

ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DE AMARANTO EN EL ESTADO DE MÉXICO

Daylin Jannete **De la Cruz-Carrillo**¹, Alma Velia **Ayala-Garay**^{1*}, Diana América **Reyna-Izaguirre**²,
Sergio Roberto **Márquez-Berber**³

¹Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coatlínchan, Texcoco, Estado de México, México. 56250.

²Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.

³Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.

*Autor de correspondencia: ayala.alma@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación, fue realizar un análisis de la cadena de valor del amaranto en el Estado de México, considerando las relaciones que se establecen entre los actores, sus funciones y los factores que afectan la competitividad. Se conformaron dos paneles de trabajo en abril y octubre de 2023, donde participaron 17 expertos en el tema. Se levantaron encuestas durante los meses de mayo a septiembre de 2023, a proveedores de insumos, productores, acopiadores, transformadores, consumidores y agentes de instituciones de gobierno. Se detectó que las relaciones entre proveedores de insumos y maquinaria agrícola con los productores, son comerciales; las instituciones gubernamentales, ofrecen asesorías y generan investigaciones como adaptaciones de implementos en conjunto con grandes productores. La organización, es bajo un esquema informal integrado de 10 a 15 productores, sin considerar una figura jurídica; 4% de los encuestados, mencionó dedicarse al acopio o la comercialización de grano; 92%, busca canales de comercialización por sus propios medios. Los acopiadores, fijan el precio del grano. Los transformadores, establecen vínculos con los grandes productores; y con los medianos y pequeños, las relaciones son casi nulas. Se requiere un esquema de financiamiento para la producción de amaranto, así como la adopción de tecnologías acordes a la región; hay ausencia de agroindustrias. Resalta la necesidad de organizaciones formales para la generación de economías de escala y la creación de un sistema productivo de amaranto.

Palabras clave: actores, relaciones y vínculos, rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024), subraya que el amaranto, es un producto agrícola de gran relevancia, reconocido por su versatilidad de usos y su importante valor nutricional, especialmente, por la calidad y cantidad de sus proteínas. Este cultivo, puede desarrollarse en condiciones de escasez, mostrando tolerancia a la sequía y entornos adversos, con rendimientos iguales o incluso superiores a los de otros granos en circunstancias similares. Lo que lo convierte, en un cultivo estratégico para la producción y el consumo en regiones marginadas del país (Barrales *et al.*, 2010); así como una alternativa viable, para enfrentar

Citation: De la Cruz-Carrillo DJ, Ayala-Garay AV, Reyna-Izaguirre DA, Márquez-Berber SR. 2025. Análisis de la cadena de valor de amaranto en el Estado de México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. <https://doi.org/10.22231/asyd.v22i4.1677>

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: January 2, 2024.
Approved: July 10, 2024.

Estimated publication date:
September 12, 2025.

This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-Non-Commercial
4.0 International license.



problemáticas globales, gracias a su notable adaptabilidad a diversas condiciones ambientales y sistemas de producción (Espitia *et al.*, 2018).

En México, el amaranto, se produce principalmente en seis estados: Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Ciudad de México, Oaxaca y Morelos, con un rendimiento promedio nacional de 1.66 t ha⁻¹. En 2023, el Estado de México, se posicionó como el tercer mayor productor a nivel nacional, concentrando su cultivo en 10 municipios del estado (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP y Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta-SIACON, 2023). Aunque se han identificado zonas con gran potencial para el cultivo de amaranto, la superficie sembrada a nivel estatal sigue siendo limitada, con menos de 3,500 hectáreas. No obstante, la producción en el estado, ha mostrado un crecimiento sostenido entre 2000 y 2023 (SIAP-SIACON, 2023), impulsada en gran medida, por su alta rentabilidad, que lo convierte en una propuesta atractiva para los productores locales.

Según Ayala *et al.* (2014), en la región central de México, el amaranto es una opción rentable, especialmente, en áreas que carecen de sistemas de riego. Sin embargo, desde un enfoque competitivo, su cadena de valor enfrenta importantes desafíos. Estas dificultades, se deben en gran parte, a que el cultivo se desarrolla en pequeñas comunidades con recursos naturales y tecnológicos limitados. Además, estas regiones, carecen de financiamiento adecuado para acceder a nuevas tecnologías, que podrían mejorar tanto la producción, como la transformación del amaranto (Ayala *et al.*, 2012; Ayala *et al.*, 2016).

En el Estado de México, uno de los principales problemas identificados, es la deficiente integración de la cadena de valor, destacando la falta de economías de escala y una organización insuficiente entre los actores involucrados en los diferentes eslabones. Esta desconexión, dificulta la optimización de los recursos y la maximización de beneficios para los participantes (Ayala *et al.*, 2016), por lo que se considera que la cadena de valor de amaranto en el estado, presenta una integración casi inexistente.

El objetivo de la investigación, fue realizar un análisis de la cadena de valor del amaranto en el Estado de México, identificando a los actores, sus relaciones y funciones, así como las limitaciones tanto en la actividad productiva, como en las estrategias interinstitucionales. Además, se buscó determinar la rentabilidad del cultivo, para proponer estrategias que contribuyan a mejorar la competitividad de la cadena de valor.

MARCO TEÓRICO

El amaranto (*Amaranthus* spp), es uno de los cultivos más antiguos de Mesoamérica, se afirma que constituyó el alimento básico de los aztecas, incas, mayas, pueblos recolectores y cazadores. Los primeros datos de esta planta, datan de diez mil años atrás y su papel en la dieta, era tan importante como el maíz y el frijol (Asociación Mexicana del Amaranto [AMA], 2003). Se estima que

producían de 15,000 a 20,000 toneladas por año. Después de la llegada de los españoles a América, se inició un intenso intercambio de cultivos, en el que algunos de estos cobraron mayor importancia, mientras que otros, llegaron casi a desaparecer. El arraigo de las costumbres en los pueblos, fue significativo y su consumo, se mantuvo durante siglos por la acción de pequeños agricultores (Huerta *et al.*, 2012).

Según, el Senado de la República (2019), el amaranto en México, en el artículo 19 de la Ley de Desarrollo Sostenible, esta considerado dentro de los productos propuestos para formar parte de la lista de cultivos estratégicos. Por otra parte, el grano, dista de la importancia que tienen otros cultivos como el maíz, frijol, etc., por lo que, deben existir prioridades para su mecanización transformación y comercialización; además de su importancia como parte de la identidad de las culturas prehispánicas, de su origen y principalmente, de sus características nutricionales.

La cadena de valor de amaranto, desde el punto de vista de competitividad, tiene grandes retos que superar, sobre todo, cuando se sabe que el cultivo se desarrolla en pequeñas comunidades en condiciones de escasez (De la O *et al.*, 2012). La cadena de valor, describe las actividades que se requieren para elaborar un producto, desde su concepción hasta su consumo (Nutz y Sievers, 2016), describiendo un conjunto de actores, que interactúan entre ellos para incrementar el valor de un producto a través de eslabones (Acosta, 2006). A cada una de las etapas, concepción y diseño, producción del bien o servicio, tránsito de la mercancía, consumo, manejo y reciclaje final, se le denomina eslabón.

Comprender el crecimiento de un cultivo, es fundamental para la cadena de valor, ya que permite identificar oportunidades de mejora en el rendimiento y optimizar el uso de recursos. Según Ayala *et al.* (2016), el incremento de la productividad de amaranto, se basa en la adopción de innovaciones tecnológicas adaptadas a las características específicas de las zonas de producción. Para analizar el impacto de factores como: el rendimiento, la innovación y la superficie cosechada en el crecimiento de la producción de un cultivo, se utiliza la metodología de Determinación de Factores, que permite calcular el grado de influencia individual de estos indicadores o su efecto combinado en el crecimiento de la producción de amaranto (Contreras, 2000). El análisis, se centra en tres aspectos principales: la adopción de innovaciones tecnológicas considerando las características de las zonas de producción (Estrada *et al.*, 2006), la reducción de la superficie cultivada y la posible interacción entre ambos factores (Ayala *et al.*, 2016).

El crecimiento extensivo, se relaciona con un aumento en la producción, derivado de la expansión de la superficie cosechada, lo cual, puede reflejar una posible obsolescencia tecnológica. En contraste, el crecimiento intensivo, está asociado con el incremento de la producción a través de mejoras en el rendimiento, lo que sugiere un nivel tecnológico más avanzado. Un crecimiento

combinado, implica un aumento tanto en la superficie, como en el rendimiento (Zarazúa *et al.*, 2009; Ayala *et al.* 2017).

Para analizar y caracterizar cadenas de valor o sistemas complejos, se utiliza la técnica de paneles de trabajo, que consiste en reunir a un grupo de especialistas que, mediante su intervención activa y grupal, emiten una opinión colectiva sobre el tema a tratar. Franco *et al.* (2018), describe esta herramienta, como una adaptación de la metodología Delphi, utilizada con el fin de obtener respuestas consensuadas y confiables de un grupo de expertos. Este enfoque, promueve una construcción del conocimiento grupal y significativa.

En el marco del análisis de la cadena de valor del amaranto, se realizó un cálculo de su rentabilidad, con el objetivo de comprender mejor la relación entre los ingresos generados y los costos involucrados en las actividades productivas. La rentabilidad, se define como “la relación entre ingresos y costos generados por el uso de activos de la empresa en actividades productivas” (De la Hoz *et al.*, 2008). De acuerdo con Sánchez (2002), la rentabilidad, se conceptualiza como un indicador que mide la eficiencia en el uso de los capitales empleados, permitiendo comparar opciones o calificar la efectividad de las actividades realizadas.

METODOLOGÍA

Descomposición de factores para el análisis del crecimiento de la producción. Se determinó el grado de influencia que han tenido los factores de rendimientos, superficie cultivada y efecto combinado, como indicadores de innovación, durante el periodo de 1986-2022 en el Estado de México, se modificó la fórmula de Contreras (2000) y se tomaron los datos de SIAP-SIACON (2023) para la producción de amaranto.

$$P_t = Y_0 (A_t - A_0) + A_0 (Y_t - Y_0) + (A_t - A_0)(Y_t - Y_0) \quad (1)$$

donde P_t es el Incremento Total de la Producción para el periodo de análisis; $Y_0(A_t - A_0)$ Cuantifica la contribución de la superficie cosechada; $A_0(Y_t - Y_0)$ Cuantifica la contribución del rendimiento; $(A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$ si el incremento total de la producción para el periodo 1986-2022 es igual a 100 %, es posible determinar si el crecimiento ha sido intensivo o extensivo (Ayala *et al.*, 2017).

Para el estudio de la cadena de valor, se utilizó la metodología de paneles de trabajo, utilizada en investigaciones y proyectos para analizar y caracterizar cadenas de valor o sistemas complejos. Se establecieron dos paneles de trabajo en los meses de abril y octubre de 2023, en el Estado de México. El primer panel de trabajo (abril de 2023), su objetivo fue proporcionar orientación al equipo de trabajo sobre los fundamentos, principios y conceptos necesarios

para caracterizar la cadena de valor del amaranto en el Estado de México. En el segundo panel de trabajo (octubre de 2023), se reunieron nuevamente los actores que participaron en el primer panel. Además, participaron representantes de los distintos eslabones de la cadena de valor: 20 productores, 2 proveedores de insumos, 2 transformadores de CDMX, un comercializador y 5 representantes de instituciones gubernamentales [Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Secretaría de Agricultura (SADER), la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y Colegio de Postgraduados (COLPOS)] e interesados en el tema.

En el trabajo de campo, se diseñaron y aplicaron encuestas cuyo contenido, consideraba las siguientes categorías:

- Actores y funciones: se identificaron los agentes y las funciones que cada uno de ellos realiza a través de las preguntas realizadas y búsqueda de información del Sistema Producto Amaranto.
- Relaciones y vínculos horizontales: se describieron las interacciones entre los agentes o actores y su nivel de organización.
- Información primaria del mercado nacional: se analizó información relevante del mercado nacional, de consumo y de atributos de los productos que se ofertan.
- Servicios críticos de apoyo: se recabó información relacionada con servicios financieros relacionados con el acceso a créditos.
- Servicios de asistencia técnica: se presentó información relativa al servicio de asesoría técnica a los productores.
- Servicios de gestión de calidad: se buscaron instrumentos de carácter regulatorio para transformación de productos.
- Inteligencia comercial: se hizo un análisis con el propósito de conocer sobre la cultura de consumo, calidad del amaranto y sus propiedades.
- Logística y almacenamiento: identificaron los actores que participan en este rubro.

Lo anterior, permitió obtener el mapa de la cadena de valor. Las encuestas fueron aplicadas de mayo a septiembre de 2023, dirigidas a cada uno de los actores de la cadena, productores (20) de los municipios de Amecameca, Temamatla, Juchitepec, y Tepetlixpa, ubicados en el Estado de México, transformadores (2), acopiadores, consumidores (30), investigadores, representantes de gobierno (5) [INIFAP, UACH, SADER, Universidad de Lausanne (UNIL), COLPOS]. La encuesta, se utiliza cuando no existe suficiente material informativo sobre ciertos aspectos que interesa investigar o la información no puede conseguirse a través de otras técnicas, lo cual, permite recabar información de fuentes primarias y actualizadas (Rojas, 2013). Se utilizó un muestreo no probabilístico de selección expertos (Pimienta, 2000).

El cálculo de la rentabilidad, se realizó con los productores que participaron en los paneles de trabajo y con un nivel tecnológico equivalente, conocimiento profundo y acceso a información sobre los parámetros técnicos y los costos de producción. La metodología propuesta por Agroprospecta, permite obtener, a través del consenso de productores participantes, los costos de producción específicos, para un determinado ciclo agrícola. Estos datos son fundamentales, para obtener la rentabilidad del cultivo (Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria –Agroprospecta; 2010; Ireta *et al.*, 2015)

Los costos de producción, se dividieron en directos: semilla, fertilizantes, renta de maquinaria, mano de obra, etcétera, e indirectos: renta de la tierra y gastos generales como traslados y acarreo de insumos, logística para la comercialización del grano. Para el cálculo del ingreso total por hectárea, se utilizó el precio medio rural de la zona y el rendimiento promedio por hectárea de amaranto, con datos proporcionados por los productores. Para ello, se utilizaron las siguientes expresiones algebraicas basadas en la teoría económica Krugman y Wells (2006) y Samuelson y Nordhaus (2010).

$$CT = PxX \quad (2)$$

donde *CT*: Costo total de la producción; *Px*: Precio del insumo o actividad *X*; *X*: Actividad o insumo.

El ingreso total por hectárea, se obtuvo al multiplicar el rendimiento del cultivo, por su precio de mercado. La expresión algebraica es:

$$IT = PyY \quad (3)$$

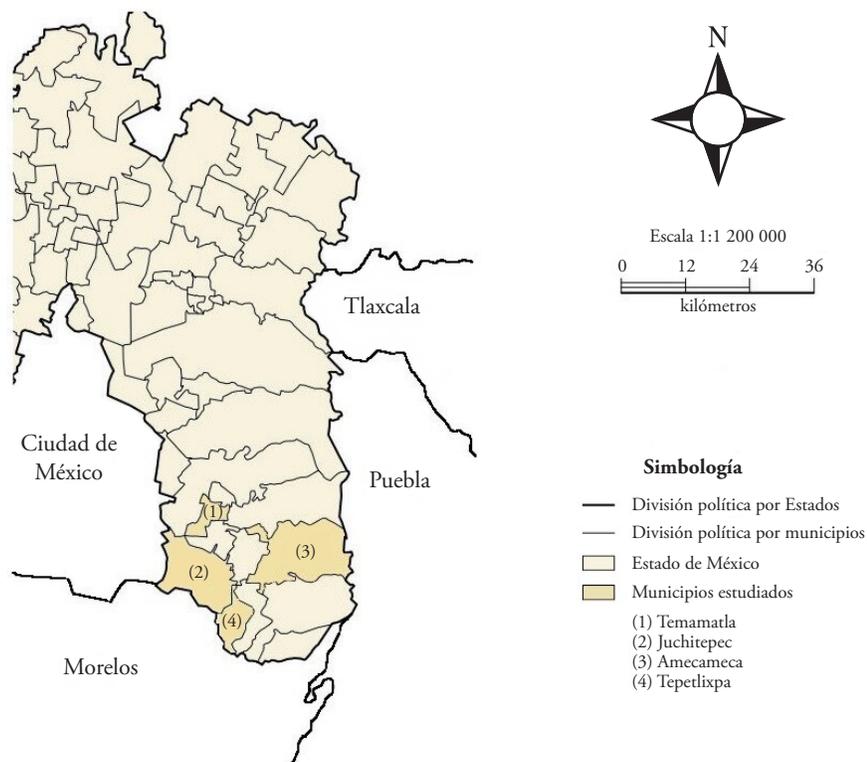
donde *IT*: Ingreso total (\$ ha⁻¹); *Py*: Precio de mercado del cultivo (\$ t⁻¹); *Y*: Rendimiento del cultivo (t ha⁻¹).

Por último, la rentabilidad es igual a:

$$\text{Rentabilidad} = IT - CT \quad (4)$$

donde *IT*: Ingreso total (\$ ha⁻¹); *CT*: Costo total de la producción.

Los productores que fueron encuestados, pertenecen a los municipios productores de amaranto: Amecameca, Temamatla, Juchitepec y Tepetlixpa, ubicados en el Estado de México (Figura 1), según datos encontrados en (SIAP-SIACON, 2023). Las coordenadas geográficas del Estado son 23.6345° N 102.5528° O [Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (SMA), 2006].



Fuente: elaboración propia, con información de INDESOL, (2016).

Figura 1. Mapa de la localización del área de estudio.

Para analizar los datos, se empleó el uso de la estadística descriptiva, orientada a la presentación de datos que permiten resumir o describir el comportamiento de estos (Posada, 2016). La estadística descriptiva, integra métodos para describir un conjunto de datos; para este estudio, se emplearon medidas de tendencia central y de dispersión con datos no agrupados, como la media aritmética y el rango (Infante y Zárate, 1990)

RESULTADOS

Producción de amaranto en el Estado de México

El crecimiento de la producción de amaranto a nivel estatal, está influenciado por diversos factores, entre los que destacan, el aumento en la superficie cosechada, el nivel de rendimientos o una combinación de ambos (Venezian y Gamble, 1969). Según los datos del SIAP – SIACON (2023), correspondientes al periodo de 1986 a 2022, el rendimiento por hectárea en el Estado de México, se ha incrementado a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 3.2%, mientras que la producción total, creció a una tasa de 27.7%. En el trabajo de campo, se observó una escasa adopción de innovaciones y paquetes tecnológicos por parte de

los productores, lo que se refleja en un crecimiento más lento del rendimiento, en comparación con la producción total, que marcan las cifras oficiales. Mediante la aplicación de la metodología de descomposición de factores (Cuadro 1), se observa que el incremento total de la producción para el mismo periodo, se debe en 67.4%, a la combinación e interacción entre el incremento de la superficie sembrada y la mejora en los rendimientos del cultivo, 21% corresponde exclusivamente al aumento de la superficie cultivada y 11.6% restante, al incremento en los rendimientos.

Cadena de valor de amaranto en el Estado de México

Se generó el mapa de la cadena de valor de amaranto en el Estado de México (Figura 2), que muestra a los actores, sus funciones, servicios de apoyo y sus relaciones en el flujo del producto, desde su producción, al mercado final.

La cadena de valor de amaranto en el Estado de México, se constituye por seis eslabones. El primero, está integrado por los proveedores de insumos y equipo agrícola, como tiendas de agroquímicos y algunas instituciones de investigación. El segundo, está ocupado por productores, posteriormente, se encuentran los acopiadores; el cuarto eslabón, lo integran las agroindustrias. El quinto eslabón, comprende los canales de comercialización que llevan el producto final al consumidor. Del lado izquierdo, se encuentran todas aquellas partes interesadas dentro del sistema. El sexto eslabón, está compuesto por los consumidores.

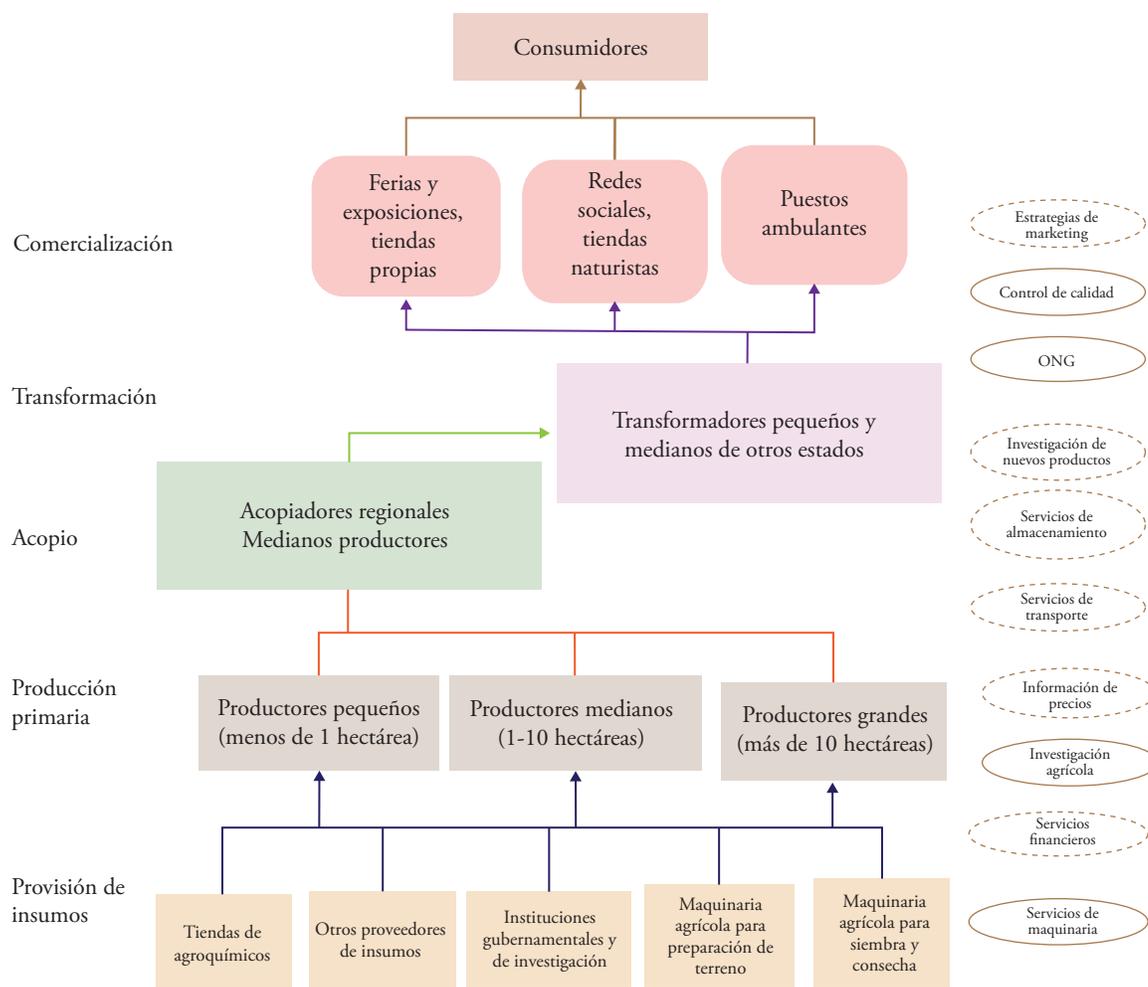
Los principales proveedores de insumos, son las tiendas de agroquímicos, que son fuentes de fertilizantes, insecticidas y herbicidas; su actividad se limita a la venta de estos productos. Aquí, también se encuentran universidades y centros de investigación, como el INIFAP, que han trabajado con la generación de nuevas variedades. Además, ofrece acompañamiento técnico a 4% de los productores encuestados. Estos productores, difunden los conocimientos adquiridos a sus compañeros, a través de pláticas o reuniones informales.

El INIFAP, ha apoyado en el desarrollo de adaptaciones de equipos para la mecanización del cultivo, a productores quienes generalmente, tienen más de 10 ha y cuentan con la solvencia económica para adquirir maquinaria o implementos. Solo 8% de los productores, cuentan con sembradoras y cosechadoras.

Cuadro 1. Descomposición de factores de crecimiento en el periodo de 1986.

| | Contribución de la superficie | Contribución de rendimiento | Efecto combinado de superficie y rendimiento | Incremento total de la producción para el periodo de 1986 a 2022 |
|-------|-------------------------------|-----------------------------|--|--|
| Valor | 75.66 | 41.75 | 242.985 | 360.395 |
| % | 21.0 | 11.6 | 67.4 | 100.0 |

Fuente: elaborado por los autores con datos obtenidos del SIAP-SIACON (2023).



Fuente: elaborado propia de la cadena de valor del amaranto en 2023.

Figura 2. Mapa de la cadena de valor de amaranto en el Estado de México.

Productores de amaranto

Desde 2014, se ha identificado que los vínculos entre productores de amaranto son débiles, según lo refieren Ayala *et al.* (2016), siendo la falta de asociatividad, uno de los principales problemas que enfrenta este eslabón. En 2023, todos los productores encuestados, confirmaron no estar organizados bajo una figura jurídica. Sin embargo, se encontraron pequeñas agrupaciones informales de entre 10 y 15 productores, interesados en recibir información para mejorar sus prácticas agrícolas. A pesar de la falta de organización formal, los productores fomentan la colaboración y crean redes de apoyo y conocimiento, aunque no muestran el compromiso necesario para constituir una organización o sociedad formal. Se mencionó, que hace aproximadamente 10 años, un grupo de

18 productores, intentó conformar una sociedad, pero no logró consolidarse debido a intereses individuales.

Se identificaron dos grupos principales entre los productores: el primero, con interés en la colaboración y dispuesto a formar una asociación y el segundo, con menor interés en la información recibida, lo que sugiere una falta de análisis crítico y menor compromiso con la organización colectiva. A través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), se promueve la creación de un Sistema Producto a nivel estatal y nacional. Estos sistemas, son respaldados por el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2001), mediante la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, con el objetivo de mejorar la producción, productividad y rentabilidad de cultivos clave, en las diferentes regiones, según lo establecido en los programas estatales y con los acuerdos del Sistema-Producto nacional.

En el ámbito nacional, existe el Grupo Enlace para la Promoción del Amaranto Mexicano, en el que participan actores de la Ciudad de México, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca y Estado de México. Este grupo, establece mesas de diálogo, en un periodo no mayor a dos meses, con el propósito de generar estrategias que posicionan al amaranto, como producto estratégico y mejoren su competitividad en la cadena de valor. Sin embargo, la participación del sector primario del Estado de México en estos eventos, es limitada.

Con respecto al acopio, 40% de los productores, vende a intermediarios informales, quienes se encargan de la logística, el establecimiento de precios y la determinación de la calidad del grano. Este rol, genera un sesgo en la repartición de ganancias, ya que un porcentaje significativo de los beneficios potenciales, es absorbido por estos agentes (Gaudin y Padilla, 2020). Solo el 4% de los productores encuestados, están involucrados en actividades de acopio y comercialización de su grano. Esta escasa participación, sugiere una limitada capacidad para ejercer control sobre el proceso de comercialización y señala una alta dependencia en mercados de otros estados, para la venta de su producción. La falta de infraestructura y el limitado acceso a canales de comercialización directa, son factores que inhiben la participación de los productores en estas actividades, repercutiendo negativamente en la rentabilidad del cultivo. La comercialización del grano de amaranto en el Estado de México, se realiza de manera tradicional, es decir, en costales de 50 kg, y con procesos de limpieza artesanales. Se detectó que 5% de los productores, diseñan sus máquinas para la limpieza y otros rentan trilladoras. Productos transformados como el reventado o sus harinas, son comercializados por los mismos transformadores. La falta de innovación y tecnología en el procesamiento inicial, impide que el sector ofrezca productos de calidad uniforme y dificulta su competitividad en el mercado.

Agroindustria

De los encuestados, 60% mencionó vender su producción a agroindustrias ubicadas en su mayoría, en Tulyehualco CDMX y Huazulco, Morelos. Entre

productor y transformador, se detectaron relaciones y vínculos horizontales, unos más fortalecidos que otros. Entre grandes productores y transformadores, hay acompañamiento durante el ciclo productivo. Así como pago parcial de la producción antes de la siembra. En el resto de relaciones, solo se establecen de manera informal los parámetros de calidad que deben cumplir los granos de amaranto, es decir, no hay un contrato de por medio, que garantice al productor que el grano está vendido.

Por el tipo de proceso en México, se producen 79.9% de productos a base de grano reventado, 17.2% a base de harina y 2.9% a base de extruido (Espitia *et al.*, 2012). Los principales productos que se consumen son alegrías, churros, cereales, barras, galletas, etc. Un porcentaje medio-alto de mexiquenses, no consumen el amaranto, principalmente, por el desconocimiento de sus beneficios y valor histórico, incluso algunos productores, confesaron no incluir el amaranto en su dieta hasta después de conocer las propiedades nutraceuticas. A nivel de mercado, 80% de las personas que compran, son las que lo consumen y los consumidores de mayor antigüedad, confiesan comprar amaranto principalmente, por la calidad del producto, sin importarles el costo y presentación. Otros, mencionaron que consumen productos de amaranto, dependiendo de los atributos como el sabor, precio o presentación. Esta información es importante, para orientar esfuerzos comunicacionales para generar cultura de consumo.

No se encontró información acerca de instituciones que ofrecen financiamiento a agentes que integran los eslabones. De los productores, 8% mencionaron recibir financiamiento por parte de algunas agroindustrias (productores con más de 10 ha). Así mismo, mencionaron no contar con acceso al crédito, debido a que el costo de capital es muy alto. Tampoco se encontraron encuestados que reciban algún beneficio por parte del gobierno, como capacitaciones para producción orgánica, tal como se realizan en el estado de Tlaxcala, Hidalgo y Puebla y mencionaron, no recibir apoyos económicos o de fertilizantes. Esto se debe a que el amaranto, no está declarado un cultivo estratégico, ya que, podría significar la introducción de subsidios, incentivos para mejorar prácticas agrícolas y una mayor integración en los programas de financiamiento.

Por lo que respecta a los servicios de asistencia técnica y de gestión de calidad para los medianos y pequeños productores, es una limitante que no recibieran asistencia técnica de forma directa; también indicaron que existen entidades que ofrezcan asistencia técnica, debido a que están enfocadas a productores de otros cultivos. No existe una figura jurídica que apoye 100% a productores o innovación de productos a base de amaranto. De los productores, 25% mencionó haber recibido alguna capacitación por personal de INIFAP, para implementar actividades que les permita mejorar la producción de sus cultivos. Se identificó que no existe homologación de calidad e inocuidad en los productos. De los productores, 65% mencionaron que cumplían con estándares de

excelente calidad como los establecidos en las normas mexicanas aplicables: NMX-114-SCFI-2009 y NMX-116-SCFI-2010. En la NMX 116, se detectó que el comprador, de acuerdo con sus conocimientos, determina la calidad del grano, sin considerar las NMX antes mencionadas.

Inteligencia comercial y logística

Las nuevas estrategias de marketing, que en la actualidad se utilizan para dar difusión al consumo y promoción a nuevos productos que se incursionan en el mercado o bien están las que utilizan las grandes industrias, a través de redes sociales, campañas con marcas reconocidas, blogs, están lejos de ser implementados en la comercialización de productos de amaranto o son muy escasas. Los medios de comercialización utilizados son ferias, exposiciones, tiendas propias, tiendas naturistas, y redes sociales (Instagram, Facebook). Sin embargo, estos carecen de regulaciones de calidad del producto.

No se identificaron actores que brinden servicios de logística y almacenamiento exclusivamente para amaranto. Los productores, mencionaron contratar servicios de logística informal, para transportar los granos a los puntos de comercialización. La falta de servicios especializados en la cadena de valor, refleja una brecha significativa en el mercado. Los productores, se ven obligados a recurrir a soluciones menos eficientes para mover su producto al mercado, lo que resulta en costos más altos y retrasos en las entregas. La ausencia de este eslabón, resalta la necesidad de desarrollar infraestructura y red de servicios sólidos, para apoyar a esta industria. Los consumidores con mayor antigüedad en el consumo de amaranto, mencionaron incluir este alimento dentro de su dieta; 20% de los encuestados, argumentó identificar la calidad del grano de amaranto reventado a simple vista, este, es el factor principal para adquirir el alimento. El resto, mencionó obtener un producto a base de amaranto, según sabor, precio, propiedades nutricionales y presentación del producto.

Consumidores y no consumidores, al mencionar amaranto, en seguida lo asociaron con el dulce llamado alegría (una barra del grano con jarabe o miel), que es por lo tanto, un producto con mayor contenido de azúcares. La relevancia que ha tenido la alegría, se puede comprobar con las formas de dar promoción al amaranto, pues en México, se realiza la feria con el nombre de "La alegría más grande del mundo". Así mismo, es muy común encontrar este tipo de producto, con vendedores y puestos ambulantes. En los puntos de ventas visitados, se encontraron que las diferentes formas de consumo del amaranto, es a través de golosinas como: churros, galletas, panes, obleas, atoles, barritas, palanqueta, calaveritas, etcétera. A partir de 2019, el amaranto es considerado dentro de la canasta básica, como: "golosina de amaranto", dado que se ha popularizado el consumo. Cabe mencionar que la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS, por sus siglas en inglés), considera al amaranto, como la planta más prometedora para combatir el hambre en el mundo.

Se pudo identificar que, no existe una cultura de consumo de amaranto que compita bajo el esquema de los precios de comercialización, dispuestos por la central de abastos, los cuales son más bajos y la vida en el anaquel no está regularizada. Al menos, 25% de los no consumidores encuestados, mencionó tener alguna noción básica, acerca de los beneficios nutricionales del grano amaranto.

Rentabilidad económica

No todos los productores requieren el arrendamiento de tierras, este gasto fijo, representó 14.3% por hectárea, para aquellos que sí lo necesitaron. El componente predominante de los gastos variables, estuvo relacionado con los insumos agroquímicos como fertilizantes, que constituyeron 37.4% de los costos totales, en el modelo de producción convencional. Para el caso de los productores que están en proceso de transición agroecológica, estos insumos no fueron incluidos.

La mano de obra, representó en promedio, 30% del costo total dentro del ciclo productivo. Es importante señalar que su mayor requerimiento, se concentró dentro de actividades que se llevan a cabo en las labores culturales, como aplicación de fertilizantes, insecticida, plaguicidas, deshierbe, cosecha, aunque pocos productores, han adaptado maquinaria agrícola para el corte, aún hay quienes que prefieren contratar jornales y realizarlas de forma manual. En esta actividad, se requieren en promedio, 15 jornales por hectárea.

En el Cuadro 2, se muestra que el costo de producción por tonelada en promedio, fue de MXN \$15,682.74. La variabilidad en los costos de producción de amaranto entre los productores, es amplia y los costos por tonelada reportados por los productores encuestados, fueron de 10,690.00 hasta 20,340.00 pesos. Es importante señalar que, el pago de asesorías no están incluidos en el Cuadro 2, ya que en el Estado de México, los productores mencionaron no recibir asesorías por parte de instituciones públicas o privadas, que representan un egreso para ellos. La relación beneficio/costo (B/C) promedio, fue de 1.64 que significa que, por cada peso invertido, se ganan 64 centavos, esto indica que, es rentable cultivar amaranto. Sin embargo, es importante señalar que, no todos los productores, obtienen la misma rentabilidad, la amplitud de intervalo para los valores B/C es amplio, de 1.16 a 1.96, el cual, está en función de las técnicas que se utilizaron durante el manejo del cultivo y que por ello, influyeron en el rendimiento.

El rendimiento promedio de 2.38 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), es una medida que indica la cantidad promedio de amaranto que se cosecha por cada hectárea de tierra cultivada. Este puede variar significativamente entre los productores, el máximo fue de $3.5\ t\ ha^{-1}$, mientras que el rendimiento mínimo fue de $1.5\ t\ ha^{-1}$. Ayala *et al.* (2016) mencionaron que los problemas técnicos que enfrentan los productores son factores que conducen a la necesidad de elaborar

Cuadro 2. Cálculo de la relación beneficio: costo del cultivo de amaranto en el Estado.

| Actividad | Promedio (\$) |
|--|---------------|
| Preparación del terreno, MXN \$ (1) | 4,184.00 |
| Siembra (2) | 2,495.00 |
| Labores agrícolas, MXN \$ (3) | 5,525.00 |
| Insumos, MXN \$ (4) | 8,263.90 |
| Cosecha, MXN \$ (5) | 7,446.00 |
| Costos directos (6)=(1+2+3+4+5), MXN \$ ha ⁻¹ | 27,913.90 |
| Renta de la tierra (7) MXN \$ ha ⁻¹ | 4,166.00 |
| Gastos en general (8) MXN \$ ha ⁻¹ | 2,791.39 |
| Costo de oportunidad (9) | 2,453.63 |
| Costos indirectos (10)=(7+8+9) MXN \$ ha ⁻¹ | 9,411.02 |
| Costo total (11)=10+6) | 37,324.92 |
| Rendimiento, t ha ⁻¹ (12) | 2.38 |
| Precio, MXN \$ t ⁻¹ (13) | 25,700.00 |
| Ingreso (14)= (12 × 13) por hectárea, MXN \$ | 61,166.00 |
| Utilidad (15) =(14 – 11) por hectárea, MXN \$ | 23,841.08 |
| Costo por tonelada (16)=(11 ÷ 12), MXN \$ t ⁻¹ | 15,682.74 |
| Utilidad por tonelada (17)=(13 – 16), MXN \$ t ⁻¹ | 10,017.26 |
| Relación beneficio: costo, (18)=(13÷ 16), adimensional | 1.64 |

Fuente: elaborado por los autores a partir de datos de la encuesta en 2023.

un programa de transferencia de tecnología y capacitación continua; el cual pueda detectar las necesidades del productor con el fin de mejorar la productividad y el rendimiento; así como minimizar los riesgos. Esto les permitirá tener conocimiento del uso adecuado de insumos, ya que se detecta un uso indiscriminado de los mismos. Para maximizar el rendimiento es importante acompañar con tecnología complementarias y capacitaciones (Akhter *et al*, 2020), además de desarrollar implementos que permitan realizar las prácticas culturales de manera eficiente.

DISCUSIÓN

El impacto que ha tenido la producción primaria en la cadena de valor del amaranto, ha aumentado en los últimos años. De acuerdo con Ayala *et al* (2016), este crecimiento, se refleja en la ampliación de variedades de semilla mejoradas y el manejo técnico del cultivo en cuanto a densidad, nutrición y sanidad. No obstante, la implantación de sistemas de riego, aún es una limitante, junto con la escasa utilización de maquinaria agrícola. De esta manera, la falta de acceso a las tecnologías de producción, ha restringido un mayor avance en la productividad.

La mejora en la productividad, está en función de la adopción de innovaciones tecnológicas que son recomendadas de acuerdo a las características de las zonas de producción (Estrada *et al.*, 2006). A pesar del crecimiento en la producción total, existe una baja adopción tecnológica y limitado acceso a sistemas de

riego, constituyéndose en un obstáculos clave para una mayor productividad. De acuerdo con Muñoz *et al.* (2007), en la adopción de tecnologías, intervienen múltiples factores, pero uno de los más importantes, es la participación del extensionista capacitado que conozca innovaciones. El bajo crecimiento en los rendimientos, muestra la baja adopción de tecnologías.

Se identificó que las principales fuentes de insumo, son las tiendas de agroquímicos. Si bien, no representan una limitante en términos de disponibilidad, su participación en la cadena de valor, se reduce únicamente, a la comercialización de productos, sin ofrecer servicios adicionales como asesoramiento técnico o capacitación.

Las instituciones, desempeñan un papel clave en el desarrollo de tecnología y acompañamiento técnico para el cultivo de amaranto, sin embargo, estos esfuerzos, no son suficientes, ya que el cultivo de amaranto en México, enfrenta desafíos, debido a la falta de tecnología, capacitación, limitaciones económicas y de tiempo. Es importante que estas instituciones, trabajen conjuntamente para obtener mejores resultados. Fujun *et al.* (2018), mencionan que China, ha logrado avances en mecanización e innovación, gracias a la cooperación entre el gobierno, la industria, las universidades y los centros de investigación. Estudios como el de Kutsenko (2018), muestran que una estrategia de difusión multivectorial, fortalece el sector agrícola y lo convierte en un motor de desarrollo nacional.

Se encontró que la falta de asociatividad entre productores y la escasa integración en sistemas producto, afectan la eficiencia y competitividad del sector, limitando el acceso a apoyos gubernamentales y oportunidades de desarrollo. La presencia de pequeños grupos con interés en recibir información, indica que existe una base potencial para fomentar la organización, aunque se requiere un esfuerzo coordinado para consolidarla. La segmentación de los productores, sugiere la necesidad de estrategias diferenciadas: fortalecer el interés del grupo dispuesto a asociarse y generar incentivos para involucrar a aquellos que muestran menor interés. Además, la participación limitada de los productores del Estado de México en iniciativas nacionales, representa una barrera para la competitividad del sector en esa región. La implementación de un Sistema Producto, podría ser una estrategia clave, para fortalecer la organización de los productores y mejorar su integración en la cadena de valor.

El mercado del amaranto, es cada vez más amplio, fundamentalmente, por las posibilidades socioeconómicas que ofrece el cultivo (Sánchez *et al.*, 2016). Es crucial, que los productores adquieran habilidades y recursos que les permitan integrarse a otros eslabones de la cadena de valor, incrementando su autonomía y mejorando su capacidad de negociación. La dependencia de intermediarios, limita el margen de maniobra de los productores en la negociación de precios, reflejando una asimetría en la distribución de poder dentro de la cadena de valor. La comercialización, especialmente a pequeña escala, provoca una dependencia de intermediarios, así como la ausencia de políticas que regulen la trazabilidad

de los productos y una escasa integración en la cadena de valor. Sánchez *et al.* (2015), mencionan que el ingreso del productor, se ve afectado principalmente, porque el intermediario acapara la semilla a precios bajos pagados a los productores, para posteriormente conseguir una ganancia generosa con los transformadores. Este eslabón, no cuenta con una estructura regulada, ni con políticas que promuevan la organización de los actores dentro de la cadena, lo cual, dificulta el acceso de los productos derivados del amaranto a mercados internacionales. Según Ayala *et al.* (2014), el eslabón comercial, es uno de los más vulnerables dentro de la cadena, por lo que es fundamental impulsar su fortalecimiento y asegurar un abastecimiento constante de materia prima para los diferentes mercados.

La situación actual, coloca a los productores, en una posición de desventaja en comparación con aquellos que cultivan productos estratégicos, lo que puede llevar a una reducción en la superficie sembrada y en consecuencia, en su producción nacional. Se refleja una falta de integración del amaranto, en las políticas de desarrollo agrícola nacional, generando una estructura de financiamiento limitada, especialmente, para los pequeños productores. La ausencia de instituciones financieras dispuestas a apoyar a este sector o de programas de financiamiento accesibles, fomenta una situación de vulnerabilidad. Aunque algunas agroindustrias ofrecen financiamiento, esto está enfocado, solo en productores de gran escala, excluyendo a los pequeños productores, quienes tienen menos capacidad de competir en un mercado caracterizado por su alta dependencia de inversiones en insumos y tecnología.

Falta realizar estudios que permitan identificar a clientes potenciales, así como gustos y preferencias, para encontrar otros nichos de mercado. Ayala *et al.* (2016), mencionaron que la falta de información detallada sobre quiénes son los consumidores finales del amaranto y cómo se comportan en términos de preferencias y hábitos de compra, así como la ausencia de estrategias de mercadeo sólidas, representan desafíos importantes para la comercialización exitosa de este producto. La identificación y una mejor comprensión acerca de los consumidores y el desarrollo de estrategias de mercadeo efectivas, son algunos aspectos clave para impulsar el consumo de amaranto y maximizar su potencial en el mercado. Será importante tomar estrategias que impulsen el consumo del amaranto, considerándolo un alimento y no una golosina.

En años recientes, ha surgido el interés de promocionar e incrementar el consumo de este grano, tanto a nivel nacional como internacional, dadas sus propiedades nutritivas. Esta, sería la oportunidad de incorporar esta especie, a la dieta general de la población, con el propósito de explotar su riqueza nutritiva: es necesario fomentar su consumo en grano, para incrementar su demanda.

De acuerdo con Padilla y Oddone (2016), el fortalecimiento de la cadena de valor a través de la superación de las restricciones que enfrenta, aporta una

mayor contribución al desarrollo económico y social del territorio en el que opera. Esta transformación, se puede dar a través de una mejor articulación entre los actores de la cadena, la incorporación de nuevos actores productivos y de apoyo, y el escalamiento económico y social de los eslabones y de la cadena en su conjunto. El escalamiento económico, por su parte, se entiende como la transición hacia actividades de mayor complejidad tecnológica, la mejora de los productos o servicios ofrecidos por la cadena o la manufactura de bienes o provisión de servicios de manera más eficiente (Padilla y Oddone, 2016)

El amaranto, tiene todo para ser un cultivo básico en México; sin embargo, se requiere de programas de apoyo para impulsar su producción, transformación, comercialización y promoción, de lo contrario, extendería la lista de intentos fallidos por hacer de la cadena de valor de amaranto, una opción sostenible en el agroalimentario mexicano Ayala *et al.* (2014).

CONCLUSIONES

En la cadena de valor de amaranto, los vínculos entre cada uno de los eslabones son débiles, siendo la comercialización, el más débil de la cadena de valor. A nivel productor, la organización entre ellos, ha ocasionado que no se consolide una figura jurídica, por lo que, les ha sido complicado, gestionar apoyos gubernamentales como: financiamiento, capacitaciones, asesorías e insumos, para realizar mejoras en su productividad. El estudio realizado, revela que existe una baja adopción de prácticas agrícolas sostenibles entre los productores de la región. Los productores, emplean métodos con un alto impacto ambiental, como el uso excesivo de agroquímicos, la falta de rotación de cultivos y el manejo inadecuado del suelo. La implementación de seguros agrícolas, a través de instituciones públicas o en colaboración con el sector privado, brinda a los productores mayor seguridad financiera y contribución a la estabilidad del sector.

El acopiador, es quien asume costos de transporte que los medianos y pequeños productores no pueden pagar. Además, determinan el precio de compra del amaranto, reduciendo así las ganancias a los productores. Los vínculos entre el sector primario y de la transformación, no son homogéneos, hay unos más estrechos que otros y más de 90% de los vínculos, son comerciales.

Aunque la agroindustria juega un papel importante dentro de la cadena de valor de amaranto, no se detectaron actores agroindustriales pertenecientes al Estado de México. Por lo que los mayores beneficios económicos, se van a otros estados. La creación de agroindustrias, en la medida de lo posible, podría beneficiar a los mexiquenses con la creación de ofertas laborales.

Dada la baja demanda de productos de amaranto entre los mexiquenses, los canales de comercialización son cortos y poco regularizados. Los precios de producto de calidad, compiten con los dispuestos en canales informales como vendedores ambulantes y central de abastos, donde los precios suelen ser muy bajos.

Aunque el cultivo del amaranto es rentable para la región, la cadena de valor, se encuentra poco integrada para impulsar el desarrollo económico y social de las comunidades rurales, así como, preservar un tesoro cultural y gastronómico invaluable.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación, fue financiada por el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología, bajo el programa "Mujeres Científicas EDOMEX 2023".

REFERENCIAS

- Agroprospecta. 2010. Reporte de Unidades Representativas de Producción Agrícola, Panorama Económico 2008-2018 RE 2010-01, 1ª ed.; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo: Estado de México, México; https://www.researchgate.net/publication/256476345_Reporte_de_Unidades_Representativas_de_Produccion_Agricola_Panorama_economico_2008-2018. 208 p.
- Acosta LA. 2006. Agrocadenas de valor y alianzas productivas: herramientas de apoyo a la agricultura familiar en el contexto de la globalización. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/2912/1/Agrocadenas%20de%20valor%20y%20alianzas%20productivas.pdf>
- AMA (Asociación Mexicana del Amaranto). 2003. Historia del Amaranto. <http://www.amaranto.com.mx/elamaranto/historia/historia.htm>.
- Ayala AV, Escobedo D, Cortés L, Espitia E. 2012. El cultivo de amaranto en México, descripción de la cadena, implicaciones y retos. *In: Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Espitia E (ed). INIFAP: Celaya, Guanajuato, México. pp: 315-330.
- Ayala AV, Espitia E, Rivas P, Martínez G, Almaguer G. 2016. Análisis de la cadena de valor de amaranto en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 13(1). 87-104. <https://www.revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/280>.
- Ayala AV, Espitia E, Márquez S, Muñoz E, Escobedo D. 2017. La cadena de valor de amaranto en México. Descripción análisis y retos. Plaza y Valdés: México.
- Ayala AV, Rivas P, Cortés L, De la O M, Escobedo D, Espitia E. 2014. La rentabilidad de un cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Ciencia Ergo Sum*. 21. 47-54. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7749/6321>.
- Barrales JS, Barrales E, Barrales E. 2010. Amaranto, recomendaciones para su producción. Universidad Autónoma Chapingo, Plaza y Valdés y Fundación Produce Tlaxcala: Ciudad de México, México. 168 p.
- Contreras JM. 2000. La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAM). Universidad Autónoma Chapingo (UACH): México. 42 p.
- De la Hoz B, Ferrer MA, De la Hoz A. 2008. Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma de decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales*. 14(1). 88-109. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28011673008>.
- De la O M, Espitia E, Ayala AV, Hernández JM, Arellano JL, Ruiz VC. 2012. Caracterización morfológica en germoplasma para grano de amaranto (*Amaranthus* spp.). *In: Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Espitia E (ed). Celaya, Guanajuato, México. pp: 165-181.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2001. Ley de desarrollo rural sustentable. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDRS.pdf>.
- Estrada A, Sahagún S, Muruaga JS, Hernández JM, Vargas ML. 2006. Guía para la producción de amaranto en el Distrito Federal. Folleto para Productores No. 16. INIFAP – Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuaria. SAGARPA – Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: México.
- Espitia E, Ayala AV, Rivas P, Escobedo D, González L, Valverde MG, Sesma LF. 2018. Guía para

- la producción de amaranto en la mesa central de México. Desplegable para productores No. 2. INIFAP – Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuaria. SAGARPA – Secretaría https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content/?=4164 de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: México.
- Espitia E, Mapes EC, Nuñez CA, Escobedo D. 2012. Distribución geográfica de las especies cultivadas de *Amaranthus* y de sus parientes silvestres en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3). 427–437. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263120630011.pdf>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2024. Promoviendo la transformación de los sistemas agroalimentarios en México: el rol del amaranto. <https://www.fao.org/mexico/noticias/detail-events/en/c/1681339/>.
- Franco MA, Leos JA, Salas JM, Acosta M, García A. 2018. Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(2). 391–403. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>.
- Fujun W, Zhou Y, Ying-Gang O, Xiang-Jun Z, JieLi D. 2018. Government-Industry-University-Research-Promotion. Collaborative innovation mechanism construction to promote the development of agricultural machinery technology. *IFAC Papers Online*. 51(17). 552-559. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.147>.
- Gaudin Y, Padilla R. 2020. Los intermediarios en cadenas de valor agropecuarias: un análisis de la apropiación y generación de valor agregado. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): Ciudad de México, México, <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/24a6b1f0-f8e5-43d9-8e34-e334c7691a1d/content>. 44 p.
- Huerta JA, Maldonado CE, Barba AP. 2012. Amaranto: propiedades benéficas para la salud. *In: Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Espitia E (ed). Celaya, Guanajuato, México. pp: 303-312.
- INDESOL (Instituto Nacional de Desarrollo Social). 2016. Mapa del Estado de México. <https://www.gob.mx/indesol/documentos/mapa-del-estado-de-mexico>
- Infante S y Zárate GP. 1990. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. 2ª ed. Trillas: México.
- Ireta AR, Altamirano JR, Ayala AV, Covarrubias I. 2015. Análisis macroeconómico y microeconómico de la competitividad del arroz en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 12(4). 499-514. <https://revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/242>.
- Kutsenko I. 2018. Influence of integration on development of subjects of agrarian sector of economy. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-journal*. 4(3). 86-103. <https://are-journal.com/are/article/view/186/165>.
- Krugman PR, Wells R. 2006. Introducción a la economía: microeconomía. Reverté: Barcelona, España. 537 p.
- Muñoz M, Altamirano RJ, Aguilar J, Rendón R, Espejel A. 2007. Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIAI: México. pp. 318. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/482e7a6e-e78a-4f69-a5d2-a92f23dde3b9/content>.
- Nutz N, Sievers M. 2016. Guía general para el desarrollo de cadenas de valor: cómo crear empleo y mejores condiciones de trabajo en sectores objetivos. Organización Internacional del Trabajo: Ginebra, Suiza. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/@ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_541432.pdf. 31 p.
- Padilla R, Oddone N. 2016. Manual para el fortalecimiento de cadenas de valor. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): Ciudad de México, México. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8e628f12-7bb0-407c-ab26-fbd13ceb8d52/content>. 114 p.
- Pimienta R. 2000. Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. *Política y Cultura*. (13). 263-276. <https://www.redalyc.org/pdf/267/26701313.pdf>.
- Posada JG. 2016. Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos. Fondo Editorial Luis Amigó: Antioquia, Medellín, Colombia. https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Ebook-elementos_basicos.pdf. 138 p.
- Rojas R. 2013. Guía para realizar Investigaciones Sociales, 38ª ed.; Plaza y Valdés: Ciudad de México, México. <https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>. 140 p.
- Sánchez JP. 2002. Análisis de Rentabilidad de la empresa de Análisis contable (en línea). 5cam-

- pus.com. <http://ciberconta.unizar.es/leccion/anarenta/analisisR.pdf>.
- Sánchez J, Argumedo A, Álvarez JF, Méndez JA, Ortiz B. 2016. Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Acta Universitaria*. 26(3). 95-104. <https://doi.org/10.15174/au.2016.888>.
- Sánchez J, Zagoya J, Leal S. 2015. Impacto de la dinámica del intermediario en el ingreso del productor de amaranto durante la comercialización en Tochimilco, Puebla. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. México. Febrero: 1-16. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2015/amaranto.html>.
- Samuelson PA, Nordhaus WD. 2010. *Economía con aplicaciones a Latinoamérica*, 19ª ed.; McGraw-Hill: Ciudad de México, México. <https://www.cadep.org.py/uploads/2018/01/economia-con-aplicaciones-a-latinoamerica.pdf>. 754 p.
- Senado de la República. 2019. Iniciativa con proyecto de decreto por la que se adiciona una fracción XII al artículo 179 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, para considerar al amaranto como producto básico y estratégico. http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2019/11/asun_3963485_20191114_1572968369.pdf.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera y SIACON) Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 2023. Bases de datos México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/datos-abiertos-35224>.
- SMA (Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México). 2006. Actualización del modelo ecológico del territorio del Estado de México. Documento técnico interno. https://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/IPOMEX/Ejercicio2021/Articulo_92/17/UIPPE/00046SMA21.pdf.
- Zarazúa JA, Solleiro JL, Altamirano R, Castañón R, Rendón R. 2009. Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales*. 17(34). 38-71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41711502002>.
- Venezian LE, Gamble WK. 1969. Factors influencing Mexican agriculture development. The agricultural development of Mexico. Its structure and growth since 1950. Praeger Publisher: New York. pp: 92-120.