

**Sección Categoría:** Estudios sobre las relaciones entre la agricultura,

los modos de producción y el espacio geográfico

Artículo científico

## **Rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en cuatro entidades del centro de México**

Alma Velia Ayala Garay<sup>1\*</sup> (<https://orcid.org/0000-0003-3286-0788>)

Eduardo Espitia Rangel<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-3289-1683>)

Diana Evelyn García Lemus<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0009-0007-6333-7283>)

Gustavo Almaguer Vargas<sup>2</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-9462-2913>)

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 18.5, Carretera Los Reyes, Texcoco, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura, km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230, México.

\*Autor para correspondencia: [ayala.alma@inifap.gob.mx](mailto:ayala.alma@inifap.gob.mx)

## **Resumen**

El amaranto ha cobrado importancia por su alto valor agronómico y nutricional, destacando como una alternativa estratégica en la dinámica alimentaria actual. En México, su producción se concentra en Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Ciudad de México, que en 2023 generaron el 97 % del total nacional. No obstante, el 90 % de su producción es realizada por pequeños productores con elevados costos de producción y bajo rendimiento, en comparación con el cultivo de otros granos. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la rentabilidad del amaranto en estas entidades para comprender su desempeño productivo e identificar los factores que influyen en su competitividad. Se aplicaron encuestas a 96 productores mediante un muestreo no probabilístico. Los resultados muestran ser un cultivo rentable, sin embargo, se observaron diferencias en la relación beneficio-costos entre las entidades estudiadas: Tlaxcala alcanzó la mayor relación beneficio-costos (2.50), seguido por Puebla (1.49), Estado de México (1.39) y CDMX (1.01). Se concluye que la principal diferencia en rentabilidad radica en la tecnología y la adopción de prácticas adecuadas que permiten reducir costos e incrementar rendimientos. Se requiere impulsar un sistema de recomendaciones técnicas y comerciales diferenciadas por región para fortalecer el posicionamiento del amaranto y mejorar las condiciones económicas de quienes lo cultivan.

**Palabras clave:** Costos de producción, productividad, rendimiento, relación beneficio-costos.

## **Profitability of Amaranth (*Amaranthus* spp) Cultivation in Mexico**

### **ABSTRACT**

**Keywords:** Production costs, productivity, yield, benefit-cost ratio.

**Recibido:** 15 enero, 2026

**Aceptado:** 14 agosto, 2026

## **Introducción**

En el marco de la iniciativa 'Un país, un producto prioritario' (OCOP), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, 2023] en conjunto con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER, 2024], inició el trabajo de la Cadena de valor sostenible del amaranto - Producto agrícola especial de México (FAO, 2023). El propósito ha sido fomentar sistemas agroalimentarios inclusivos, rentables y respetuosos con el medio ambiente mediante el desarrollo sostenible de productos agrícolas especiales. La iniciativa pretende abordar problemas como las pérdidas de rendimiento y de biodiversidad, el desperdicio de alimentos y el uso indebido de productos químicos agrícolas. México es centro de origen y diversidad del amaranto, además se encuentra entre los 83 países que integran la OCOP, por lo que este proyecto, tuvo como objetivo fortalecer la cadena de valor del amaranto a través de la generación de una estrategia nacional que promueva la innovación productiva sostenible (FAO, 2023; SADER, 2024).

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un cultivo importante reconocido por su valor nutricional y su relevancia cultural en las civilizaciones antiguas. Ha sido utilizado en México desde hace más de 4 000 años, en rituales religiosos, prácticas alimentarias y ofrendas en las culturas prehispánicas (Casas et al., 2001). Diversos estudios destacan que constituyó un alimento básico entre los pueblos originarios, con un papel en la dieta tan importante como el del maíz y el frijol; no obstante, tras la llegada de los conquistadores, su cultivo fue casi erradicado como consecuencia de prohibiciones religiosas (Corona et al., 2019). De acuerdo con Morales et al. (2009), su contenido y calidad nutricional permiten considerarlo como un cultivo estratégico para atender los problemas alimentarios y de desnutrición que afronta la sociedad.

En la actualidad, el amaranto está siendo revalorizado dentro de la dinámica alimentaria debido a su potencial agronómico y su amplia gama de aplicaciones en la alimentación humana Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2024). Esto ha impulsado algunas estrategias de reconversión productiva centradas en su valorización. En México, el cultivo del amaranto se localiza principalmente en la región centro del país. Tradicionalmente se produce en altitudes que

van de los 2 500 a los 3 300 msnm, aunque se han reportado resultados favorables incluso a nivel del mar y en zonas tropicales (Ramírez et al., 2011). Es un cultivo resistente al déficit hídrico y a altas temperaturas. Su rendimiento promedio oscila entre 1 000 y 2 500 kg·ha<sup>-1</sup>; sin embargo, bajo condiciones óptimas de suelo, humedad y temperatura, puede alcanzar hasta 5 000 kg·ha<sup>-1</sup> (Mujica & Berti, 1997).

Para el año 2023, la superficie total cosechada fue de 3 350.01 ha, concentrándose el 97 % de la producción nacional en los estados de Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Ciudad de México Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP, 2024]. Su cultivo es realizado principalmente por pequeños productores. Sin embargo, uno de los problemas que enfrentan es la caída de los precios medios rurales (PMR) y el encarecimiento sostenido de los insumos agrícolas (SIAP, 2024). Entre 2003 y 2023, los precios pagados al productor disminuyeron a una tasa media anual de 4.6 % en términos reales (base 2019 = 100) Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI, 2023; SIAP, 2024]. Al mismo tiempo, el índice de precios de fertilizantes ha aumentado a una tasa media anual de 8.73 % (base 2019 = 100) (INEGI, 2023).

De acuerdo con Espitia-Rangel et al. (2022), en la producción de amaranto mediante siembra directa, los costos de producción registrados para el ciclo 2019 fueron de 856.85 USD·ha<sup>-1</sup>, con un rendimiento promedio de 1.20 t·ha<sup>-1</sup> y un costo de 714.04 USD por ton. Para el periodo más reciente, los precios medios rurales (PMR) muestran una notable disparidad regional: mientras en la Ciudad de México alcanzaron los \$23 234.02 MXN, en el estado de Puebla apenas llegaron a \$5 540.48 MXN por unidad de medida (SIAP, 2024).

Otro desafío importante para la producción de amaranto en México radica en que una parte significativa del cultivo se desarrolla en pequeñas explotaciones y bajo sistemas de agricultura familiar. Ibarrola-Rivas et al. (2023) señalan que 68 % del abasto nacional de amaranto proviene de pequeñas explotaciones, mientras que, en sistemas campesinos de Tochimilco, Puebla, la producción se caracteriza por una importante participación del trabajo familiar y una menor dependencia de la mecanización (Cruz López et al., 2018). A estas características se suman las condiciones de temporal y los factores agroecológicos adversos que enfrentan algunas zonas productoras, como la sequía, los cuales pueden limitar el desempeño productivo del cultivo (Islas Gutiérrez & Islas, 2001). En este contexto, los rendimientos relativamente modestos y la elevada

demanda de trabajo contribuyen a mantener restricciones sobre la productividad y competitividad del amaranto frente a otros cultivos.

Asimismo, las restricciones tecnológicas constituyen otro factor que limita el aprovechamiento del potencial productivo del amaranto. La literatura reciente sobre innovación agrícola en México señala que persisten dificultades para establecer mecanismos de transferencia tecnológica adaptados a las condiciones de los productores (Figueroa-Rodríguez & García Vázquez, 2023).

Para la ejecución del proyecto de “FORTALECIMIENTO DE LA CADENA DE VALOR DEL AMARANTO EN MÉXICO”, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER] con el acompañamiento técnico especializado de la FAO México y con el fin de impulsar la producción de amaranto, ha promovido la siembra de amaranto en la región centro del país (SADER, 2024). Esta región, conocida por sus vínculos comerciales e históricos entre el Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Morelos y la Ciudad de México, busca revitalizar la producción y transformación de este cereal prehispánico. En este proceso, los actores de la cadena implicados han conformado formalmente los Consejos del Sistema-Producto Amaranto estatales para después conformar el nacional. La SADER ha facilitado la implementación de estrategias que fortalezcan el cultivo de amaranto en la región.

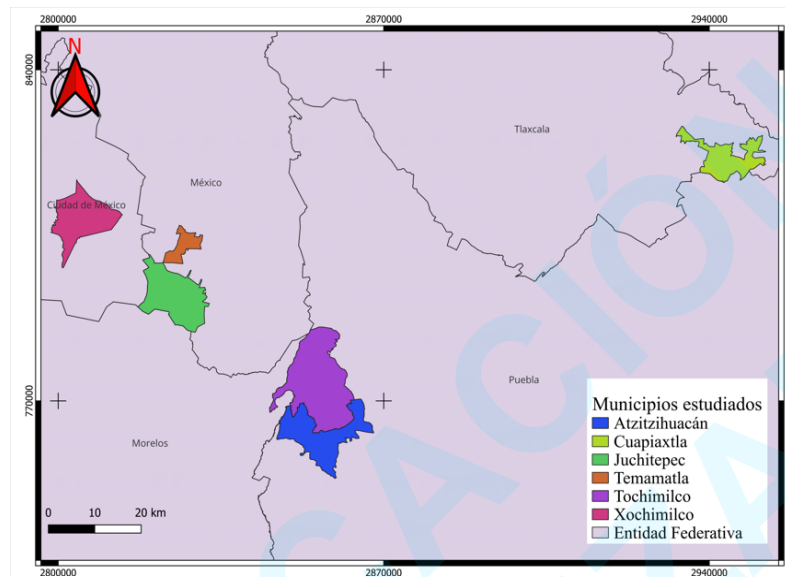
Ante este panorama, con el fin de comprender las condiciones bajo las cuales se desarrolla la producción de amaranto, e identificar las ventajas y limitaciones de la productividad del cultivo, así como los factores que influyen en su rentabilidad, se hizo un estudio en el centro del país en los estados de Tlaxcala, Puebla, Estado de México y Ciudad de México durante el ciclo agrícola 2023.

## **Enfoque metodológico**

### ***Lugar del estudio***

El estudio se realizó en cinco municipios y una alcaldía, representativos de la producción de amaranto en el centro de México: Cuapiaxtla, Tlaxcala; Tochimilco y Atzitzihuacán, Puebla;

Juchitepec y Temamatla, Estado de México; y la alcaldía Xochimilco, en la Ciudad de México (Figura 1). La selección de las localidades respondió a su importancia en la producción regional de amaranto y a la disponibilidad de productores que participaron en el estudio durante el ciclo agrícola 2023.



**Figura 1.** Estados productores de amaranto: municipios estudiados.

**Fuente:** Elaboración propia con el programa QGIS basado en el marco geoestadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

### ***Trabajo de campo***

Se diseñó una encuesta estructurada de 41 ítems, agrupados en nueve rubros: datos generales del productor, características de la producción, costos de producción, manejo poscosecha, comercialización, transformación del amaranto, características de la maquinaria y equipo agrícola, transporte de la producción y financiamiento. La encuesta se aplicó a 96 productores de amaranto durante el ciclo agrícola 2023, con una distribución de 24 productores por cada entidad estudiada: Tlaxcala, Puebla, Estado de México y Ciudad de México. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como criterios de inclusión la disposición de los productores para participar y haber cultivado amaranto durante el último ciclo agrícola. Debido a la naturaleza no probabilística del muestreo, los resultados permiten

caracterizar las condiciones productivas y económicas de los productores participantes, pero no constituyen estimaciones estadísticamente generalizables al conjunto de productores de amaranto de las entidades estudiadas.

### *Variables*

Las variables se agruparon en tres categorías: características de los productores y de las unidades de producción, costos de producción y rentabilidad. Esta clasificación permitió integrar las dimensiones sociodemográfica, productiva y económica del sistema de producción de amaranto, diferenciando las características de los productores de los indicadores utilizados posteriormente para estimar los costos y la rentabilidad.

La caracterización de los productores incluyó variables sociodemográficas como sexo, edad y escolaridad, con el propósito de identificar las principales características de la población participante y aproximarse a aspectos relacionados con la continuidad y organización de la actividad productiva. En relación con las unidades de producción, se registró la superficie destinada al cultivo de amaranto, el régimen de tenencia de la tierra y los cultivos establecidos. También se recopilaron variables relacionadas con la adopción de prácticas y tecnologías productivas. Estas comprendieron el tipo de semilla utilizada, las prácticas de fertilización, el grado de mecanización de las actividades agrícolas, el uso de herramientas y equipos para las labores de cultivo y las prácticas implementadas durante la etapa postcosecha. La información sobre costos de producción se recopiló de manera detallada para cada unidad de producción y posteriormente se organizó en costos directos e indirectos, de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado correspondiente.

Los costos directos estuvieron constituidos por los insumos, la mano de obra y las labores mecanizadas. Los insumos comprendieron principalmente semillas, abonos y fertilizantes. Las labores mecanizadas correspondieron a los servicios de maquinaria e implementos empleados durante la preparación del terreno y las labores de cultivo. La mano de obra se clasificó en familiar y contratada. Para evitar la subestimación de los costos de producción, el trabajo familiar se valorizó monetariamente mediante el valor del jornal observado en la región para actividades agrícolas equivalentes, aun cuando no hubiera existido un desembolso monetario por parte del

productor. De esta manera, tanto la mano de obra familiar como la contratada fueron incorporadas al costo de producción con base en el costo de oportunidad del trabajo empleado en el proceso productivo. El número de jornales se obtuvo directamente de la información proporcionada por los productores.

Los costos indirectos incluyeron la renta de la tierra, los gastos generales y el costo de oportunidad del capital. La renta de la tierra correspondió al valor reportado por los productores para el uso de una hectárea durante el ciclo agrícola. Los gastos generales comprendieron principalmente traslados, acarreo y otros gastos complementarios asociados con el proceso productivo. A diferencia de un porcentaje establecido arbitrariamente, este componente se estimó a partir de la información proporcionada por los productores. Para cada unidad de producción se calcularon los gastos generales reportados y posteriormente se obtuvo su proporción respecto de los costos directos; el valor utilizado en el presupuesto corresponde al promedio observado entre los productores, equivalente al 10 % de los costos directos.

El costo de oportunidad se incorporó para reconocer el valor del capital propio utilizado en la producción y el rendimiento que el productor podría haber obtenido al destinar dichos recursos a una alternativa financiera. Para su estimación se utilizó la tasa de CETES a 28 días correspondiente al cierre de 2023, de 8.79 %, reportada por el Banco de México (2023). Se tomó como periodo de referencia un año para valorar el costo financiero del capital comprometido en la actividad productiva, considerando que los recursos destinados a la producción permanecen vinculados a la actividad hasta la recuperación del ingreso derivado de la venta de la producción. La tasa se aplicó sobre los costos directos de producción. Para homogeneizar el análisis ya que el amaranto tiene un ciclo agrícola menor a un año se adoptó un periodo anual como horizonte financiero de referencia para el capital comprometido.

### ***Indicadores económicos***

Los costos de producción se estimaron siguiendo el enfoque de presupuestos de costos propuesto por Swenson & Haugen (2012), diferenciando entre costos directos e indirectos.

Costo de producción:

$$CT = CD + CI$$

Dónde:  $CT$  = Costo total;  $CD$  = Costos directos y  $CI$  = Costos indirectos.

Ingreso total por hectárea:

$$IT = P \cdot R$$

Dónde:

*IT = Ingreso total por hectárea; P = Precio recibido por el productor y R = Rendimiento del cultivo en toneladas por hectárea.*

Rentabilidad:

$$Rentabilidad = IT - CT$$

La rentabilidad se considera positiva cuando el ingreso del productor supera al costo de producción.

La rentabilidad económica se evaluó mediante la utilidad y la relación beneficio-costo.

Relación Beneficio-Costo (B/C):

$$B/C = \frac{IT}{CT}$$

Un valor de B/C superior a uno indica que el ingreso generado por la actividad supera los costos considerados en el presupuesto, mientras que un valor inferior a uno indica que los ingresos no permiten recuperar los costos de producción.

Costo calculado por tonelada

$$CU = \frac{CT}{R}$$

## **Resultados y Discusión**

### ***Caracterización de los productores***

Los resultados muestran que el 81 % de las personas encuestadas fueron hombres y la edad promedio fue de 54 años, con un intervalo de 30 a 75 años. El 58 % de los productores tenía más de 55 años, mientras que el 22 % correspondió a productores menores de 40 años. Esta estructura etaria muestra una participación importante de productores de edad avanzada, aspecto que adquiere relevancia para la continuidad de la actividad agrícola y la transmisión de conocimientos asociados con el cultivo. Este fenómeno coincide con lo señalado por SAGARPA-FAO (2014), quienes destacan que el envejecimiento en el medio rural mexicano se ha acentuado debido a los procesos migratorios, particularmente la salida de jóvenes en edad productiva hacia otras regiones del país o al extranjero.

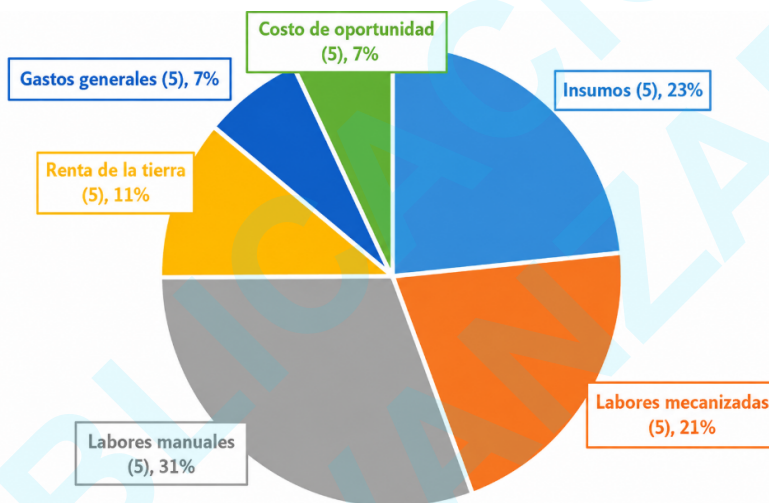
La escolaridad también presentó una distribución heterogénea. El 72 % de los productores reportó entre cero y nueve años de escolaridad, equivalente a educación básica, mientras que el 5 % manifestó no haber cursado estudios, así mismo se registró un productor con estudios de posgrado. En términos descriptivos, durante el trabajo de campo se observó una mayor disposición hacia la incorporación de prácticas innovadoras entre los productores menores de 40 años. Sin embargo, debido al diseño no probabilístico del estudio y a que no se realizó un análisis estadístico de asociación entre escolaridad, edad y adopción tecnológica, estos resultados deben interpretarse como características de la población participante y no como evidencia de una relación causal.

Los resultados coinciden parcialmente con literatura sobre adopción tecnológica en pequeña agricultura que muestra que las características sociodemográficas de los productores forman parte de los factores asociados con la incorporación de innovaciones, aunque su efecto depende del contexto productivo e institucional. En particular, la escolaridad aparece de manera consistente como un factor que favorece la adopción, porque mejora la capacidad para adquirir, procesar y aplicar información técnica (Santos-Chávez et al., 2023; Zenbaba et al., 2024).

La evidencia sobre edad es menos uniforme: algunos estudios encuentran mayor adopción entre productores jóvenes (Ayalew & Girma, 2025), mientras otros reportan efectos nulos o incluso positivos para productores de mayor edad, probablemente por la experiencia acumulada y mayor conocimiento práctico (Santos-Chávez et al., 2023). En conjunto, esto sugiere que edad y escolaridad ayudan a contextualizar las decisiones productivas y de adopción, pero no bastan por sí solas para explicar las diferencias económicas observadas, ya que también intervienen factores como extensión, crédito, capacitación, tamaño de la unidad productiva, organización y acceso a

### *Costos de producción*

La estructura de costos como se muestra en la **Figura 2** indica que las labores manuales constituyeron el principal componente del costo de producción, con una participación de 31 %, seguidas por los insumos, con 23 %, y las labores mecanizadas, con 21 %. La renta de la tierra representó 11 %, mientras que los gastos generales y el costo de oportunidad participaron con aproximadamente 7 % cada uno. En términos agregados, los costos directos ascendieron a \$28 039.87·ha<sup>-1</sup>, equivalentes aproximadamente al 74.8 % del costo total, mientras que los costos indirectos representaron el 25.2 % restante.



**Figura 2.** Distribución de los costos de producción de amaranto 2023.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de trabajo de campo (2023).

La importancia de las labores manuales está relacionada con las características del proceso productivo del amaranto. Los productores reportaron un promedio de 44 jornales por hectárea durante el ciclo, con una mayor concentración de trabajo durante la cosecha. En esta etapa se registró un promedio de 17 jornales por hectárea, aunque con una variación entre productores de 8 a 28 jornales. Las actividades de corte, trilla, acarreo y limpieza o secado presentan una importante demanda de trabajo, por lo que la disponibilidad de mano de obra constituye un componente relevante de la organización productiva.

Durante el trabajo de campo también se identificaron dificultades para disponer de jornaleros,

situación que los productores relacionaron con la migración, el envejecimiento de la población agrícola y la incorporación de la población joven a otras actividades económicas. En México, la oferta de trabajo agrícola rural ha mostrado una tendencia descendente sostenida, al mismo tiempo que el crecimiento del empleo no agrícola, el aumento de la escolaridad y otros cambios demográficos aceleran la transición de la población fuera del trabajo en el campo (Charlton & Taylor, 2016). Jaramillo et al. (2018) señalan, asimismo, que la diversificación de actividades constituye una estrategia frecuente entre pequeños productores para complementar sus ingresos. En el caso del amaranto, estas condiciones adquieren importancia porque una parte considerable del proceso productivo continúa dependiendo del trabajo manual.

Los insumos representaron el segundo componente de mayor importancia, con un costo promedio de \$8 669.86 MXN·ha<sup>-1</sup>. Este concepto comprende principalmente semillas, abonos y fertilizantes, cuyo uso presentó diferencias entre productores y entidades. Las labores mecanizadas representaron \$7 772.72 MXN·ha<sup>-1</sup> en promedio, aunque también mostraron diferencias regionales. El Estado de México presentó el mayor costo promedio de labores mecanizadas, con \$11 498.89 MXN·ha<sup>-1</sup>, mientras que la Ciudad de México registró el menor, con \$3 605.00 MXN·ha<sup>-1</sup>. Estas diferencias reflejan distintas formas de organización del proceso productivo y de utilización de maquinaria, pero no permiten establecer por sí mismas que un mayor o menor grado de mecanización determine la rentabilidad (Cuadro 1). El costo total promedio fue de \$37 468.28 MXN·ha<sup>-1</sup>. Entre las entidades estudiadas, Puebla presentó el mayor costo total, con \$47 007.88 MXN·ha<sup>-1</sup>, seguido del Estado de México con \$39 901.71 MXN, Ciudad de México con \$33 390.43 y Tlaxcala con \$29 573.11 MXN·ha<sup>-1</sup>. La diferencia entre entidades se relacionó principalmente con la composición de los costos directos y, particularmente, con los gastos destinados a insumos, mano de obra y mecanización (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Costos de producción de Amaranto por estado (2023),

| Concepto                                | Edo de    |           |           |           |           |
|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                         | Tlaxcala  | Puebla    | México    | CDMX      | Promedio  |
| <b>Costo total (\$·ha<sup>-1</sup>)</b> | 29 573.11 | 47 007.88 | 39 901.71 | 33 390.43 | 37 468.28 |

|                                                               |           |           |           |           |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Rendimiento (ton·ha<sup>-1</sup>)</b>                      | 2.50      | 2.55      | 2.27      | 1.65      | 2.24      |
| <b>Costo calculado por<br/>tonelada (\$·ton<sup>-1</sup>)</b> | 11 829.24 | 18 434.46 | 17 577.85 | 20 236.62 | 16 726.91 |
| <b>Precio (\$·ton<sup>-1</sup>)</b>                           | 29 550.00 | 27 556.67 | 24 444.44 | 20 500.00 | 25 512.78 |
| <b>Utilidad (\$·ton<sup>-1</sup>)</b>                         | 17 720.76 | 9 122.21  | 6 866.59  | 263.38    | 8 785.87  |
| <b>Utilidad (\$·ha<sup>-1</sup>)</b>                          | 44 301.89 | 23 261.63 | 15 587.17 | 434.57    | 19 680.35 |
| <b>Relación (B/C)</b>                                         | 2.50      | 1.49      | 1.39      | 1.01      | 1.53      |

**Fuente:** Elaboración propia con datos de trabajo de campo (2023).

### ***Rentabilidad***

El rendimiento promedio obtenido mediante las encuestas fue de 2.24 ton·ha<sup>-1</sup>, superior al promedio reportado por el SIAP para las entidades estudiadas, de aproximadamente 1.7 ton·ha<sup>-1</sup>. A nivel estatal, Puebla, registró el mayor rendimiento entre los productores encuestados, con 2.55 ton·ha<sup>-1</sup>, seguido de Tlaxcala con 2.50 ton·ha<sup>-1</sup>, Estado de México con 2.27 ton·ha<sup>-1</sup> y Ciudad de México con 1.65 ton·ha<sup>-1</sup> (**Cuadro 2**). La comparación con la información oficial debe interpretarse con cautela, debido a que los valores obtenidos mediante encuesta corresponden a una muestra no probabilística y no necesariamente representan el comportamiento de todos los productores de cada entidad. No obstante, la diferencia entre los rendimientos observados en campo y los registrados por el SIAP permiten identificar una variabilidad productiva que resulta relevante para el análisis económico del cultivo.

**Cuadro 2.** Rendimiento de amaranto (ton·ha<sup>-1</sup>) en los estados productores (2023).

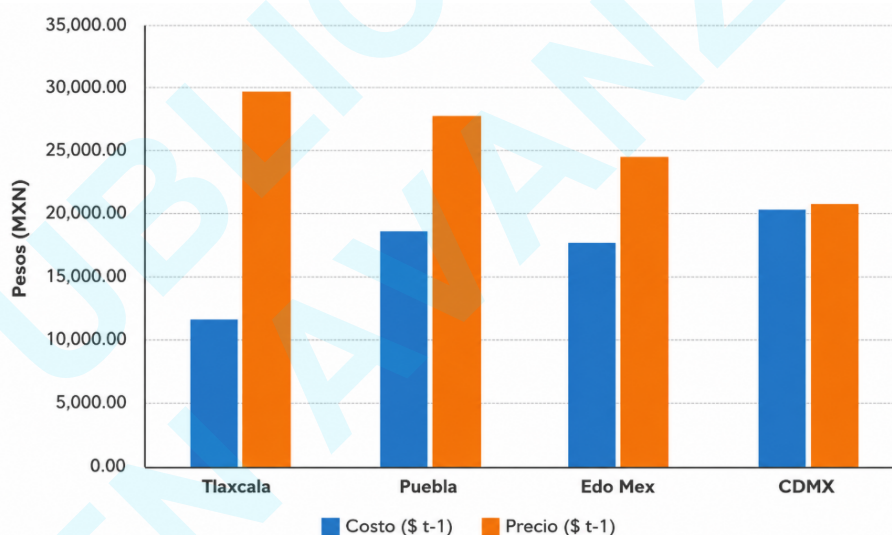
| <b>Rendimiento<br/>(ton·ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Tlaxcala</b> | <b>Puebla</b> | <b>Edo Mex</b> | <b>CDMX</b> | <b>Promedio</b> |
|----------------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------|-----------------|
| <b>SIAP-SADER</b>                            | 2.0             | 1.7           | 2.1            | 1.3         | 1.7             |
| <b>Campo</b>                                 | 2.5             | 2.6           | 2.3            | 1.6         | 2.24            |

**Fuente:** Trabajo de campo – Anuario estadístico de producción (SIAP, 2024)

El precio promedio recibido por los productores fue de \$25 512.78 MXN·ton<sup>-1</sup>. Por entidad, Tlaxcala presentó el precio promedio más elevado, con \$29 550.00 MXN·ton<sup>-1</sup>, seguido de Puebla con \$27 556.67, Estado de México con \$ 24 444.44 y Ciudad de México con \$20 500.00 MXN·ton<sup>-1</sup>. Por tanto, las diferencias económicas entre entidades no pueden explicarse únicamente por el rendimiento, ya que el precio recibido también interviene directamente en la generación de ingresos. Considerando el rendimiento y el precio obtenido por los productores, el ingreso estimado fue de \$73 875.00 MXN·ha<sup>-1</sup> en Tlaxcala, \$70 269.51 en Puebla, \$55 488.88 en Estado de México y \$33 825.00 en Ciudad de México. Estos resultados muestran que tanto el nivel de producción por hectárea como el precio recibido contribuyen a determinar el ingreso generado por la actividad.

### ***Rentabilidad y costos unitarios***

La rentabilidad se estimó como la diferencia entre el ingreso total y el costo total, por lo que constituye un indicador diferente de la relación beneficio-costo. Bajo esta definición, Tlaxcala presentó una utilidad estimada de \$44 301.89 por hectárea, Puebla de \$23 261.63 MXN·ha<sup>-1</sup>, Estado de México de \$15 587.17 MXN·ha<sup>-1</sup> y Ciudad de México de \$434.57 MXN·ha<sup>-1</sup> (**Figura 3**).



**Figura 3.** Costo y precio de amaranto por tonelada en los diferentes estados.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de trabajo de campo (2023).

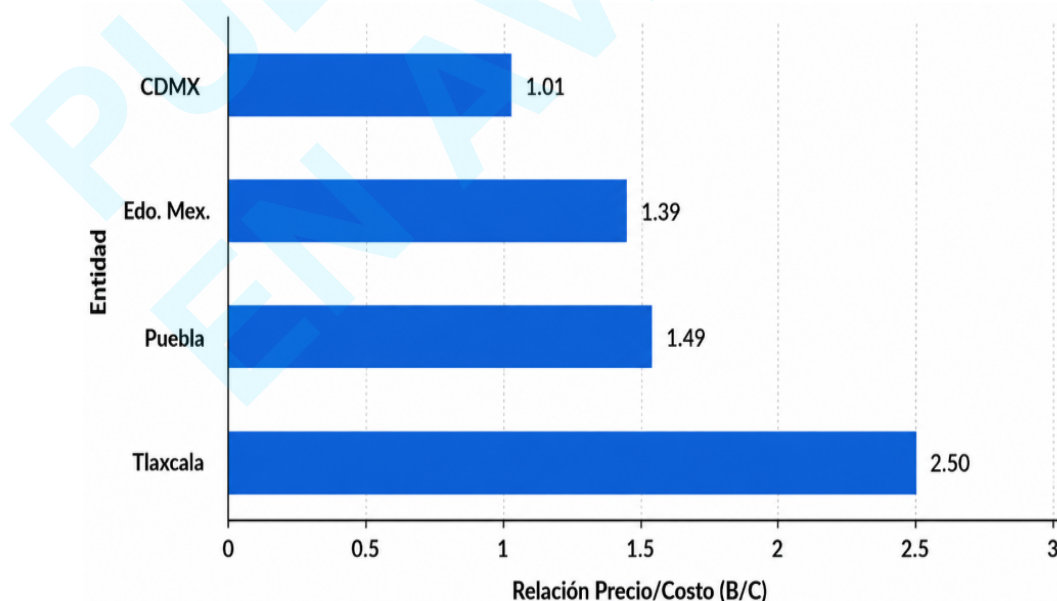
Estas diferencias muestran que una mayor producción por hectárea no necesariamente se traduce en una mayor utilidad cuando existen diferencias en los costos de producción y en los precios recibidos. Puebla presentó el rendimiento promedio más elevado, pero también el mayor costo total, mientras que Tlaxcala combinó un rendimiento elevado con el menor costo total entre las

cuatro entidades. En Ciudad de México, el menor rendimiento y precio promedio estuvieron acompañados por un costo unitario relativamente elevado, lo que redujo considerablemente el margen obtenido por los productores participantes.

El costo unitario promedio estimado a partir de los valores medios de costo total y rendimiento fue de aproximadamente \$16 727 MXN·ton<sup>-1</sup>. A nivel estatal, Tlaxcala presentó el menor costo unitario, con \$11 829 16 727 MXN·ton<sup>-1</sup>, seguido de Puebla con aproximadamente \$18 434 16 727 MXN·ton<sup>-1</sup>, Estado de México con \$17 578 16 727 MXN·ton<sup>-1</sup> y Ciudad de México con \$20 237 16 727 MXN·ton<sup>-1</sup>. En términos descriptivos, los datos muestran que los sistemas con mayores rendimientos tendieron a presentar menores costos por tonelada, aunque esta relación no fue evaluada mediante un modelo estadístico y, por tanto, no puede interpretarse como una relación causal. La reducción del costo unitario constituye un elemento relevante para mejorar el margen económico del productor, debido a que permite distribuir los costos de producción entre un mayor volumen de producto.

### ***Relación beneficio-costo y diferencias entre entidades***

La relación beneficio-costo se utilizó para evaluar la capacidad del ingreso generado por la actividad para cubrir los costos de producción. Con base en los costos totales, rendimientos y precios registrados en el Cuadro 1, la relación beneficio-costo fue de aproximadamente 2.50 para Tlaxcala, 1.49 para Puebla, 1.39 para Estado de México y 1.01 para Ciudad de México (**Figura 4**).



Nota: B/C = Ingreso total / Costo total.

**Figura 4.** Relación beneficio-costo de la producción de amaranto por entidad, 2023.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de trabajo de campo (2023).

Estos resultados indican que, bajo los costos considerados en el estudio, los productores participantes de las cuatro entidades obtuvieron ingresos superiores a sus costos de producción, aunque con diferencias importantes en la magnitud del excedente. Tlaxcala presentó la relación beneficio-costo más favorable, mientras que Ciudad de México mostró un valor cercano a la unidad. Por tanto, aunque el cultivo presentó condiciones de rentabilidad positiva en la muestra analizada, la situación económica de los productores no fue homogénea. La diferencia observada entre entidades responde a la combinación de tres elementos principales: el costo de producción, el rendimiento y el precio recibido. Tlaxcala presentó simultáneamente el menor costo total entre las entidades analizadas, un rendimiento elevado y el mayor precio promedio, combinación que se reflejó en la mayor relación beneficio-costo. En contraste, Ciudad de México presentó el menor rendimiento y el menor precio, además de uno de los costos unitarios más elevados, lo que se tradujo en una relación beneficio-costo cercana a la unidad.

Por su parte, Puebla registró el mayor rendimiento promedio, pero también el mayor costo total. Este resultado muestra que un mayor rendimiento no garantiza por sí mismo una mayor relación beneficio-costo, debido a que el resultado económico depende de la interacción entre producción, precio y estructura de costos. En este sentido, el análisis de rentabilidad requiere considerar conjuntamente los diferentes componentes del presupuesto productivo y no únicamente el rendimiento por hectárea.

### ***Tecnología y organización del proceso productivo***

Las diferencias observadas en costos y rendimientos estuvieron acompañadas por distintas formas de manejo del cultivo, utilización de insumos, mecanización y organización del trabajo. Durante el trabajo de campo se identificaron diferencias entre productores en el uso de semillas, fertilización, maquinaria, herramientas y prácticas poscosecha. Asimismo, se observó que algunos productores de Ciudad de México utilizaron principalmente abonos orgánicos procedentes de animales de traspatio y realizaron de manera manual algunas actividades debido a la reducida superficie cultivada. Estas diferencias permiten plantear que las prácticas productivas constituyen elementos relevantes para interpretar la heterogeneidad observada en los costos y rendimientos. Sin embargo,

el presente estudio no realizó una comparación estadística entre niveles tecnológicos ni estimó modelos que permitieran identificar el efecto individual de cada práctica sobre el rendimiento o la rentabilidad. En consecuencia, no es posible establecer que la tecnología constituya la causa principal de las diferencias económicas entre entidades. Existen diversos factores, que afectan la rentabilidad, como el rendimiento, los insumos y sus costos, los precios y si el proceso es mecanizado o con mayor uso de mano de obra. Los resultados son producto de un análisis estático.

Los resultados sí muestran la conveniencia de considerar las condiciones específicas de cada sistema productivo al plantear recomendaciones técnicas. La mecanización de determinadas actividades podría reducir la demanda de mano de obra, mientras que un manejo adecuado de insumos podría contribuir al control de los costos; sin embargo, los efectos económicos de estas alternativas dependerán de las características de cada unidad de producción, particularmente de su superficie, disponibilidad de maquinaria, disponibilidad de mano de obra, rendimiento y condiciones de comercialización. En este sentido, los resultados coinciden con An et al. (2024) y Moctezuma et al. (2019), quienes destacan la importancia de la asistencia técnica y la transferencia de tecnología para fortalecer los procesos productivos al favorecer la adopción de prácticas mejoradas, elevar los rendimientos y, en algunos contextos, mejorar los resultados económicos de las unidades de producción. No obstante, en el presente estudio estos elementos deben considerarse como posibles ámbitos de intervención y no como factores cuyo efecto causal sobre la rentabilidad haya sido demostrado.

### ***Factores asociados con la permanencia del cultivo***

Además de los aspectos estrictamente económicos, durante el trabajo de campo se identificaron elementos relacionados con la permanencia del amaranto en las comunidades estudiadas. Los productores señalaron la importancia del valor cultural y nutricional atribuido al amaranto. La producción de amaranto se encuentra vinculada con estrategias familiares, disponibilidad de mano de obra, características del territorio, relaciones comerciales y valoración cultural del cultivo. Sin embargo, debido a que estas dimensiones no fueron sometidas a un análisis estadístico específico, se presentan como elementos contextuales identificados durante el trabajo de campo y no como determinantes estadísticamente comprobados de la permanencia del cultivo.

En conjunto, los resultados muestran que la producción de amaranto mantiene viabilidad económica entre los productores participantes, pero presenta diferencias importantes en la

estructura de costos, los rendimientos, los precios y los márgenes obtenidos. La heterogeneidad observada sugiere que las estrategias para fortalecer la competitividad del cultivo deben considerar las condiciones particulares de cada territorio y unidad de producción. En lugar de asumir un único esquema tecnológico, resulta pertinente orientar la asistencia técnica hacia el uso eficiente de los recursos, la reducción de costos unitarios, el incremento sostenible de los rendimientos y el fortalecimiento de las condiciones de comercialización.

## **Conclusiones**

El cultivo de amaranto presentó condiciones de rentabilidad positiva entre los productores participantes de las cuatro entidades estudiadas durante el ciclo agrícola 2023; sin embargo, esta condición no fue homogénea. Las diferencias observadas en la relación beneficio-costos estuvieron asociadas con la combinación de rendimiento, precio recibido y estructura de costos de producción, por lo que la rentabilidad del cultivo debe analizarse considerando las particularidades productivas de cada entidad y no únicamente el comportamiento del rendimiento. A partir de estos resultados, se concluye que el cultivo presentó una relación beneficio-costos superior a uno en las cuatro entidades estudiadas.

Los resultados sugieren que el manejo tecnológico, el uso de insumos, la mecanización y el acompañamiento técnico constituyen elementos relevantes para comprender las diferencias observadas en productividad y costos. Sin embargo, el diseño del estudio no permite establecer una relación causal ni determinar estadísticamente cuál de estos factores explica en mayor medida la rentabilidad. Por ello, futuras investigaciones deberán incorporar análisis comparativos entre niveles tecnológicos y modelos estadísticos que permitan evaluar la relación entre prácticas productivas, rendimiento, costos y rentabilidad.

En este sentido, el fortalecimiento de la producción de amaranto requiere estrategias diferenciadas territorialmente que consideren las características de los sistemas productivos, particularmente aquellas relacionadas con el uso de mano de obra, mecanización, manejo de insumos y acceso a asistencia técnica. Más que promover un esquema tecnológico uniforme, los resultados respaldan la necesidad de generar recomendaciones adaptadas a las condiciones productivas de cada región, orientadas a mejorar la productividad y reducir los costos unitarios sin perder de vista las características sociales y productivas de los sistemas campesinos estudiados.

## Referencias

- An, Z., Yang, Y., Yang, X., W., Jiang, W., Li, Y., Chen, G., Zhang, W., Zhuang, M., Wang, C., & Zhang, F. (2024). Promoting sustainable smallholder farming via multistakeholder collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2319519121>
- Ayalew, A., & Girma, Y. (2025). The Effect of Age on Agricultural Technology Adoption by Smallholder Farmers in Ethiopia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Agriculture*. <https://doi.org/10.1155/aia/8881484>
- Banco de México [BANXICO]. (2023). Expectativas de la Tasa de Interés del Cete a 28 días al Cierre del Año. Recuperado de: <https://www.banxico.org.mx>
- Casas, A., Valiente, B. A., Viveros, J. L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila, P., Lira, R., & Rodríguez, I. (2001). Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 55(1): 129-166. <https://www.jstor.org/stable/4256396>
- Charlton, D., & Taylor, J. E. (2016). A Declining Farm Workforce: Analysis of Panel Data from Rural Mexico. *American Journal of Agricultural Economics*, 98, 1158-1180. <https://doi.org/10.1093/ajae/aaw018>

- Cruz López, V., Fletes, I. O., Juárez Sánchez, J. P., Macías, A., & Castañeda Hidalgo, E. (2018). Nature appropriation mode in amaranth and corn production peasant units in Tochimilco, Puebla, Mexico. *Nova Scientia*, 10, 727-753. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1296>
- Corona, N. A., & Jaramillo, J. L. (2019). Rentabilidad económica y agregación de valor del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en Tochimilco, Puebla, México. *Agro Productividad*, 11(7), 93-99. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/921>
- Figueroa-Rodríguez, K. A., & García Vázquez, J. A. (2023). Is there a “made in Mexico” model for innovation transfer or diffusion among farmers?. *Agro Productividad*, 16(10), pp 149-159. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i10.2702>
- Espitia-Rangel, E., Ayala-Garay, A. V., Altamirano-Cárdenas, J. R., Almaguer-Vargas, G., Preciado-Rangel, P., y Estévez-Martínez, Y. (2022). *Amaranth production in Tulyehualco Xochimilco, Mexico City*. *Agro Productividad*, 15(10), 113–120. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2265>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2023). Índice Nacional de Precios Productor (INPP) – Año base julio 2019. [Base de datos]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/inpp/>
- Jaramillo, J. G., Peña, B. V., Hernández, J. H., Díaz, R., & Espinosa, A. (2018). Caracterización de productores de maíz de temporal en Tierra Blanca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5). 911-923. Scielo.org.mx <https://scholar.google.com.mx/2007-0934-remexca-9-05-911.pdf>
- Ibarrola-Rivas, M., Orozco-Ramírez, Q., & Guibrunet, L. (2023). How much of the Mexican agricultural supply is produced by small farms, and how?. *PLOS ONE*, 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292528>
- Islas Gutiérrez, J., & Islas, G. F. (2001). Rentabilidad de los cultivos de amaranto y maíz para grano en la zona Central de México. 143-151. <https://www.redalyc.org/articulosoa?rdt60827206>
- Krugman, P. R., & Wells, R. (2006). *Introducción a la economía: microeconomía*. Barcelona, España. Ed. Reverte. 537 p.

- Moctezuma, G., Ramírez, E. U., Velázquez, L., & Vélez, A. (2019). Importancia del extensionismo rural en la Ciudad de México (CDMX). *Inclusión y Desarrollo*, 6(1), 123-135. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.6.1.2019.123-135>
- Morales, J. C., Vázquez, N., & Bressani, N. R. (2009). El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricional. *Secretaría de Agricultura* ISBN: 6077797006, 9786077797005a, *Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación. México*. 269 p.
- Mujica, S. A., & Berti, M. D. (1997). El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción, mejoramiento genético y utilización. *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile. 145 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023). FAO y Gobierno Mexicano: Alianza para el fortalecimiento a la Cadena de Valor del Amaranto con 'Un país, un producto prioritario'. Recuperado de: <https://mexico.un.org/es/254517-fao-y-gobierno-mexicano-alianza-para-el-fortalecimiento-la-cadena-de-valor-del-amaranto-con>
- Ramírez, M. D. L., Espitia, E., Carballo, A., Zepeda, R., Vaquera, H., & Córdova, L. (2011). Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(6), 855-866. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i6.1566>
- Santos-Chávez, V. M., Arana-Coronado, O. A., Martínez-Damián, M. A., Garza-Bueno, L., Mora-Flores, J., & Santoyo-Cortés, V. H. (2023). Determinants of agricultural innovation among small farmers in Mexico. An econometric application of the tobit model. *Agrociencia*, 57(2). <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i2.2878>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2024). México recibe nombramiento como país de demostración del amaranto por parte de la FAO. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/nombra-fao-a-mexico-como-pais-de-demostracion-del-amaranto>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2014).

Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México.  
<https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola – cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en: [https://nube.agricultura.gob.mx/cierre\\_agricola/](https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/)

Swenson, A., & Haugen, R. (2012). Projected crop budgets. North West, North Dakota. Disponible en: <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2021-10/sw2012.pdf>

Zenbaba, O. S., Ketema, M., Jaleta, M., & Jemal, K. (2024). Adoption determinants of wheat production technology packages by smallholder farmers in Horo Guduru Wollega zone, Ethiopia. *Discover Food*, 4. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00193-6>

PUBLICACIÓN  
EN AVANZADA