



**INTENCIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE VACA PARA USAR ENSILADO DE MAÍZ, Y EL PAPEL DE LA RED DE AMISTAD EN LA COMUNICACIÓN DE LA INNOVACIÓN †**

**[INTENTION OF SMALL-SCALE COW DAIRY PRODUCERS TO USE MAIZE SILAGE, AND THE ROLE OF FRIENDSHIP NETWORK IN THE COMMUNICATION OF THE INNOVATION]**

**Dalia Andrea Plata-Reyes<sup>1</sup>, Julieta Gertrudis Estrada-Flores<sup>1</sup>, Adolfo Armando Rayas-Amor<sup>2</sup> and Carlos Galdino Martínez-García<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>*Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Campus el Cerrillo Piedras Blancas, C.P. 50090. Toluca, Estado de México. E-mail:*

[cgmartínezg@uamex.mx](mailto:cgmartínezg@uamex.mx)

<sup>2</sup>*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Ciencias de la Alimentación. Av. De las Garzas No. 10, Colonia El Panteón, 52005. Lerma de Villada, Estado de México, México.*

*\*Corresponding author*

**SUMMARY**

**Background:** The adoption of agricultural technologies, such as maize silage is influenced by various factors, as highlighted by studies based on the Theory of Reasoned Action and the Theory of Planned Behaviour. These theories identify key determinants of technology adoption among small-scale dairy farmers in central Mexico, including characteristics like age, experience and production unit conditions. **Objective:** The aim of this work is to identify factors influencing small-scale dairy farmers to adopt corn silage and to explore the role of their friendship networks in spreading innovation. **Methodology:** The study was conducted in the municipality of Aculco, State of Mexico. The information was collected through a questionnaire administered to 106 farmers, who were selected through snowball sampling method. Farmers' intention and the three components of the Theory of Planned Behaviour (TPB): Attitude, Subjective Norm, and Perceived Behavioural Control, were measured using a five-point Likert scale. A hierarchical multiple regression model was conducted to analysed the data. To identify the friendship network among farmers, a binary symmetric matrix was created. It is characterized by an equal number of rows and columns. Each cell contains a value of 1 or 0, where 1 indicates the presence of friendship and 0 indicates absence. The Social Network Analysis (SNA) identified key actors for innovation diffusion based on centrality measures such as degree, betweenness, and closeness. Results: Dairy farmers' intention to adopt maize silage were influenced by their beliefs about the innovation, social referents, age, and the number of lactating cows. A lack of knowledge and training was identified as a significant constraint. Additionally, 79% of farmers were involved in the friendship network. **Implications:** Two key nodes in the network were identified as potential drivers for disseminating information to other farmers. These individuals could play an important role in promoting maize silage adoption among those who have not yet implemented the innovation. **Conclusions:** Farmers' intentions were shaped by beliefs, social referents, age, and the number of lactating cows. Additionally, friendship networks emerged as a valuable channel for communicating and spreading information about maize silage adoption, highlighting the importance of social connections in agricultural innovation.

**Key words:** Technology; extension; dissemination; social network; nodes.

**RESUMEN**

**Antecedentes:** La adopción de tecnologías agropecuarias, como el ensilado de maíz está influenciada por diversos factores, que han sido descritos en estudios basados en la Teoría de la Acción Razonada y la Teoría

† Submitted September 3, 2024 – Accepted January 10, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5834>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Carlos Galdino Martínez-García: <http://orcid.org/0000-0001-9924-3376>

del Comportamiento Planeado; tales como edad y experiencia del productor y las características de la unidad de producción. **Objetivo:** Identificar factores que influyen en los productores de leche en pequeña escala del centro de México, en la adaptación de ensilado de maíz y explorar el papel de la red de amistad en la difusión de la innovación. **Metodología:** El estudio se realizó en el municipio de Aculco, Estado de México. Se aplicó un cuestionario a 106 productores, quienes fueron seleccionados a través de un muestreo bola de nieve. La intención de los productores y los tres componentes de la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB): Actitud, Norma Subjetiva y Control Conductual Percibido, se midieron mediante una escala de cinco puntos. Los datos se analizaron mediante un modelo de regresión múltiple jerárquica y fueron elegidos de trabajos previos. Para identificar la red de amistad entre los productores, se creó una matriz simétrica binaria, caracterizada por un número igual de filas y columnas. Cada celda contiene un valor de 1 ó 0, donde 1 indica la presencia de amistad y 0 su ausencia, a partir de una lista con los nombres de los 106 productores a los cuales se les pregunto si tenían relación de amistad. Para asegurar que la información fuera viable se consideró un muestreo de bola de nieve. El Análisis de Redes Sociales (ARS) identificó actores clave para la difusión de la innovación, basándose en medidas de grado centralidad, interrelación y proximidad. **Resultados:** La intención de los productores en adoptar ensilado de maíz, estuvo influenciada por sus creencias sobre la innovación, referentes sociales, edad y número de vacas en producción. La falta de conocimientos y capacitación fueron limitantes para el uso de ensilado. El 79% de los productores participó en la red de amistad. **Implicaciones:** En la red se identificaron dos nodos clave, que juegan un papel importante en la difusión de información hacia otros productores que no han incorporado ensilado en su unidad de producción. **Conclusiones:** La intención de los productores, estuvo asociada con las creencias, referentes sociales, edad y número de vacas en producción. Además, la red de amistad fue un canal valioso para comunicar y difundir información, destacando la importancia de las conexiones sociales en comunicación de innovaciones agropecuarias. **Palabras clave:** Tecnología; extensión; difusión; red social; nodos.

## INTRODUCCIÓN

El sector lácteo en Latinoamérica contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y nutricional de las comunidades rurales (FAO, 2012), promueve el empoderamiento de las mujeres (FAO, 2018) y desempeña un papel clave en la economía local, la sociedad y el ambiente (Rogerio Martins *et al.*, 2018). En México, aproximadamente el 78% de la producción de leche está en manos de pequeños productores (Martínez-García *et al.*, 2012). A pesar de ser una alternativa viable para el desarrollo rural (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007), el progreso de estos productores se ve limitado por un bajo índice de adopción de tecnologías agropecuarias (Martínez-García *et al.*, 2016) y los altos costos de producción (Fadul-Pacheco *et al.*, 2013).

Desde el año 2011, en el centro de México se han implementado estrategias para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción lechera en pequeña escala y aumentar su rentabilidad. Estas acciones han fomentado principalmente la adopción del pastoreo intensivo y el ensilado de maíz (Prospero-Bernal *et al.*, 2017; Plata-Reyes *et al.*, 2021). Sin embargo, el índice de adopción sigue siendo bajo, ya que influyen diversos factores para la aceptación o el rechazo de estas tecnologías por parte de los productores.

El ensilado ofrece una opción óptima en términos de precio, contenido de materia seca y digestibilidad para las unidades de producción (Araiza-Rosales *et al.*, 2013). Al respecto, Martínez-Fernández *et al.* (2014) consideran que la elaboración de ensilados permite conseguir un alimento de bajo costo para el productor, con un valor alimenticio aceptable, manteniendo una buena palatabilidad para el ganado, lo que permite aprovechar el exceso de forraje antes de que disminuya su valor nutricional.

Los enfoques teóricos como la Teoría de Acción Razonada (TRA, por sus siglas en inglés) y la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB, por sus siglas en inglés) han sido utilizados para analizar la lógica de la toma de decisiones de los productores en la adopción de tecnologías agropecuarias (Martínez-García *et al.*, 2018). En estudios sobre la caracterización de unidades de producción de leche en pequeña escala, como el de García-Villegas *et al.* (2019), han determinado que las variables que describen la unidad de producción influyen en el uso de ensilado de maíz. Por lo cual existe una relación directa entre características de las unidades de producción y la intención del productor de adoptar innovaciones. Juárez-Morales *et al.* (2017), basándose en los postulados de la TPB, en un trabajo de investigación desarrollado en la región de estudio concluyen que la edad, los años de experiencia y las características de la unidad de producción son los principales factores que

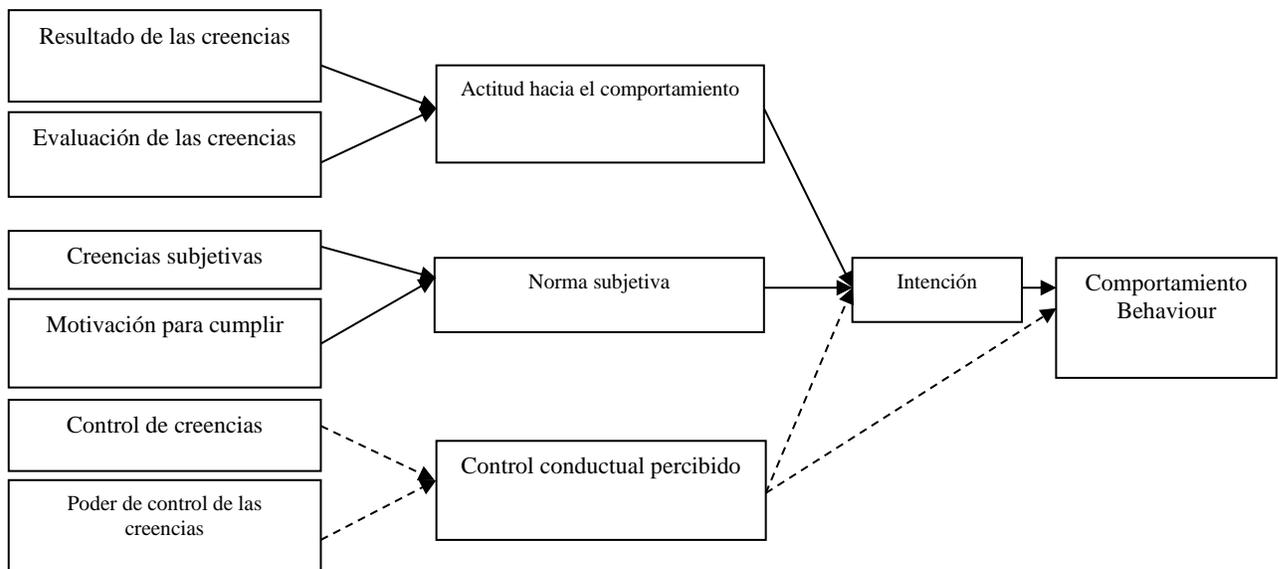
influyen en la adopción del uso de praderas cultivadas entre productores de leche de pequeña escala en el centro de México.

Estos estudios han sido fundamentales para comprender mejor los factores que favorecen o limitan la adopción de tecnologías. No obstante, en las comunidades rurales aún existe una brecha entre el conocimiento de quienes son los actores o referentes sociales, y sus características; tales como mayor prestigio, popularidad y control social. Es decir, ¿A quién sería conveniente dirigir las políticas y/o servicios de extensión para asegurar una difusión eficaz de las tecnologías agropecuarias? Bajo este contexto, la metodología de Análisis de Redes Sociales (ARS) se presenta como una alternativa para complementar los análisis sobre la adopción de tecnologías. El ARS se enfoca en medir y entender las interacciones sociales existentes entre actores (Rienties y Kinchin, 2014). De acuerdo con Kadushin (2012), las redes sociales son conjuntos de relaciones entre nodos que pueden ser personas u organizaciones que tienen el potencial de facilitar el acceso a información relevante. Borgatti y Halgin (2011) añaden que las redes sociales consisten en un conjunto de actores o nodos conectados por vínculos específicos, como la amistad, cuya riqueza teórica consiste en caracterizar estructuras de red a través de la relación de la posición de un nodo con los resultados del grupo. Para Hermans *et al.* (2013), los ARS son útiles para identificar los roles y las funciones que cumplen los actores en la difusión de las innovaciones agropecuarias y cómo éstas, se distribuyen entre los diferentes participantes de la red. A partir de los postulados anteriores, la presente investigación retoma los principios de la TPB para analizar la intención de los productores en adoptar el uso del ensilado de maíz, como estrategia de alimentación para el ganado lechero en sistemas de producción en pequeña escala del Centro de México. Además, se complementa con un ARS para la identificar los nodos clave que pudieran influir en la adopción de la tecnología entre otros productores. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue identificar factores que influyen en la intención de los productores de leche de vaca en pequeña escala del centro de México de usar ensilado de maíz, así como identificar el papel que desempeña la red de amistad en la comunicación de esta innovación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Marco teórico

La Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) fue considerada como marco teórico para la realización de este estudio (Ajzen, 2005). La TPB ha sido utilizada para explorar la racionalidad que subyace a las decisiones individuales de adoptar o no un comportamiento y la contribución de los factores que lo influyen (Zubair y Garforth, 2006). La TPB explica que la decisión a realizar cierto comportamiento está determinada por la intención del individuo, la cual es un indicador de la disposición del individuo para llevar a cabo un determinado comportamiento, y que se considera que es el antecedente inmediato de la conducta (Ajzen, 2005). La intención es considerada como una variable dependiente, la cual está influenciada por tres variables independientes (componentes de la TPB): *actitud* (creencias conductuales), *norma subjetiva* (referentes sociales) y *control conductual percibido* (dificultades percibidas) (Zubair y Garforth, 2006). La *actitud* hacia una conducta es el grado de desempeño de la conducta y puede ser valorada en forma positiva o negativa. La *norma subjetiva* es la presión social percibida de participar o no en una conducta. Así mismo, es determinada por el conjunto total de creencias normativas accesibles en relación con las expectativas de los referentes importantes. El *control conductual percibido* se refiere a la percepción de su capacidad para realizar una determinada conducta y es considerado como el grado de dificultad que asume el individuo para realizar un comportamiento en específico (Ajzen, 2005); así mismo, el *control del conductual percibido* recoge tanto la experiencia previa como los posibles obstáculos anticipados por el individuo y presenta, de algún modo, la percepción que tiene el individuo sobre sus capacidades para llevar a cabo una determinada conducta (Ajzen, 1991). En conjunto, los tres elementos pueden predecir la intención de adopción y entender el comportamiento de un individuo en una situación determinada (Ajzen, 1991). Los tres componentes de la Teoría del Comportamiento Planeado se describen en la Figura 1.



**Figura 1.** Componentes de la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB). Fuente: Construido usando información de Ajzen (2005) y Zubair y Garforth (2006).

### Zona de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Aculco, ubicado al noroeste del Estado de México, México. Esta región es conocida porque en las últimas décadas la producción de leche ha ido en aumento; actualmente se producen alrededor de 18 482.373 litros de leche (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, 2023), lo que representa el 4 % del total de la leche fluida de vaca del Estado de México, ubicándose de esta manera en el séptimo lugar en producción leche en el Estado de México (INEGI, 2014). Además, en Aculco, se ha desarrollado una simbiosis entre los productores quienes procesan alrededor de 150000 litros de leche líquida que es transformada en quesos frescos tradicionales de la región (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; López-Rojas *et al.*, 2024).

En Aculco, los sistemas de producción de leche de pequeña escala tienen como cultivo principal maíz. Y el sistema tradicionalmente de manejo de praderas se realiza a través del corte y acarreo. Desde el año 2011, a través de diversos estudios se ha introducido en algunas unidades de producción el pastoreo continuo intensivo. Las gramíneas evaluadas refieren una dosis de siembra de 25 kg/ha de centeno perenne (*Lolium perenne* cv. Bargala), 10 kg/ha de ryegrass anual (*Lolium multiflorum* cv. Maximus) y 3 kg/ha de trébol blanco (*Trifolium repens* cv. Ladino) (Prospero-Bernal *et al.*, 2017). Además, también se ha evaluado el pastoreo continuo intensivo de

praderas de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) sólo o sobresembrado con diferentes variedades de cereales de grano pequeño como el centeno (*Secale cereale*) cv. Nacional y en asociación con gramíneas como la festuca alta (*Lolium arundinaceum*) y el Rye Grass (*Lolium perenne*) para la alimentación de vacas lecheras con la suplementación de ensilado de maíz durante la época seca (Plata-Reyes *et al.*, 2021; Marín-Santana *et al.*, 2023). Sin embargo, la falta de acceso al conocimiento respecto a al proceso de ensilaje disminuye su adopción por parte de los productores, debido a esto es importante identificar el efecto de la red de amistad sobre la adopción de la tecnología agropecuaria.

### Selección de productores

Para identificar a los 106 productores participantes, se utilizó un muestreo no probabilístico de bola de nieve (Vogt and Burke, 2011), lo que permitió seleccionar productores que cumplieran con los siguientes criterios: i) Tener entre 3 y 35 vacas, lo que los clasifica como sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLP) (SAGARPA, 2007), y ii) Que su principal fuente de ingresos proviniera de la producción y venta de leche. Los productores representaron el 10% de la población total de la región de estudio y estaban divididos en dos grupos: 1) Aquellos que utilizaban ensilado de maíz y 2) Los que no. Así mismo, eran productores que estaban involucrados en el uso y no de ensilado de maíz, lo que permitirá generalizar los resultados a los productores en similares condiciones.

### Recolección de datos para la TPB

Los datos fueron recolectados en dos fases, como es sugerido por Ajzen (2005) para el marco teórico de la TPB. En la primera fase se realizaron 40 entrevistas semi-estructuradas, 20 con productores que hacían uso de ensilado de maíz y 20 que no. Las entrevistas permitieron obtener las creencias (ventajas y desventajas), referentes sociales (norma subjetiva) y las dificultades que los productores perciben sobre el uso de ensilado de maíz (control conductual percibido) en su unidad de producción.

Para recolectar la información en la segunda fase, se elaboró un cuestionario estructurado que incluyó 12 creencias, siete referentes sociales y cinco dificultades (Tabla 1).

El cuestionario también recabó información referente a las características del productor y hogar (edad, educación, experiencia, miembros de la familia y mano de obra familiar) y características

de la unidad de producción (tamaño de hato, vacas en producción, producción de leche por vaca por día, leche vendida por día, precio de litro de leche, número total de hectáreas y número de hectáreas cultivadas con maíz). El cuestionario se aplicó a 106 productores de leche en pequeña escala. Los datos fueron recolectados durante los meses de febrero a junio del año 2013.

### Recolección de datos para la identificación de redes sociales

Para la colecta de los datos sobre la red de amistad, se diseñó un cuestionario donde se preguntó, a todos los participantes en la muestra, si conocían y si tenían una relación de amistad con la lista de los 106 productores seleccionados previamente. Adicional, se les preguntó sobre los temas de conversación que abordaban con los otros productores: temas personales, sociales o productivos.

**Tabla 1. Creencias, referentes sociales y dificultades que favorecen y limitan el uso de ensilado de maíz, por productores de leche en pequeña escala.**

Creencias	Referentes sociales	Dificultades
El uso de ensilado de maíz en la unidad de producción		
<b>Creencias positivas</b>		
Mantiene la producción de leche durante la época de secas	Otros productores	Comprar o alquilar maquinaria es caro
Aumenta la producción de leche	Prestadores de servicios profesionales	Encontrar disponible a un productor con la maquinaria durante la época de ensilado
Aumenta el contenido de grasa en leche	Vendedor de forrajes	Hacer el ensilado cuando los terrenos están inundados
Disminuye el uso de concentrados comerciales	Universidad	Requiere contratar gente cuando la maquinaria no es útil
Mantiene a las vacas con buena condición corporal	Padre	Requiere de buenas habilidades técnicas y conocimiento
Proporciona forraje barato durante la época de secas	Hermano	
Proporciona un forraje de buena calidad nutricional	Tío	
Es bien consumido por las vacas, evitando desperdicio de forraje		
<b>Creencias negativas</b>		
Demanda una alta inversión inicial		
Demanda maquinaria para su elaboración		
Se deteriora cuando no se compacta correctamente		
Requiere disponibilidad de terreno para sembrar maíz		

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información recolectada del trabajo de campo.

Posteriormente, con los resultados se elaboró una matriz binaria simétrica, modo uno, caracterizada por contener lazos relacionales bidireccionales con el mismo número de filas y columnas, además que todos los actores se vinculan entre sí, según un tipo específico de relación (Prell, 2013). La matriz contiene información sobre la red de amistad; los valores que se asignaron fueron de 1s y 0s en cada celda, donde el número 1 indicó presencia de amistad y el 0 ausencia de amistad. Por cuestiones de ética y para resguardo de los datos personales de cada productor, a cada uno se le asignó un código de tres o cuatro letras para su reconocimiento dentro de los grafos y análisis de redes sociales.

### Análisis de los componentes de la TPB

Los tres componentes del modelo de la TPB ( $A = \sum b_i e_i$  y  $SN = \sum s b_j m_j$  y  $PBC = \sum c_k p_k$ ) fueron medidos a través de una escala unipolar de cinco puntos tipo Likert (Bryman y Cramer, 2011); así mismo fueron analizados de la siguiente manera: La *intención* (IB) del productor se midió a través de la siguiente pregunta: ¿Qué tan fuerte es su intención para utilizar ensilado de maíz en su unidad de producción el próximo año? Las respuestas fueron registradas en una escala unipolar de cinco puntos que va desde muy débil (1) a muy fuerte (5). El valor de la mediana fue considerado para representar la intensidad de la intención de los productores para usar la innovación.

La *actitud* (A) fue calculada mediante la suma de los productos del resultado de la creencia ( $b_i$ ) y la evaluación de la creencia ( $e_i$ ), que fueron atribuidos a cada creencia. Cada uno de los dos componentes de la *actitud indirecta* ( $b_i$ ) y ( $e_i$ ) se midieron utilizando una escala unipolar de cinco puntos que va de fuertemente en desacuerdo (1) a muy de acuerdo (5), y de muy malo (1) a muy bueno (5), respectivamente. La *actitud general* ( $\sum b_i e_i$ ), se obtuvo sumando todos los productos de todas las creencias salientes ( $b_i * e_i$ ), como es recomendado por Ajzen (2005).

La *norma subjetiva* (SN) fue calculada mediante sus dos componentes ( $s b_j$ ) y ( $m b_j$ ), los cuales se midieron utilizando una escala de cinco puntos que va de muy desanimado (1) a muy animado (5), y muy desmotivado (1) a muy motivado (5), para creencias normativas y la motivación para cumplir respectivamente. La *norma subjetiva general* ( $\sum s b_j m b_j$ ), se sumaron todos los productos de todos los referentes sociales salientes ( $s b_j * m b_j$ ), como es recomendado por Ajzen (2005).

Los dos componentes ( $c_k$ ) y ( $p_k$ ) del *control conductual percibido* (PBC) se midieron en una escala unipolar de cinco puntos, que va de fuertemente en desacuerdo que la creencia debería ser una limitante para el uso de ensilado de maíz (1), a fuertemente de acuerdo (5) para el control de las creencias ( $c_k$ ), y de muy difícil (1) a muy fácil (5) para el poder de control de las creencias ( $p_k$ ). Para determinar el *control conductual percibido general* ( $\sum c_k p_k$ ), se obtuvo sumando todos los productos de todas las creencias controladas ( $c_k * p_k$ ), como es recomendado por Ajzen (2005).

Para identificar la influencia de cada uno de los tres componentes (actitud, norma subjetiva y control conductual percibido) de la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) y las variables que describen al productor y a la unidad de producción, sobre la intención de productor para hacer uso del ensilado de maíz, se realizó un análisis de regresión múltiple jerárquico, considerando a la intención del productor como variable ordinal dependiente. Los tres componentes de la TPB fueron ingresados en el primer paso, y las variables que describen al productor y unidad de producción se agregaron en el segundo paso como es recomendado por Lalani *et al.* (2016). Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 22.

### Análisis de la red de amistad

Para la identificación de los actores clave en la matriz, se obtuvieron y analizaron las siguientes medidas de centralidad:

Densidad, definida como el número total de conexiones directas dividido entre el número de posibles conexiones directas en la red (Kadushin, 2012), ayuda a conocer el porcentaje de conectividad de la red.

Grado de centralidad (*Degree*), indica el número de actores con los cuales un nodo en específico es adyacente, es decir, aquellos con los que están conectados directamente por un vínculo (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2016). El nodo con mayor grado de centralidad representa una clave en la estructura social puesto que es un conector (*switching point*) importante para la difusión de información, ideas, etc. (Kadushin, 2012).

Grado de intermediación (*Betweenness*) se basa en la frecuencia con la que un nodo está ubicado entre los caminos más cortos que conectan a pares de nodos en la red (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2016), es

decir, la capacidad de un actor como enlace de otros y con ello propagar la información dentro de la red.

Grado de cercanía (*Closeness*) es la suma de distancias geodésicas de un nodo con respecto a otros. Contrario al *degree*, un número grande indica que el nodo es periférico mientras que cuanto más pequeño el número el nodo es más central (Borgatti *et al.*, 2013). En términos de difusión de información, se espera que la información recibida por los nodos centrales tenga un mayor grado de veracidad.

Los resultados se ordenaron de mayor a menor *Degree* y por motivos de espacio, en el presente trabajo solo se muestran aquellos que conectan con más del 15% de los actores totales de la red. Cabe mencionar que se eliminó el registro número 94 de los análisis finales de la red de amistad, esto debido a que no presentaba relación alguna con ningún productor y resultó ser un dato atípico en el ARS.

Los análisis y operaciones correspondientes fueron hechos con el programa *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis* y *NetDraw* para la elaboración de los grafos de relación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características generales de los productores participantes

Los productores participantes registraron en promedio 45.6 años, estudios de primaria (6.4 años) y una experiencia de 24 años en la producción de leche. El 80% de los productores manifestó no contar con servicios de extensión de ningún tipo (públicos o privados). Este aspecto fue considerado como una limitante. Por lo tanto, generar alternativas de difusión y comunicación de información para mejorar el proceso de elaboración del ensilado de maíz, permitiría una mayor adopción de la innovación. Lapar y Ehui (2004) indican la importancia de los servicios de extensión en la toma de decisiones por los productores para la adopción de nuevas innovaciones agropecuarias.

La unidad familiar se encontraba integrada por cuatro personas, de las cuales dos trabajan en la unidad de producción de tiempo completo. Los productores contaban en promedio con 3.7 ha ( $\pm 4.6$  ha), de las cuales 2.0 ( $\pm 3.5$  ha) eran utilizadas para sembrar maíz, 1.0 ha ( $\pm 1.0$  ha) para pradera y el resto (0.7 ha  $\pm 0.5$  ha) para sembrar avena u otros cereales de grano pequeño de ciclo corto para el autoconsumo de la familia y para la alimentación de los animales. La propuesta de realizar ensilado

de maíz en sistemas de producción de leche en pequeña escala surge precisamente con la finalidad de disminuir los costos totales de producción derivados de la demanda de insumos externos (Martínez-García *et al.*, 2015; Prospero-Bernal *et al.*, 2017). Al favorecer que los productores dispongan de forraje de buena calidad durante la época de escases (Plata-Reyes *et al.*, 2021). Así mismo, los productores contaban con un tamaño de hato de 12 vacas, de las cuales siete se encontraban en producción, con un promedio de 14 kg por vaca por día. La ordeña se realizaba dos veces al día de forma manual por el 86% de los productores. El 58% de los productores comercializaba a 5 pesos mexicanos (0.20 dólares) el kg de leche con intermediarios, y el 42% directamente con productores de queso. La producción de leche era considerada como la principal fuente de ingreso para el 80% de los productores. No obstante, el 20% de los productores contaba con ingresos externos a la unidad de producción derivados de la albañilería, trabajo industrial en fábricas como obreros, trabajo en tiendas de conveniencia, en tiendas o mercados locales, comercio informal, remesas y manejo de taxi, por mencionar algunos. Al incorporar ingresos externos a las unidades de producción es posible destinarlos a la compra de materiales necesarios para la elaboración del ensilado o bien la renta de maquinaria agrícola, permitiendo el manejo y la conservación del forraje de maíz en forma de ensilado. Además, la implementación del ensilado de maíz, alineado con el modelo de efectos de ineficiencia ambiental en la bioeconomía del ganado propuesto por Zuniga-González y Jaramillo-Villanueva (2024), puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia y sostenibilidad en las unidades de producción lechera (Prospero-Bernal *et al.*, 2017).

### Intención de los productores para hacer uso del ensilado de maíz

El 17% de los productores manifestó una intención muy débil (1 en escala de Likert de 1-5); así mismo, el 17% manifestó una intención débil (2). Esto puede ser atribuido a que los productores no hacen uso de la innovación y existe incertidumbre en incorporar o no el ensilado de maíz a su unidad de producción; lo que puede atribuirse a la falta de conocimiento y capacitación para la elaboración del ensilado; así como a la demanda de trabajo para su elaboración. Por otro lado, el 33% y el 35% de los productores manifestaron una fuerte (4) y muy fuerte (5) intención para usar ensilado de maíz, respectivamente. En general los productores manifestaron una intención positiva (fuerte,

media=4) para usar la innovación en el próximo año en sus unidades de producción.

### Factores que influyen en la intención de los productores en el uso de ensilado de maíz

Se identificaron cuatro creencias que actuaban como barrera para la adopción de ensilado de maíz, las cuales fueron: 1) *Requiere una alta inversión inicial*; 2) *Demanda maquinaria para su elaboración*; 3) *Se deteriora cuando no se compacta correctamente*; 4) *Requiere disponibilidad de terreno para la siembra de maíz*. Mientras que sólo se identificaron dos creencias que actúan como conductores para el uso y adopción de la innovación: 1) *Disminuye el uso de concentrados comerciales* y 2) *Proporciona forraje barato durante época seca*. En ese tenor, las barreras cognitivas son creencias que se vuelven actitudes negativas o que impiden de alguna manera la adopción de la innovación. Por el contrario, los conductores son las creencias que arrojan actitudes favorables hacia el uso de ensilado de maíz, de tal forma que cuando una creencia toma fuerza en una población se puede considerar que más personas adoptarán el comportamiento (Garforth *et al.*, 2006). El análisis de la eficiencia en las granjas lecheras, como el realizado por Zuniga-Gonzalez *et al.* (2024), destaca la importancia de adoptar prácticas que optimicen el uso de insumos y recursos, lo cual puede ser relevante para la adopción del ensilado de maíz.

En la Tabla 2 se observa que la norma subjetiva influye sobre la intención de los productores para hacer uso del ensilado de maíz. Es decir, que otros productores, prestadores de servicios

profesionales, vendedores de forraje, miembros de la universidad, padre, hermano y tío, podrían ser fuente de conocimiento y difusión de información entre productores para aumentar la adopción de ensilado de maíz. Martínez-García *et al.* (2013) indican que los referentes sociales juegan un papel importante en la difusión de praderas para corte y acarreo en los sistemas de producción de leche en pequeña escala. Adicional, para Forero Camacho *et al.* (2013) la clave en la adopción de tecnologías agropecuarias en zonas rurales está en el capital social de la comunidad. Cabe mencionar que algunos de estos referentes sociales fueron analizados en la red de amistad y los resultados se presentan en los apartados siguientes.

Contrario a los resultados de Prospero-Bernal *et al.* (2017), el número total de hectáreas y el número de hectáreas cultivadas con maíz no fueron significativos. Esto quizá se deba a que para este grupo de productores de leche pesa más la norma subjetiva, es decir, la presión que otros referentes pudieran ejercer para incentivar la adopción de tecnología.

### Análisis de la Red de Amistad identificada entre los productores

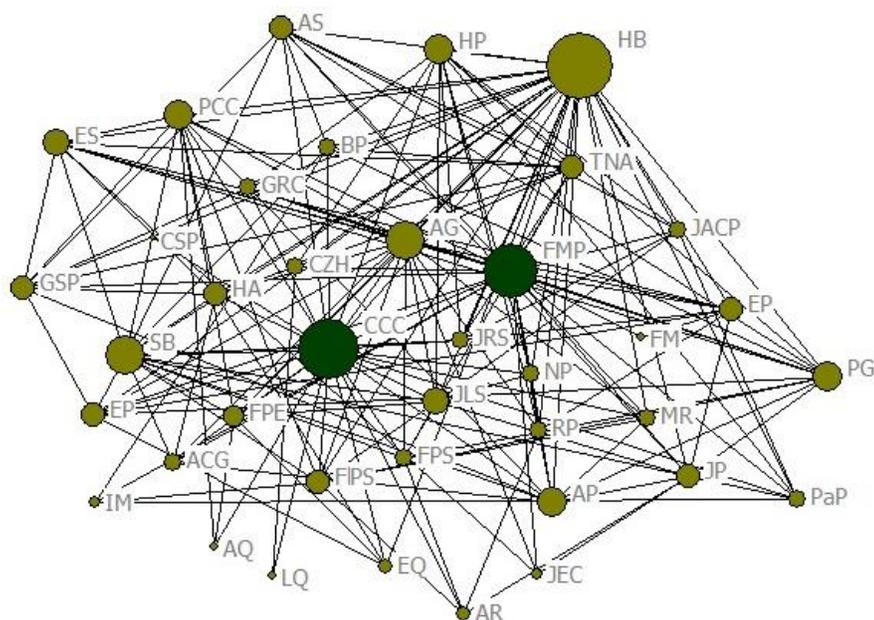
En la zona de estudio, las redes sociales conformadas por productores e instituciones son clave en la adopción de tecnologías. En el caso específico de la red de amistad, se involucra el 79% de los productores de leche de pequeña escala de la muestra. Esta red es de tipo estrella, centralizada en un 28.16% (Figura 2).

**Tabla 2. Resultados del análisis de regresión múltiple jerárquico sobre la intención de productores para usar ensilado de maíz (n=106).**

Variable	R <sup>2</sup>	Coefficiente estandarizado	Significancia
Componentes de la TPB*	0.136		
Actitud		0.108	0.346
Norma subjetiva		0.248	<b>0.025</b>
Control conductual percibido		0.037	0.733
Características del productor	0.202		
Edad		0.320	<b>0.033</b>
Educación		0.126	0.318
Años de experiencia		-0.176	0.170
Miembros de la familia		-0.058	0.607
Mano de obra familiar		-0.117	0.286
Características de la unidad de producción	0.258		
Tamaño de hato		0.088	0.668
Vacas en producción		0.458	<b>0.041</b>
Producción de leche por vaca por día, litros		-0.005	0.967
Precio por litro de leche		0.021	0.850
Número total de hectáreas		0.026	0.893
Número de hectáreas cultivadas con maíz		0.128	0.529

Durbin-Watson: 2.024, \*TPB: Teoría del Comportamiento Planeado





**Figura 3.** Grado de centralidad de nodos principales in la red ego de FMP y CCC. Nota: Las iniciales al interior de la figura, representan los nombres de los productores participantes

Las características de los nodos clave detectados son, para el caso de FMP que tiene una edad de 42 años, escolaridad básica concluida (primaria), con 20 años de experiencia como productor de leche y no cuenta con servicios de extensión. Así mismo, tiene seis vacas en ordeño con un total de hato de 10 cabezas, ordeño tipo manual, 15 hectáreas totales, su ingreso principal proviene de la producción de leche con una venta promedio de 70 kg al día. CCC tiene 69 años, sabe leer y escribir, y al igual que FMP tiene 20 años de experiencia como productor lechero. Tampoco tiene servicios de extensión, tiene dos vacas en ordeño con total de hato de cuatro cabezas, 1.5 hectáreas de terreno, la leche es su principal fuente de ingresos con una venta promedio 14 kg de leche.

Las dos décadas de experiencia que ambos actores comparten como productores de leche son uno de los factores que les dan prestigio social; para Martínez-García *et al.* (2015) esta experiencia puede ser útil para la comunicación de tecnologías agropecuarias de productor a productor.

En la red de FMP y CCC, se hace uso de ensilado de maíz por lo que, con orientación adecuada podrían ser potenciales líderes comunitarios, idóneos para la comunicación de la tecnología.

Para Rojas-Andrade (2013), lo que se espera de los líderes comunitarios es que impulsen acciones colectivas. Por ello, se sugiere capacitar adecuadamente a estos actores para que se perfeccionen en la elaboración del ensilado y de esta manera logren ser referentes sociales que motiven a otros productores a introducir la innovación a sus unidades de producción. Garforth (2014) consideró que los diferentes patrones de comportamiento para la toma de decisiones de adoptar o no una tecnología se asocian con los referentes sociales individuales de cada productor puesto que es así como se evalúan riesgos y beneficios de cada innovación.

## CONCLUSIONES

La intención de los productores de leche respecto a utilizar el ensilado de maíz estuvo influenciada por factores clave como sus creencias, las influencias sociales percibidas, la edad del productor y el número de vacas en producción. Por lo tanto, estos elementos deberían considerarse al diseñar estrategias que promuevan el uso de esta tecnología. Para fomentar la adopción del ensilado de maíz, es fundamental implementar programas de capacitación y servicios de extensión que ofrezcan a los productores información práctica y soporte

técnico. Asimismo, es importante aprovechar los referentes sociales identificados como líderes dentro de las redes de productores, para facilitar la difusión de la tecnología.

#### Acknowledgments

The authors thank the farmers who participated in the study for their hospitality and full support.

**Funding.** The authors express their gratitude to the small-scale dairy farmers of Aculco, State of Mexico for always being involved with the research team. Thanks are due to the *Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología* (CONAHCYT) for funding project PN-2016/2323 and for the postdoctoral fellowship for Dalia Andrea Plata Reyes.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**Compliance with ethical standards.** The research present original data that are not submitted to other journal at the same time. The farmers were informed about the study, and they were agreeing to participate in the research.

**Data availability.** Data are available with the corresponding author Dr. Carlos Galdino Martínez-García (cgmartinezg@uaemex.mx) upon reasonable request.

**Author contribution statement (CRediT).** **Dalia Andrea Plata-Reyes:** field research, writing-review and editing the original draft. **Julieta Gertrudis Estrada-Flores:** writing-review and draft. **Adolfo Armando Rayas-Amor:** writing review and editing. **Carlos Galdino Martínez-García,** funding acquisition, supervision and validation, conceptualization, writing original draft and methodology, writing-review and editing.

#### REFERENCES

Aguilar-Gallegos N., Martínez-González E.G., Aguilar-Ávila J., Santoyo-Cortés H., Muñoz-Rodríguez M. and García-Sánchez E.I., 2016. Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32, pp. 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>

Ajzen I., 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human*

*Decision Processes*, 50, pp. 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)

Ajzen I., 2005. *Attitudes, Personality and Behavior* (2do ed.). England: Open University Press- Milton Keynes.

Araiza-Rosales E., Delgado-Licon E., Carrete-Carreón F.O., Medrano-Roldán H., Solis-Soto A., Murillo-Ortiz M. and Haubi-Segura C., 2013. Degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(2), pp. 79-96.

Carr, S., Tait, J., 1991. Differences in the attitudes of farmers and conservationist and their implications. *Journal of Environmental Management*, 32, pp.281–294. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(05\)80058-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(05)80058-1)

Borgatti S.P. and Halgin D.S., 2011. On network theory. *Organization Science*, 22, pp. 1121-1367. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>

Borgatti S.P., Everett M.G. and Johnson J.C., 2013. *Analyzing social networks*. Londres-UK: SAGE Publications.

Bryman A. and Cramer D., 2011. *Quantitative Data Analysis with IBM SPSS 17, 18 and 19, A Guide for Social Scientists*. London and New York: Routledge, Taylor and Francis Group.

Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda- Martínez T. and Arriaga-Jordán C. M., 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of Central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, pp. 241–256. <https://doi.org/10.1017/S0014479706004613>

Fadul-Pacheco L., Wattiaux M., Espinoza-Ortega A., Sánchez-Vera E. and Arriaga-Jordán C.M., 2013. Evaluation of sustainability of smallholder dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season. *Agroecology and*

- Sustainable Food Systems*, 37(8), pp. 882-901.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2013.775990>
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations., 2012. *Situación de la lechería en América Latina y el Caribe 2011-Informe producido en el ámbito del observatorio de la cadena láctea de América Latina y el Caribe*. Chile: FAO-FEPALE (Federación Panamericana de Lechería).
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations., 2018. *El sector lechero mundial: Datos*. Disponible en <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>. Consulta: 28 Enero 2023
- Forero Camacho C.A., Rojas Carvajal G. and Argüelles-Cárdenas J., 2013. Capital social y financiero en la adopción de tecnologías ganaderas en zonas rurales altoandinas de Colombia. *Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), pp. 149-163.
- García-Villegas J.D., Arriaga-Jordán C.M., Sánchez-Vera E., Juárez-Morales M., Rayas-Amor A. and Martínez-García C., 2016. Identificación de factores que influyen en la intención de uso de ensilado de maíz por productores de leche a pequeña escala en el Altiplano Central Mexicano. En: Herrera Camacho, J. *et al.* (Eds) *Innovación sostenible en pastos: hacia una agricultura de respuesta al cambio climático*, pp. 259-264. España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- Garforth C., Mckemey K., Rehman T., Tranter R., Cooke R., Park J., Dorward P. and Yates C., 2006. Farmer' attitudes towards techniques for improving oestrus detection in dairy herds In Southwest England. *Livestock Science*, 103, pp. 158-168.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.006>
- Garforth C., 2014. Livestock keepers' reasons for doing and not doing things which government, vets and scientists would like them to do. *Zoonosis and public health*, 62, pp. 29-38.  
<https://doi.org/10.1111/zph.12189>
- Hermans F., Stuver M., Beers P.J. and Kasper K., 2013. The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, pp. 117-128.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>
- INEGI (2014) *Encuesta Nacional Agropecuaria 2014*. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encagro/ena/2014/doc/minimografia/prodbovena14.pdf>. Consulta: 22 Enero 2019
- Juárez-Morales M., Arriaga-Jordan C.M., Sánchez-Vera E., García-Villegas J.D., Rayas-Amor A., Rehman T., Dorward P. and Martínez-García C.G., 2017. Factores que influyen en el uso de praderas cultivadas para la producción de leche en pequeña escala en el altiplano central mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), pp. 317-324.
- Kadushin C., 2012. *Understanding social networks. Theories, concepts, and findings*. London-UK: Oxford University Press. ISBN:978019537946-4
- Lalani B., Dorward P., Holloway G. and Wauters E., 2016. Smallholder farmers' motivations for using conservation agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. *Agricultural Systems*, 146, pp. 80-90.  
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.04.002>
- Lapar M.L.A. and Ehui S.K., 2004. Factors affecting adoption of dual-purpose forages in the Philippine uplands. *Agricultural Systems*, 81, pp. 95-114.  
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2003.09.003>
- López-Rojas E. Martínez-García C. and Plata-Reyes D. (2024). Herramienta para la evaluación del desempeño agroecológico en sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, 15(1), 148-163. [doi:](https://doi.org/10.1111/zph.12189)

- <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.241501.09>
- Martínez Fernández A., A., Argamenteria Gutiérrez A. and De La De La Roza Delgado B., 2014. *Manejo de forrajes para ensilar*. España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentaria (SERIDA).
- Martínez-García C.G., Dorward P. and Rehman T., 2012. Farm and socioeconomic characteristics of small-holder milk producers and their influence on the technology adoption in Central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44, pp. 1199-1211. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0058-0>.
- Martínez-García C.G., Dorward P. and Rehman T., 2013. Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in Central Mexico and the implications for future research on smallholder adoption in developing countries. *Livestock Science*, 152, pp. 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.007>
- Martínez-García C.G., Dorward P. and Rehman T., 2015. Factors influencing adoption of crop and forage related and animal husbandry technologies by small-scale dairy farmers in central Mexico. *Experimental Agriculture*, 52, pp. 87-109. <https://doi.org/10.1017/S001447971400057X>
- Martínez-García C.G., Dorward P. and Rehman T., 2016. Factors influencing adoption of crop and forage related and animal husbandry technologies by small-scale dairy farmers in Central Mexico. *Experimental Agriculture*, 52, pp. 87-109. <https://doi.org/10.1017/S001447971400057X>
- Martínez-García C.G., Arriaga-Jordán C.M., Dorward P., Rehman T. and Rayas-Amor A., 2018. Using a so-psychological model to identify and understand factors influencing the use and adoption of a successful innovation by small-scale dairy farmers of central Mexico. *Experimental Agriculture*, 54, pp. 142-159. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000703>
- Marín-Santana, M.N., López-González, F., Morales-Almaraz, E., Plata-Reyes, D.A. and Arriaga-Jordán, C.M., 2023. Productive performance of grazing dairy cows on kikuyu grass pastures overseeded with rye in small-scale dairy systems in the highlands of Mexico]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(86), pp. 114. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4621>
- McKemey, K., Rehman, T., 2002. *The Theory of Reasoned Action and its Applications*. Document 01/02. School of Agriculture, Policy and Development, University of Reading, UK
- Prell C., 2013. *Social network analysis, history, theory, and methodology*. London-UK: SAGE Publications.
- Plata-Reyes, D.A., Hernández-Mendo, O., Vieyra-Alberto, R., Albarrán-Portillo, B., Martínez-García, C.G. and Arriaga-Jordán, C.M., 2021. Kikuyu grass in winter–spring time in small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico in terms of cow performance and fatty acid profile of milk, *Tropical Animal Health and Production*, 53, pp. 225. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02672-9>
- Prospero-Bernal F., Martínez-García C.G., Olea-Pérez R., López-González F. and Arriaga-Jordán C.M., 2017. Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 49, pp. 1537-1544. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1360-2>
- Rienties B. and Kinchin I., 2014. Understanding (in)formal learning in academic development programmer: A social network perspective. *Teaching and Teacher Education*, 39, pp. 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.01.004>
- Rogerio Martins M., Sandin Ribeiro R., Campos Pasciullo D.S., Alves Cangussú M., Murgueittio E., Chará J. and Flores Estrada M.X., 2018. Silvopastoral

- Systems in Latin America for Biodiversity, Environmental, and Socioeconomic Improvements. Agroecosystem Diversity. En: Gilles Lemaire, P. *et al.* (Eds) *Reconciling Contemporary Agriculture and Environmental Quality*, pp 187-297. USA: Academic Press.
- Rojas-Andrade R. 2013. El liderazgo comunitario y su importancia en la intervención comunitaria. *Psicología para América Latina*, 25, pp. 57-76.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación., 2007. *Lineamientos específicos del componente Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado el 31 de diciembre de 2007. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGRAM.aspx> Consulta: 9 junio 2016.
- Scott J. and Carrington P.J., 2011. *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. London-UK: SAGE Publications.
- Uriel, E. & Aldás, J. 2005. Análisis Multivariante Aplicado. Thomson Ed. Madrid, España. p. 13-28
- Vogt W.P. and Burke J.R., 2011. *Dictionary of statistics and methodology: a non-technical guide for the social sciences*. 4a Ed. Estados Unidos: Sage Publications.
- Zubair M. and Garforth C., 2006. Farm level tree planting in Pakistan: the role of farmers' perceptions and attitudes. *Agroforestry Systems*, 66, pp. 217-229. [10.1007/s10457-005-8846-z](https://doi.org/10.1007/s10457-005-8846-z)
- Zuñiga-González C.A. and Jaramillo-Villanueva J.L., 2024. Frontier model of the environmental inefficiency effects on livestock bioeconomy. *F1000Research* 2024, p.1382. <https://doi.org/10.12688/f1000research.128071.3>
- Zuñiga-González C.A., Jaramillo-Villanueva J.L. and Blanco-Roa N.E., 2024. Inputs-Oriented VRS DEA in dairy farms. *F1000Research* 2024, p.901. <https://doi.org/10.12688/f1000research.132421.2>