass en un vivero del estado de Morelos.

Los productores identificados en la Figura 11 como los actores pe15, pe10, pe31 y pe21 tienen altos grados de entrada porque obtuvieron en la comunidad el germoplasma de aguacate para establecer nuevas huertas de aguacate, adicionales a las huertas en producción que tienen. El prestigio como productores de aguacate y la calidad de su germoplasma, hace que los actores pe15, pe10, pe31 y pe21 tengan un perfil intermedio si se atiende a sus grados de entrada y de salida. Es destacable el hecho de que todos los productores de aguacate de Zacapala dan y reciben germoplasma de aguacate, predominando los que han participado en pocas transacciones de recepción y emisión de germoplasma de aguacate. Los actores de la red que solo participan como receptores de germoplasma (solo grados de entrada y ninguno de salida) se incluyeron en la red porque fueron referidos por otros y no fueron entrevistados.

En la red del flujo de germoplasma modelada en la Figura 11 los productores pe18 y pe27 destacan por tener los mayores grados de entrada y de salida, es decir, son las personas que han participado en el mayor número de eventos de recepción y emisión de germoplasma. Estas dos personas son muy prestigiosas por ser buenos productores de aguacate, tener germoplasma de alta calidad y tener disposición a compartir. Si tienen el germoplasma cuya calidad es inigualable, ¿Porqué piden a otros productores germoplasma de aguacate? La explicación reside en que estos dos productores, pe18 y pe27, han pedido a otros productores de Zacapala germoplasma de aguacate criollo, cuyos tipos varietales no están consensuados, para evaluar su potencial como progenitores de nuevas variedades. El productor pe18 además de germoplasma criollo tiene en su huerta árboles de variedades mejoradas que ha obtenido en viveros e instituciones de investigación, la Universidad Autónoma Chapingo y la Fundación Salvador

Sánchez Colín entre ellas, para utilizarlas como base para seleccionar nuevas variedades.

La estructura de la red social modelada en la Figura 11, a excepción de pocos actores que solo tienen un grado de entrada o de salida², permite que con diferente grado todos los productores de aguacate participen como receptores y emisores de germoplasma de aguacate. Esto significa, entre otras cosas, que el capital social construido colectivamente es usado por todos los participantes en la red social para acceder al germoplasma de aguacate, en lo que desempeña un papel importante las relaciones de confianza y reciprocidad que existen entre este conjunto de actores y que son el sustento de diferentes acciones entre personas y en colectivo en el ámbito comunitario. Sin embargo, esto no significa que todos los productores tengan las mismas capacidades de acción individual que determina el capital social. Para el flujo de germoplasma el capital social que cada productor detenta determina la fuente de germoplasma; localmente se asume que lo mejor es obtener germoplasma directamente con los productores que son prestigiosos por la calidad y riqueza varietal de su germoplasma, aunque ese germoplasma se puede obtener de manera indirecta porque se transfiere, sin restricciones, de productor a productor en la comunidad.

La estructura de la red permite acceder indirectamente a esa riqueza varietal, como lo evidencia el hecho de que la mayor parte de los productores participan más como receptores de germoplasma que como emisores. Este hecho es relevante en la conservación de la diversidad y el mejoramiento de ésta; permite que la conservación de los tipos varietales esté descentralizada en muchos huertos de la comunidad, en lugar de solamente estar a resguardo en los huertos de los productores prestigiosos. Todos los productores participan también en la creación de diversidad, porque a través de la selección directa (identificación de árboles sobresalientes) y automática (prácticas manejo de las huertas), multiplican las opciones de selección para los productores expertos en diversidad

² Los actores que solo se vinculan a otro actor se denominan *pendants* si además el actor al que se vinculan tiene dos o más vínculos (Borgatti et al. 2013).

(Zohary 2004), quienes a su vez pondrán a disposición de la comunidad el germoplasma que seleccionan.

4.5.2 Centralidad de intermediación y centralidad Beta de Bonacich

Considerando de primer orden a la centralidad de intermediación y de segundo orden a la centralidad beta de Bonacich (Hanneman & Riddle 2005), en la Figura 12 se muestra el grafo en el que el tamaño de los nodos representa el grado de intermediación y la intensidad de color representa la centralidad Beta de Bonacich para cada uno de los nodos de la red.

Los actores con mayor centralidad de intermediación son pe18, pe27, pe32, pe34, pe35, pe39, pe44 y pe49. Los actores pe18, pe27, pl01, pe32 y pe35 son de la misma área de producción, pe34 y pe44 de otra, pe39 y pe49 de distintos parajes.

La red muestra que los actores centrales descritos anteriormente con alto grado de salida (Figura 11) tienen un rol preponderante en la red, porque también tienen alta centralidad de intermediación (Figura 12), porque están sobre los caminos más cortos (distancias geodésicas cortas) para conectar a otro par de nodos (Hanneman & Riddle 2005; Borgatti *et al.* 2013), por lo tanto son actores que fungen como enlace o eslabón y facilitan la propagación de germoplasma. Estos mismos actores también tienen alta centralidad beta de Bonacich, lo que indica que son productores con quienes los receptores de germoplasma pueden tener una relación de dependencia para el suministro de germoplasma.

El grado de intermediación de los actores pe18, pe27, pe34 y pe39 son de los más altos en la red y sus huertos de aguacate se ubican en diferentes parajes, por lo que existe la posibilidad de que la ubicación geográfica de las huertas, así como la facilidad de ser observadas por otros productores (ejemplo, huertas al lado de caminos transitados) influya en el grado de intermediación observado, además de la riqueza varietal y calidad del germoplasma que posea el productor en cuestión. Por ejemplo, los productores pe18 y pe27 son del paraje Zacapala, pe34 del paraje Chauzingo y pe39 se ubica en el paraje San Miguel, lo que se

traduce en que en cada paraje (área de producción) de la comunidad existe uno o más productores centrales en el suministro de germoplasma a la red existente, los cuales, son encargados de fungir como *gestor o gestores de germoplasma*.

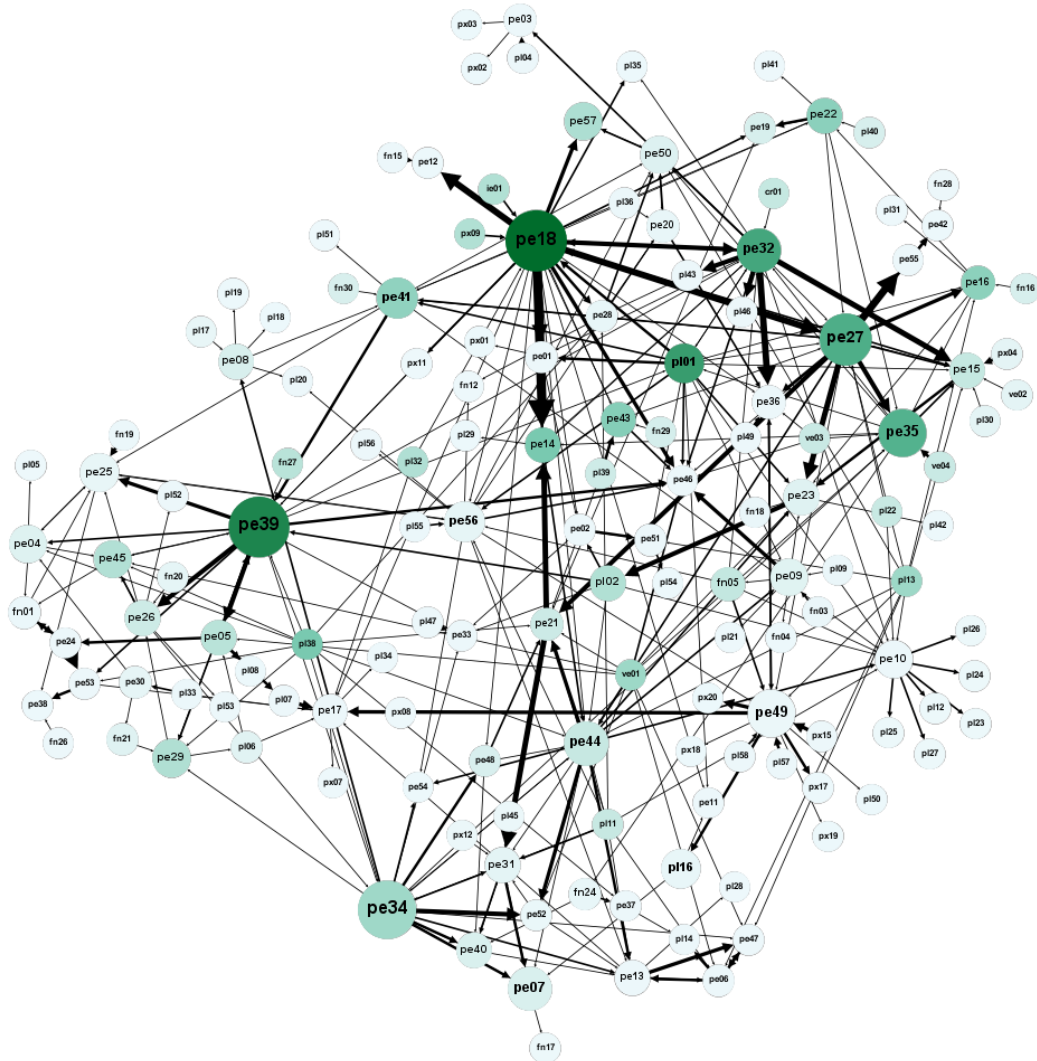


Figura 12. Red social para el flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala representando el grado de intermediación (diámetro del círculo) la centralidad *beta* de Bonacich (intensidad del color del círculo).

Estos productores en la comunidad son considerados buenos productores, con amplia experiencia en el cultivo, lo que se traduce en tener prestigio en la

comunidad y por ser claves en los canales de relaciones interpersonales en los que se mueve el germoplasma entre productores, teniendo un rol decisivo en la oferta de diversidad, en lo que no influye mucho el poder económico.

Estos productores con alto grado de intermediación, que fungen como gestores de germoplasma, son también productores que siempre están en la búsqueda de nuevos tipos varietales de aguacate, lo cual es facilitado por el conocimiento que tienen de los recursos genéticos que están en las huertas de otros productores, porque los primeros son los injertadores más experimentados y los más solicitados.

Un caso particular es el productor pe49, cuyo alto grado de intermediación, a diferencia de los demás productores con alto grado de intermediación, se debe a sus relaciones con productores de otras comunidades, expandiendo así los beneficios de la riqueza varietal que se ha generado en Zacapala. La transferencia de germoplasma de aguacate por el productor pe49 a productores de otras comunidades no transgrede la norma comunitaria explicada antes, porque con esos productores de otras comunidades y los de Zacapala existen relaciones de cooperación en varios ámbitos de su vida cotidiana, además de que los primeros están dispuestos a dar germoplasma a productores de Zacapala con quienes tengan relaciones de confianza y reciprocidad.

La centralidad *beta* de Bonacich, traducida como la influencia potencial que un actor puede tener sobre otros actores vía directa o indirecta (Bonacich 1987; Hanneman & Riddle 2005; Jackson 2010; Borgatti *et al.* 2013); los actores pe18, pe39, pl01, pe27, pe32 y pe35 tienen los valores más altos, por lo que son los productores de Zacapala que pueden influir más en los demás productores sobre el uso de germoplasma para la producción de aguacate. El único productor que pierde centralidad en este parámetro comparado con el anterior (intermediación) es el pe34, que se puede explicar por el hecho de que su huerta se ubica al lado del camino por el que transitan tanto productores de Zacapala como de San Miguel. Varios productores del área donde está ubicado la huerta del actor pe34

tienen conexiones con productores de otras áreas de producción, por lo que su dependencia de germoplasma hacia el pe34 disminuye al tener otras opciones.

4.5.3 Actores clave en la estructuración de la red

Con el uso del software *KeyPlayer2* se calculó un indicador para conocer a los actores que son preponderantes en la estructuración de la red; los resultados se muestran en el Cuadro 3, en el que se muestra el índice de fragmentación que ocurre cuando se eliminan de la red un número variable de actores.

Cuadro 3. Cambio en la fragmentación en la red al cambiar el conjunto de nodos-*kp*.

Tamaño del conjunto <i>kp</i>	Fragmentación final	Cambio en la fragmentación	Conjunto de nodos <i>kp</i>
1	0.893	0.017	pe34
2	0.912	0.036	pe34, pe18
3	0.928	0.052	pe34, pe18; pe39
4	0.938	0.062	pe34, pe18; pe39, pe49
5	0.947	0.071	pe34, pe18, pe39, pe25, pe27
6	0.955	0.079	pe34, pe18, pe39, pe25, pe27, pe49
44	1.0	0.124	-

El indicador de fragmentación inicial de toda la red es de 0.876, que es alto, lo que está relacionado con la baja densidad de la red (1.6%) y por consiguiente a su baja cohesión. La red se fragmenta totalmente cuando 44 actores son removidos. De esos 44 actores, 41 son productores de Zacapala incluidos en la encuesta (n=57), lo que indica que entre esos actores es alta.

Este indicador de fragmentación hace visible a los nodos que tienen un rol importante en cómo se da la estructura de la red (Figura 13); el nodo pe34 (gestor Chauzingo) es el mayor articulador, seguido por los productores pe18 (gestor

Zacapala), pe39 (gestor San Miguel), pe49 (gestor Buenavista), pe27 (Gestor 2 Zacapala) y pe25 (gestor 2 San Miguel). El indicador de fragmentación de la red fortalece el análisis para identificar a los actores clave de la red de productores de aguacate de Zacapala.

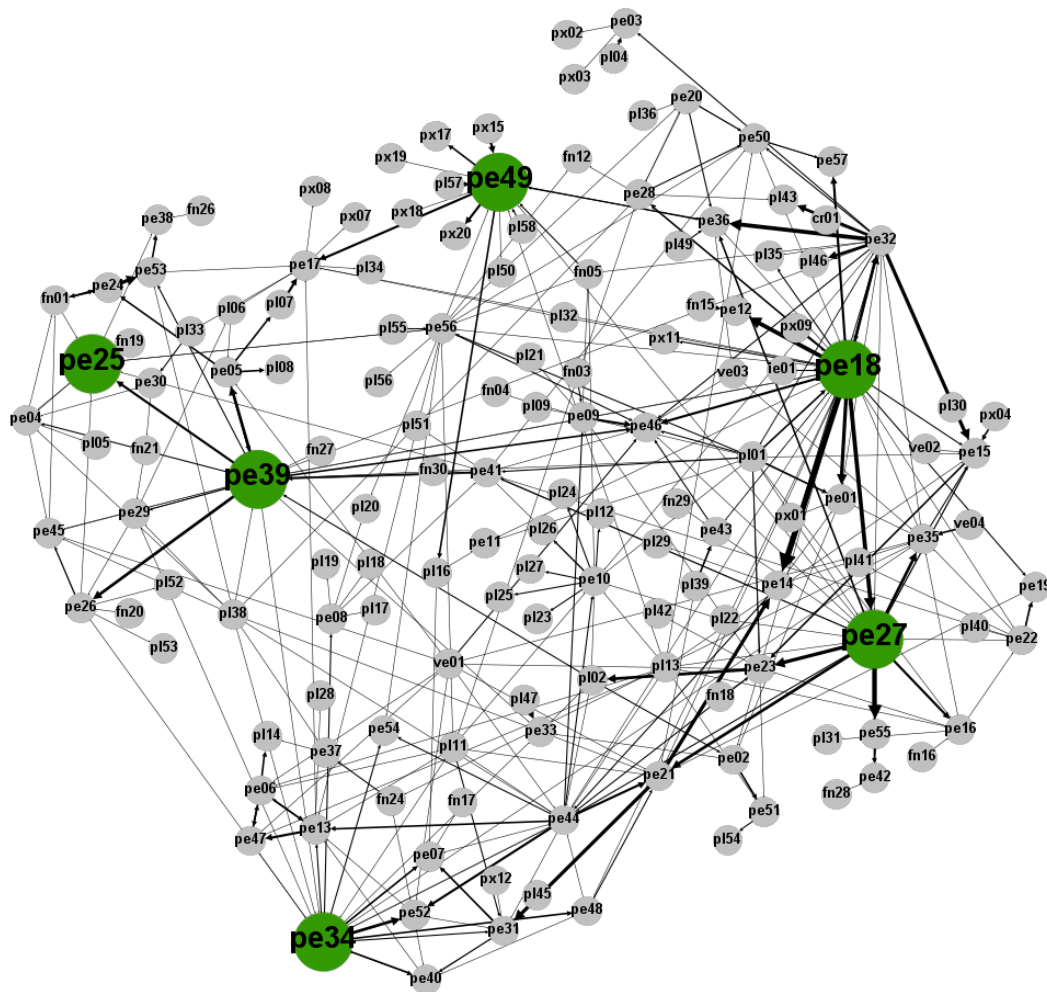


Figura 13. Nodos estructuradores en la red social de Zacapala para el flujo de germoplasma de aguacate.

El pe34 tiene alto grado de salida, y alto grado de intermediación y es el principal estructurador de la red. Además, es un gestor de germoplasma del área

productora de Chauzingo, funge como un puente en el flujo de germoplasma para algunos productores del área de Zacapala con otros del área de San Miguel.

Con un conjunto de tres actores clave ($m=3$), se observa que ya no hay cambios significativos en la fragmentación de la red porque los productores pe34, pe18, pe39 son los nodos estructurales de la red, lo que reafirma que son los principales gestores de germoplasma de toda la red de flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala. Al aumentar este conjunto de actores clave para ver los cambios en la fragmentación de la red, empiezan aparecer otros actores que también son estructuradores de la red, pero pasan a un segundo plano.

4.5.4 Actores clave en la difusión de germoplasma

A este indicador Rendón y Aguilar (2013) lo denominan índice de difusión dentro de la red, ya que el análisis se basa en la cobertura o alcance que uno o más actores tienen con el resto de actores presentes en la red, dado que los grados de salida de cada actor (fuente de germoplasma en la red) es donde se tiene la mayor centralidad. Con el software *KeyPlayer2* se utilizó la opción *diffuse* para calcular el grado de difusión de los actores. En el presente se usó la opción *diffuse* porque ésta permite evaluar el rol de los actores como fuentes de dispersión, hacia otros actores ubicados a una determinada distancia geodésica, de información, prácticas actitudes o bienes (Borgatti 2006). En este caso la difusión o dispersión se refiere a la transferencia de germoplasma de aguacate, que en este estudio están expresados los grados de salida de los actores, que expresan el número de eventos de transferencia de germoplasma en los que han participado.

Dos factores fundamentales para este indicador es el número de nodos con el que se desea hacer el conjunto kp y el número de alcance de actores de estos en la red (m) o distancia alcanzada, por ello en el Cuadro 4 se muestran los resultados de ese análisis con diferentes tamaños del conjunto kp a tres distancias m .

Considerando un solo actor, que pueda influir sobre otro actor (distancia de uno) y tener la mayor cobertura de toda la red, el productor pe18 es el que tiene el valor más alto (16.43%). Si la influencia de este mismo productor transmite su influencia hasta un tercer productor (distancia 3) también logra la mayor cobertura (69.86%), lo que muestra que este productor es clave dentro de la red, ya que por sí solo puede ser el mayor difusor de germoplasma en la red de Zacapala.

Cuadro 4. Cambio en la cobertura (%) alcanzada por un conjunto de nodos *kp-positivo*, al cambiar el tamaño del conjunto.

Tamaño del conjunto- <i>kp</i>	Distancia de 1	Distancia de 2	Distancia de 3
1	16.43 (pe18)	44.52 (pe18)	69.86 (pe18)
2	24.13 (pe18, pe34)	57.24 (pe18, pl13, pe39, pl13)	73.10 (pe18, pl38)
3	29.16 (pe18, pe34, pe49)	63.88 (pe18, pe39, pl13)	75.00 (pl01, pl13, pl38) (pe18, pl13, pl38)

Si se hace un conjunto de dos productores con un alcance de tres, el pe18, pl38 y el pe39, son quien logran una mayor cobertura (73.10%) y cuando el conjunto se eleva a 3 productores y una distancia de 3, se logra cubrir el 75 % de la red, identificándose nuevamente a los productores, pe18, pl01, pl13 y pe39. Como se observa en el Cuadro 4, un conjunto de 3 productores clave con un alcance de otros 3 productores, logran aumentar significativamente el alcance de la red de germoplasma en Zacapala.

En este indicador aparecen otros productores que no se han mencionado anteriormente en los indicadores de centralidad (Figura 14), que son el pl13 y pl38, que son productores locales que no se encuestaron; el pl13 es una huerta ubicada en la iglesia del pueblo, en donde se cultiva una variedad de aguacate local criolla llamada *curato*, la cual está muy difundida en la comunidad y que es percibida como una propiedad comunitaria. Las siguientes son algunas características que hacen de la huerta de la iglesia ser un importante difusor de germoplasma: i) parcela a la vista de la población; ii) parcela muy bien manejada

y de alta productividad ya que muchos productores de la comunidad aplican sus técnicas para mantenerla productiva y de buen estado de sanidad; iii) parcela con buen material genético; iv) el productor puede evaluar la variedad a simple vista; v) parcela que es propiedad comunitaria.

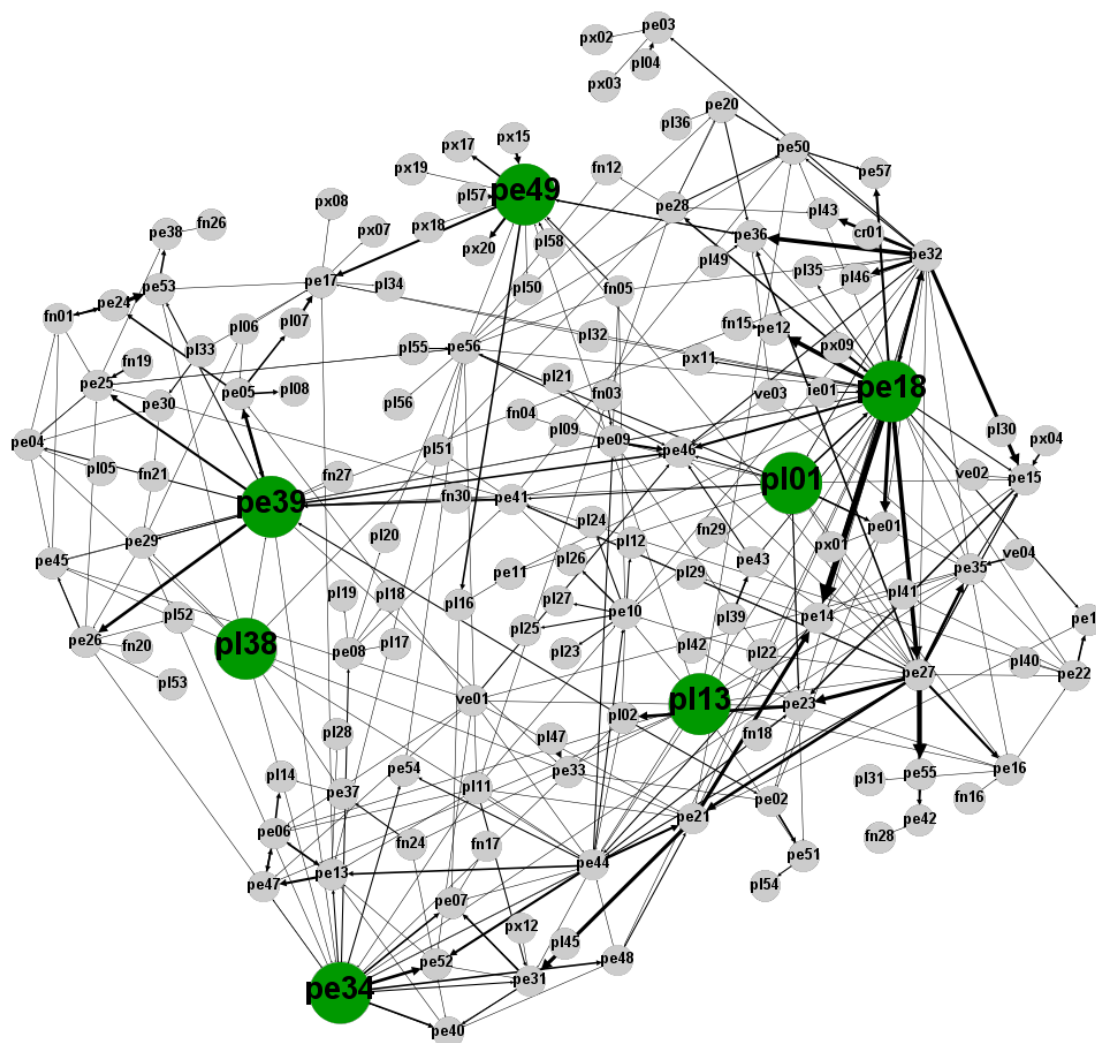


Figura 14. Actores difusores clave, en la red social de Zacapala

En lo que concierne al productor con la clave pl38, éste ya falleció y fue el creador de la variedad *Juvenio*; su alto valor de difusión es debido a que la variedad que

se originó en su parcela es la que más se ha transferido entre los productores de Zacapala (Figura 7), por lo que muchos productores clave de esta red (promedio de 62.5 años) acudieron con él para acceder a su repertorio varietal.

El pl01 es un productor que falleció en el mismo año que se hizo el presente estudio en la comunidad (2018); también fue un creador de una variedad local criolla llamada *Negrito*. Fue una persona con muchas relaciones sociales, buen productor, huerta con alta productividad, en general con alto prestigio, al igual que muchos de los gestores de germoplasma en Zacapala.

4.5.5 Identificación de subgrupos en la red

En la Figura 15, se aprecia que dentro de la red social de Zacapala existen cuatro subgrupos o comunidades, lo que permite mejorar el análisis de la estructura de la red.

En todos los subgrupos existen uno o más productores de Zacapala con alta centralidad y que por consiguiente son relevantes en el flujo de germoplasma de aguante.

El subgrupo más grande de la red integra al 45.58% de los actores y el productor pe18 es el más relevante de acuerdo a su centralidad de intermediación; el segundo subgrupo agrupa al 24.49% de los actores y tiene por actor relevante al pe39. El tercer incluye el 18.37% de los actores, de los que el pe34 es el de mayor centralidad de intermediación al productor. El cuarto grupo está constituido por el restante 11.56% de los actores de la red, teniendo al productor pe49 como el intermediario de germoplasma.

Estos resultados reafirman el hallazgo de que en cada área de producción (paraje) de Zacapala existe uno o más productores relevantes en el flujo de germoplasma (gestor de germoplasma). La influencia de esos actores es fuerte en su respectiva área de producción y la trascienden a otros espacios de

producción más distantes de sus respectivas huertas. El resultado de esas interacciones que van más allá de los parajes de producción es que los subgrupos identificados se integran por productores de diferentes parajes de producción de aguacate.

Por ejemplo, el productor pe17 tiene su huerta de aguacate en el paraje San Miguel, pero ha tenido más transacciones de germoplasma con el pe49 que está en el paraje Buenavista. Por su parte, el pe56 tiene su huerta en el paraje Chauzingo pero tiene más afinidad con productores del paraje Zacapala.

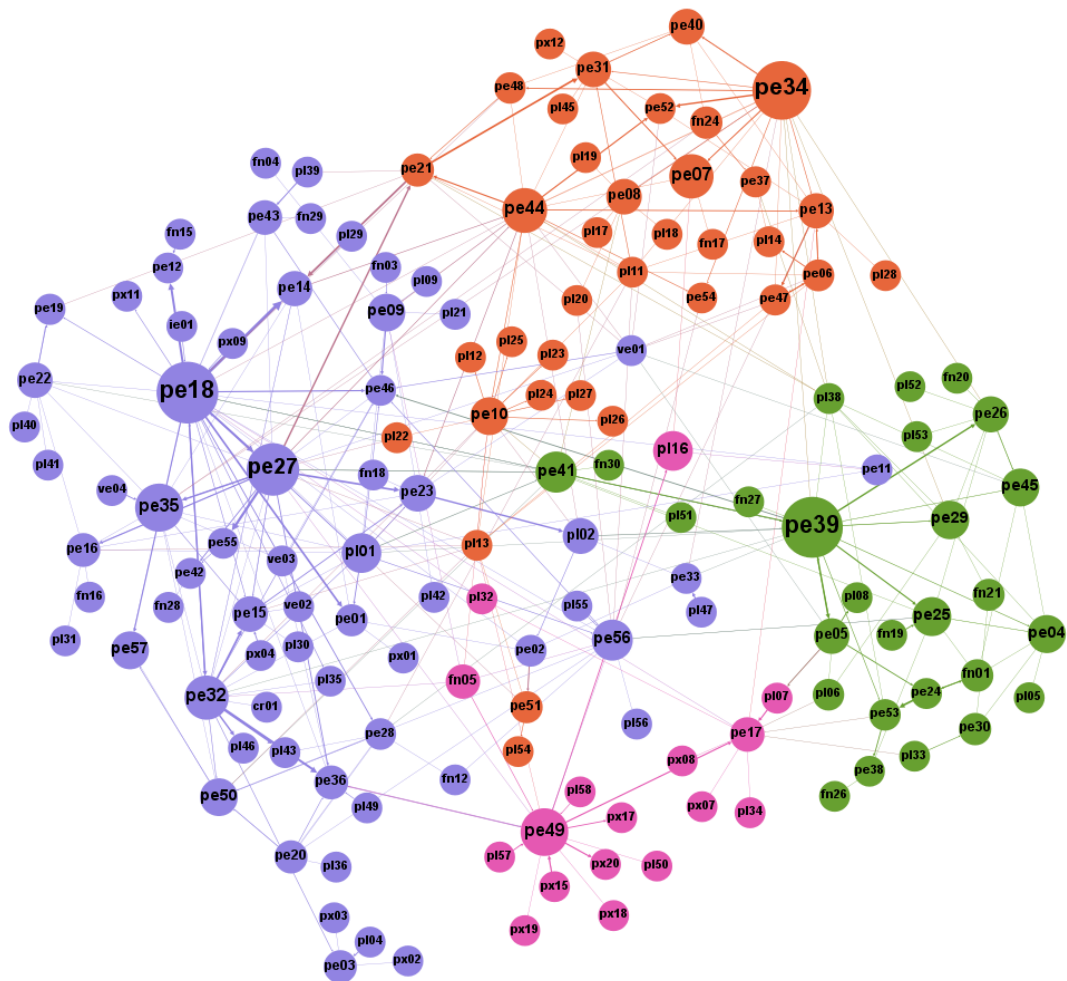


Figura 15. Identificación de subgrupos en la red utilizando el método de Louvain, el tamaño de los nodos indica la centralidad de intermediación

Por lo tanto, en la decisión de a quién pedir o dar germoplasma de aguacate entre los productores de Zacapala influye la proximidad física de las huertas, pero esa decisión está determinada por las relaciones de confianza y reciprocidad que hay entre los productores.

La identificación de subgrupos o comunidades en la red permite saber que los productores sobresalientes en el flujo de germoplasma de aguacate –además de ser destacados como creadores y conservadores de diversidad y buenos

productores--, están distribuidos en los subgrupos, lo que contribuye a la resiliencia de la red.

Este análisis basado en la identificación de subgrupos en la red social de Zacapala, junto con el resto de los indicadores analizados en el presente estudio, es útil para diseñar estrategias de intervención para facilitar que el germoplasma de aguacate sea asequible a todos los productores de la red.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación evidencian para el caso estudiado la relación que hay entre el capital social en el ámbito comunitario y el flujo de germoplasma de aguacate criollo principalmente entre productores.

Localmente existen normas comunitarias, traducidas en usos y costumbres, para el intercambio de germoplasma, que consisten básicamente en que el germoplasma se transfiere principalmente entre individuos con relación social cercana, que puede estar mediada o no por relaciones de parentesco y que el germoplasma recibido, no debe transferirse a personas consideradas como desconocidas por el productor emisor, y a su vez el receptor de germoplasma acepta el compromiso de asumir relaciones de reciprocidad. La fortaleza de las relaciones sociales también determina la cantidad de germoplasma que un productor puede obtener.

En el intercambio de material vegetal, expresado en las varetas o puas, predominan las provenientes de tipos varietales criollos.

La red social para el flujo de germoplasma de aguacate es de baja densidad y ese flujo no es recíproco, lo que permite a los productores tener múltiples opciones de proveedores y le confiere resiliencia a la red, aunque hay productores que son tanto transmisores como receptores de germoplasma.

Los proveedores de germoplasma más importantes tanto por su riqueza varietal como por el número de eventos de transferencia de germoplasma son los productores de mayor prestigio como creadores y conservadores de diversidad. Estos productores son los intermediarios más importantes en la red social, lo que

les confiere una mayor relevancia—por sus relaciones más amplias y robustas. Entre los productores que juegan el rol de receptores predominan aquellos con bajos grados de entrada, es decir, con poca demanda de germoplasma.

El análisis de la red social fue eficiente para la identificación de los productores relevantes para mantener la cohesión de la red y a los que tienen el mayor índice de difusión de germoplasma, que forman un grupo diferente de los productores con mayor prestigio.

Los resultados de este estudio contribuyen al conocimiento del rol que tiene el capital social en el flujo de germoplasma de aguacate en Zacapala, Puebla, atendiendo a cómo se estructura la red de relaciones sociales en función de la naturaleza de las interacciones sociales, las cuales a su vez son la expresión de las relaciones de reciprocidad entre los productores sustentadas en la confianza.

LITERATURA CITADA

- Abay, F., W. de Boef & A. Bjornstad. 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.
- Aguilar Gallegos, N., E.G. Martínez Gonzáles & J. Aguilar Ávila. 2017. *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Metodologías y herramientas para la investigación, Volumen 5.
- Aguirre, J.L. 2011. *Introducción al análisis de redes sociales*. Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas. Buenos Aires, Argentina. Documento de Trabajo núm. 82.
- Almekinders, C.J., N.P. Louwaars & G. De Bruijn. 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78:207-216.
- Badstue, L.B., M.R. Bellon, J. Berthaud, X. Juárez, I.M. Rosas, A.M. Solano & A. Ramírez. 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.
- Barrientos Priego, A.F. & L. López López. 2000. Historia y genética del aguacate Téliz, D. y Mora, A.(Comps.). *El aguacate y su manejo integrado*. 2ª (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México D.F. p. 22-62
- Bastian, M., S. Heymann & M. Jacomy. 2009. Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. In: E. Adar, M. Hurst, T. Finin, N. Glance, N. Nicolov & B. Tseng, eds. *Proceedings of the Third International Conference on Weblogs and Social Media*. San Jose, California, May 17 – 20. Association for the Advancement of Artificial Intelligence Press. Menlo Park, CA. p. 361-362
- Bellon, M.R. 1996. The dynamics of crop infraspecific diversity: A conceptual framework at the farmer level. *Economic Botany* 50:26-39.
- Bellón, M.R., A.F. Barrientos-Priego, P. Colunga-GarcíaMarín, H. Perales, J.A. Reyes Agüero, R. Rosales-Serna & D. Zizumbo-Villareal. 2009. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México* 2:355-382.
- Blondel, V.D., J.-L. Guillaume, R. Lambiotte & E. Lefebvre. 2008. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 10:P10008.
- Bonacich, P. 1987. Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology* 92:1170-1182.
- Borgatti, S.P. 2005. *NetDraw network visualization*. Analytic Technologies. Harvard, MA.
- Borgatti, S.P. 2006. Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory* 12:21-34.

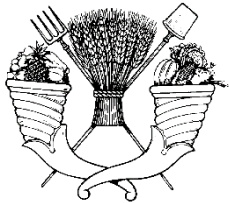
- Borgatti, S.P. & D. Dreyfus. 2005. *KeyPlayer 2 program*. Analytic Technologies. Lexington, KY.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett & L.C. Freeman. 2002. *Ucinet for Windows: Software for social network analysis user's guide*. Analytic Technologies.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett & J.C. Johnson. 2013. *Analyzing social networks*. 1 ed. Sage Publications. Thousand Oaks, CA.
- Bourdieu, P. 1986. The forms of capital *Handbook of theory and research for the sociology of education*. Greenwood. Westport, CT. p. 241-258
- Brush, S.B. 2000. *Genes in the field: On-farm conservation of crop Diversity*. IPGRI/IDRC/Lewis Publisher. Boca Raton, FL.
- Campos Rojas, E. & G. Hernandez Barbosa. 2011. El aguacate (*Persea americana* Mill.), una especie muy mexicana. *Agro Productividad* 4:28-35.
- Campos Rojas, E., P. Bautista Solis, R.B. Muñoz Pérez & J.J. Aguilar Melchor. 2002. *Propagación del aguacatero*. Fundación Salvador Sánchez Colín/CICTAMEX. México.
- Coleman, J. 1990. *Foundations of social theory*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- CONAPO. 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio [Online]. Available by Secretaría de Gobernación. Consejo Nacional de Población http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio (verified 10 de diciembre).
- Coomes, O.T., S.J. McGuire, E. Garine, S. Caillon, D. McKey, E. Demeulenaere, D. Jarvis, G. Aistara, A. Barnaud, P. Clouvel, L. Emperaire, S. Louafi, P. Martin, F. Massol, M. Pautasso, C. Violon & J. Wencélius. 2015. Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. *Food Policy* 56:41-50.
- De Vaus, D.A. 2001. *Research design in social research*. Sage. London, UK.
- Deletre, M., D.B. McKey & T.R. Hodgkinson. 2011. Marriage exchanges, seed exchanges, and the dynamics of manioc diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108:18249-18254.
- Díaz Jose, J. & R. Rendón Medel. 2011. El análisis de redes sociales como herramienta para el estudio de la difusión de innovaciones en la agricultura. *Revista Textual. Análisis del medio rural latinoamericano* 56:95-108.
- DOF. 2016. *Aviso de consulta pública del proyecto de norma mexicana PROY-NMX-FF-016-SCFI-2016 productos alimenticios no industrializados para uso humano fruta fresca aguacate Hass (Persea americana Mill.) especificaciones (cancelará a la nmx-ff-016-scfi-2006)*. Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5445368&fecha=21/07/2016 (10 de diciembre de 2018).
- Douglas, J.E. 1980. *Successful seed programs: A planning and management guide*. Westwood Press. Boulder, CO.

- Fortunato, S. & M. Barthélemy. 2007. Resolution limit in community detection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104:36-41.
- Gibson, R.W. 2009. A review of perceptual distinctiveness in landraces including an analysis of how its roles have been overlooked in plant breeding for low-input farming systems. *Economic Botany* 63:242-255.
- Hanneman, R.A. & M. Riddle. 2005. *Introduction to social network methods*. University of California-Riverside. Riverside, CA.
- Hodgkin, T. & D. Jarvis. 2005. Seed systems and the maintenance of diversity on-farm: Introductory remarks. In: D. I. Jarvis, R. Sevilla-Panizo, J.-L. Chavez-Servia and T. Hodgkin, ed. *Seed systems and crop genetic diversity on-farm. Proceedings of a workshop, 16-20 September 2003. Pucallpa, Peru. Bioversity International* International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p. 5-8
- INAFED. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de Mexico. Estado de Puebla [Online] <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21206a.html> (verified 10 de Noviembre).
- Jackson, M.O. 2010. *Social and economic networks*. Princeton University Press. Princeton, NJ.
- Jarvis, D.I., L. Myer & H. Klemick. 2000. *A training guide for in situ conservation on-farm*. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.
- Labeyrie, V., M. Thomas, Z.K. Muthamia & C. Leclerc. 2016. Seed exchange networks, ethnicity, and sorghum diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113:98-103.
- López Jiménez, A., A.F. Barrientos Priego, J.C. Reyes Aleman, M.C. Espíndola Barquera, F.L. Hernández Vásquez, E. Campos Rojas, J. Ayala Arreola, P. Mijares Oviedo & J.J. Zárate Chávez. 2010. *Donadores de semilla de aguacate*. Agrupe el Colorín, SPR. de RL. ed. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México.
- McGuire, S.J. 2007. Vulnerability in farmer seed systems: Farmer practices for coping with seed insecurity for sorghum in Eastern Ethiopia. *Economic Botany* 61:211-222.
- Noy, C. 2008. Sampling knowledge: The hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology* 11:327-344.
- OECD. 1995. *International standardization of fruits and vegetables*. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris, France. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264071582-en-fr.pdf?expires=1547320876&id=id&accname=quest&checksum=866C20D65FD0177ADC4CA6123EFB872F> (2 de enero 2018).
- Pautasso, M. 2015. Network simulations to study seed exchange for agrobiodiversity conservation. *Agronomy for sustainable development* 35:145-150.
- Pautasso, M., G. Aistara, A. Barnaud, S. Caillon, P. Clouvel, O.T. Coomes, M. Delêtre, E. Demeulenaere, P. De Santis & T. Döring. 2013. Seed exchange

- networks for agrobiodiversity conservation: A review. *Agronomy for sustainable development* 33:151-175.
- PNUD. 2014. *El desarrollo humano y los objetivos de desarrollo del milenio en Puebla*. Alejandro Espinosa/Sonideas ed. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México. México.
- Poudel, D., B. Sthapit & P. Shrestha. 2015. An analysis of social seed network and its contribution to on-farm conservation of crop genetic diversity in Nepal. *International Journal of Biodiversity* 2015.
- Prell, C. 2012. *Social network analysis: History, theory and methodology*. Sage Publications. Thousand Oaks, CA.
- Putnam, R.D. 2000. Bowling alone: America's declining social capital. In: L. Crothers & C. Lockhart, eds. *Culture and politics: A reader*. St. Martin's Press. New York, NY. p. 223-234
- Rendon Medel, R., J. Aguilar Ávila, M. Muñoz Rodríguez & J.R. Altamirano Cárdenas. 2007. *Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: El uso de redes sociales*. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIIAI. Chapingo, Estado de México. México.
- Rendón Medel, R. & J. Aguilar Ávila. 2013. *Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas*. Miguel Ángel Porrúa. México, D. F.
- Ricciardi, V. 2015. Social seed networks: identifying central farmers for equitable seed access. *Agricultural Systems* 139:110-121.
- Scholey, M. & M. Padmanabhan. 2017. Formal and informal relations to rice seed systems in Kerala, India: agrobiodiversity as a gendered social-ecological artifact. *Agriculture and Human Values* 34:969-982.
- SEDESOL. 2011. Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social [Online]. Available by Secretaria de Desarrollo Social https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/40681/Puebla_206.pdf. 12 de noviembre de 2018.
- SFA. 2011. *Actualización del Programa Regional de Desarrollo Región Mixteca 2011-2017*. Secretaria de Finanzas y Administración. Gobierno del Estado de Puebla. Puebla.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA [Online] <http://www.siap.gob.mx> (verified 10 Noviembre).
- Siart, S., E. Weltzien, M. Kanoute & V. Hoffmann. 2008. Provenances des semences de sorgho après une année de sécheresse au sud du Mali. *Cahiers Agricultures* 17:195-198.
- Sistema Producto Aguacate Puebla. 2016. Comité Sistema Producto Aguacate del Estado de Puebla A.C. [Online] <http://sistemaproductoaguacatepueblaac.blogspot.mx/> (05 de noviembre de 2017).
- Smith, C.E. 1966. Archeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany* 20:169-175.
- Stone, W. 2001. *Measuring social capital*. Australian Institute of Family Studies. Melbourne, AU. Research Paper No. 24.
- Storey, W.B., B. Bergh & G.A. Zentmyer. 1986. The origin, indigenous range and dissemination of the avocado. *California Avocado Society* 70:127-133.

- Subedi, A., P. Chaudhary, B.K. Banya, R.B. Rana, R.K. Tiwari, D.K. Rijal, B. Sthapit & D. Jarvis. 2001. Who maintains crop genetic diversity and how?: Implications for on-farm conservation and utilization Simposio: "Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems". organizado por United Nations University, The International Plant Genetic Resources Institute and the Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Quebec, Canada.
- Tadesse, Y., C.J.M. Almekinders, R.P.O. Schulte & P.C. Struik. 2017. Tracing the seed: Seed diffusion of improved potato varieties through farmers's networks in Chench, Ethiopia. *Experimental Agriculture* 53:481-496.
- Thomas, M. & S. Caillon. 2016. Effects of farmer social status and plant biocultural value on seed circulation networks in Vanuatu. *Ecology and Society* 21.
- Tripp, R. 2001. *Seed provision & agricultural development*. Overseas Development Institute. London, UK.
- Wilken, G.C. 1987. *Good farmers: Traditional agricultural resource management in Mexico and Central America*. University of California Press. Berkeley, CA.
- Winter, I. 2000. *Towards a theorised understanding of family life and social capital. Research Paper num. 21*. Australian Institute of Family Studies. Melbourne, AU.
- Zohary, D. 2004. Unconscious selection and the evolution of domesticated plants. *Economic Botany* 58:5-10.

ANEXO 1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

ENCUESTA A HOGARES RURALES DE PRODUCTORES DE AGUACATE DE ZACAPALA, PUEBLA
CAPITAL SOCIAL Y DIVERSIDAD DEL AGUACATE
Octubre de 2018

I. IDENTIFICACIÓN

Clave del cuestionario: _____ Nombre del encuestador: _____

Nombre del entrevistado	Dirección	Fecha	Folio CFE
		/ /	
Teléfono: ☐ Casa ☐ Celular	e-mail	Número de cuestionario	ID

Observaciones

2. INVENTARIO DE PARCELAS Y VARIEDADES DE AGUACATE

Numero de parcela	Nombre de la parcela	Superficie(ha)	Régimen de humedad	Tipo de propiedad/usufructo	Tipo de tierra	Condición topográfica	¿Está sembrada con aguacate?
			1. Temporal 2. Riego	1. Ejidal 2. Pequeña propiedad	1. Blanca 2. Negra 3. Arenosa 4. Otro (especificar)	1. Lomerío 2. Planicie 3. Montañoso	0. No 1. Sí

Parcelas cultivadas con aguacate					
Numero de parcela→					
Número de plantas totales→					
Variedades↓ Ver lista	Número de plantas por cada variedad ↓				
Variedades: 1. Rosita /Ranchito, 2. Rodríguez, 3. Juvencio, 4. Moisés, 5. Verde/mingo, 6. Charol, 7. Lechero, 8. 300, 9. Hass, 10. Fuerte, 11. Príncipe, 12. Negrito, 13. Bernardo, 14. Bejuco /resorte /charpe, 15. Curato, 16. Semillero, 17. Tempranero, 18. Del compadre, 19. Zapata 2/la mesita, 20. Mansito, 21. Otro (especificar)					

3. RED DE FLUJO DE GERMOPLASMA

3.1. Origen del germoplasma del aguacate que posee el hogar

Variedad	Tipo de material vegetativo obtenido			Tipo de transacción	¿Cómo se llama la persona con quien la consiguió? (<i>Nombre completo</i>)	¿De dónde es esa persona?	¿Esa persona produce aguacate?	Relación social	ID
	Planta	Hueso	Vareta						
1. Rosita /Ranchito 2. Rodríguez 3. Juvencio 4. Moisés 5. Verde/mingo 6. Charol 7. Lechero 8. 300 9. Hass 10. Fuerte 11. Príncipe 12. Negrito 13. Bernardo 14. Bejuco /resorte /charpe 15. Curato 16. Semillero 17. Tempranero 18. Del compadre 19. Zapata 2/la mesita 20. Mansito 21. Otro (especificar)	0. No 1. Sí	0. No 1. Sí	0. No 1. Sí	1. Regalo 2. Intercambio aguacate 3. Intercambio otro bien 4. Compra 5. Tomada de huerto 6. Herencia			0. No 1. Sí	1. Hermano(a) 2. Sobrino(a) 3. Cuñado(a) 4. Tío(a) 5. Primo(a) 6. Hijo(a) 7. Padre/Madre 8. Compadre 9. Vecino(a) 10. Amigo(a) 11. Conocido(a) 12. Vendedor(a) de planta 13. Extraño 14. Gobierno 15. Otro (especificar)	

3.2. Destino del germoplasma de aguacate compartido con otros hogares

Variedad	Tipo de material vegetativo obtenido			Tipo de transacción	¿Cómo se llama la persona a quien se la ha dado? (<i>Nombre completo</i>)	¿De dónde es esa persona?	¿Esa persona produce aguacate?	Relación social	ID
	Planta	Hueso	Vareta						
1. Rosita /Ranchito 2. Rodríguez 3. Juvencio 4. Moisés 5. Verde/mingo 6. Charol 7. Lechero 8. 300 9. Hass 10. Fuerte 11. Príncipe 12. Negrito 13. Bernardo 14. Bejuco /resorte /charpe 15. Curato 16. Semillero 17. Tempranero 18. Del compadre 19. Zapata 2/la mesita 20. Mansito 20. Otro (especificar)	0. No 1. Sí	0. No 1. Sí	0. No 1. Sí	1. Regalo 2. Intercambio aguacate 3. Intercambio otro bien 4. Venta 5. Tomada de huerto 6. Herencia			0. No 1. Sí	1. Hermano(a) 2. Sobrino(a) 3. Cuñado(a) 4. Tío(a) 5. Primo(a) 6. Hijo(a) 7. Padre/Madre 8. Compadre 9. Vecino(a) 10. Amigo(a) 11. Conocido(a) 12. Vendedor(a) de planta 13. Extraño 14. Gobierno 15. Otro (especificar)	

4. Variedades de aguacate, Abandonadas y/o perdidas

¿Qué variedades de aguacate cultivaba Usted antes pero ya no los está cultivando ahora?

▶	Nombre de la variedad			
▼	¿Desde qué año dejó de cultivar ese aguacate?			
▼	¿Porqué le gustaba esa variedad? (1. Rendimiento, 2. Buen cocimiento de fruta, 3. Sabor 4. Resistente a plagas y enfermedades, 5. Otro (especificar))			
▼	¿Porqué la dejó de cultivar?			
▼	¿Le gustaría cultivarla de nuevo? 1-Sí 0-No			
▼	En caso afirmativo a la pregunta anterior, ¿Porqué no lo hace?			
▼	En caso de necesitar la variedad, ¿Con quién la conseguiría? Nombre completo			
▼	¿A dónde iría a conseguir esa variedad de aguacate? (lugar)			
▼	Relación social (Ver lista Proveedores/Destinatarios de semilla)			
▼	¿A cambio de qué obtendría esa variedad? (Ver lista Tipo de transacciones)			

Proveedores/Destinatarios de semilla			Tipo de transacciones
1. Hermano(a)	2. Sobrino(a)	3. Cuñado(a)	1. Regalo
4. Tío(a)	5. Primo(a)	6. Hijo(a)	2. Intercambio aguacate
7. Padre/Madre	8. Compadre	9. Vecino(a)	3. Intercambio otro bien
10. Amigo(a)	11. Conocido(a)	12. Vendedor(a) de planta	4. Compra
13. Extraño	14. Gobierno	15. Otro (especificar)	5. Tomada de huerto
			6. Herencia

5. Atributos demandados de las variedades de aguacate (Demanda de diversidad)

¿Cuál es la condición ideal que busca usted en las variedades de aguacate de acuerdo a las siguientes características?

	Descripción (Poner una opción por cada característica)		Descripción (Poner una opción por cada característica)
Características agronómicas		10. Brillantez del fruto (escasa, moderada, notable)	
1. Porte del árbol (erguido, abierto, colgante)		11. Presencia de “cuello” en el fruto (deseable, no deseable)	
2. Rendimiento por árbol (bajo, moderado, alto)		12. Adherencia de la semilla a la pulpa (si, no)	
3. Vigor del árbol (débil, intermedio, fuerte)		13. Adherencia de la cascara a la pulpa (si, no)	
3. Época de floración (temprana, tardía, media, larga)		14. Dulzura de la pulpa (ligeramente dulce, moderada, dulce)	
4. Tamaño de semilla (muy pequeña, pequeña, mediana, grande, muy grande)		15. Color de la pulpa (marfil, amarillo claro, amarillo, verde claro, verde)	
5. Época de cosecha (muy temprana, temprana, media, tardía, muy tardía)		16. Consistencia de la pulpa (suave, dura)	
		17. Textura de la pulpa (acuosa, grasosa, pastosa, aceitosa, cremosa)	
Características de venta		18. Presencia de fibra en la pulpa (deseable, no deseable)	
6. Color del fruto en cosecha (verde, negro, rojizo, purpura medio, purpura oscuro)		Características de manejo	
7. Tamaño del fruto (muy pequeño, pequeño, intermedio, grande, muy grande)		19. Que sea resistente a plagas y enfermedades (muy importante, importante, no importante)	
8. Forma del fruto (oblongo, esferoide, elipsoide, obovado, piriforme, claviforme, romboidal)		20. Cantidad de trabajo para cuidarlo (poco, mucho)	
9. Duración de vida de anaquel (días)		21. Cantidad de insumos requeridos para la producción (poco, mucho)	

6. CAPITAL SOCIAL: Confianza en las fuentes de información sobre variedades nuevas de aguacate.

Suponer que usted le interesa tener en su huerta variedades de aguacate que nunca antes han cultivado en Zacapala.
¿Usted qué tanto confiaría en la información que sobre variedades nuevas de aguacate le proporcionarían los siguientes tipos de informantes?

TIPO DE INFORMANTE	GRADO DE CONFIANZA			
	0	1	2	3
	Nada confiable	Poco confiable	Confiable	Completamente confiable
Injertadores de Zacapala (saben mucho de aguacate)				
Productores de Zacapala que saben mucho de aguacate (no son injertadores)				
Propietarios de parcelas de aguacate vecinas				
Vendedores de planta de aguacate de Zacapala				
Viveros de aguacate de Atlixco				
Viveros de aguacate de Morelos				
Viveros de aguacate de Michoacán				
Programas de gobierno que dan planta de aguacate				
Vendedores de agroquímicos de la región				
Agrónomos de la región que trabajan por su cuenta				
Agrónomos del gobierno				

PRECAUCIÓN: Explicar la pregunta y las opciones de respuesta al entrevistado. Tener cuidado en diferenciar adecuadamente los diferentes tipos de informantes.

7. ACTIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE

Activo	Cantidad	Características	Antigüedad (años)	Propiedad
Tractor				
Mototractor				
Sistema de riego Ver lista Sistema de riego				
Aspersión de agroquímicos Ver lista Aspersión de agroquímicos				
Agua de riego Ver lista Agua de riego				
Fuente de energía para sistema de riego Ver lista Fuente de energía				
				1. Propia 2. Copropiedad 3. Comodato 4. Otro (especificar)

Sistema de riego	Aspersión de agroquímicos	Agua de riego	Fuente de energía:
1. Microaspersión 2. Goteo 3. Riego rodado 4. Otro (especifique)	1. Bomba manual 2. Bomba de motor 3. Parihuela 4. Otro (especifique)	1. Canal de riego 2. Pozo artesano 3. Pozo profundo	1. Eléctrica 2. Gasolina/diésel 3. Celdas solares

8. EXPERIENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN

Cuántos años lleva trabajando en el cultivo de aguacate: _____ en lo propio: _____ asalariado: _____

¿De quién a aprendido o a quien a consultado/acudido cuando tiene algún problema con su plantación o solo desea conocer otras cosas sobre el cultivo?

Nombre completo	Relación social	¿De donde es esa persona?	ID
	1. Hermano(a) 2. Sobrino(a) 3. Cuñado(a) 4. Tío(a) 5. Primo(a) 6. Hijo(a) 7. Padre/Madre 8. Compadre 9. Vecino(a) 10. Amigo(a) 11. Conocido(a) 12. Vendedor(a) de planta 13. Extraño 14. Gobierno 15. Otro (especificar)		

9. SOCIODEMOGRAFÍA

9.1. Vivienda

Propiedad	Tipo de Construcción			Servicios			Otros		
La casa es...	Paredes	Techo	Pisos	Agua corriente	Drenaje	Electricidad	Baño	Cocinan con	Refrigerador
				☐ Sí ☐ No	☐ Sí ☐ No	☐ Sí ☐ No			☐ Sí ☐ No
1. Propia 2. Rentada 3. Prestada	1. Ladrillo/block 2. Adobe 3. Piedra 4. Madera 5. Lámina	1. Losa 2. Teja 3. Lámina	1. Cemento 2. Mosaico 3. Tierra				1. Excusado 2. Letrina 3. Ninguno Otro (esp.)	1. Gas 2. Leña 3. Carbón Otro (esp.)	

9.2. Integrantes del hogar

# integrante	Nombre	Parentesco con	Género	Edad (años)	Estado civil	Escolaridad	¿Subsidios de programas	Actividades/lugar												Aporta \$ al hogar
								Agricultura		Ganadería		Comercio		Servicios		Industria				
1								Especifique lugar:		Especifique lugar:		Especifique lugar:		Especifique lugar:		Especifique lugar:				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
		1. Jefe(a) 2. Conyúge 3. Hijo(a) 4. Yerno/nuera 5. Nieto(a) 6. Padre/madre 7. Sobrino(a) Otro (especificar)	1. Femenino 2. Masculino			1. Soltero(a) 2. Casado(a) 3. U. libre(a) 4. Madre soltera 5. Divorciado(a) 6. Vudo(a) Otro (especificar)	0. No 1. Prospera 2. 65 y mas 3. P.A.L. 4. Liconsa	0. No 1. Autoempleo 2. Asalariado 3. Autoempleo y asalariado												0.No 1.Sí