UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE UNIDADES TÍPICAS DE PRODUCCIÓN EN ANTIGUO MORELOS, TAMAULIPAS

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

Presenta:

ISRAEL GRANADOS CRUZ

Bajo la supervisión de:

DR. JOSÉ MARÍA SALAS GONZÁLEZ

APROBADA

Chapingo, Estado de México, noviembre de 2026

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE UNIDADES TÍPICAS DE PRODUCCIÓN EN ANTIGUO MORELOS, TAMAULIPAS

Tesis realizada por **Israel Granados Cruz,** bajo la supervisión del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

DIRECTOR: _____

Dr. José María Salas González

ASESOR: _____

Dr. Juan Salvador Jiménez Carrasco

ASESORA: _____

Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL 1
1.1. Antecedentes 2
1.2. Planteamiento del problema 5
1.3. Justificación 6
1.4. Pregunta de investigación 7
1.5. Objetivo general 8
1.6. Objetivos particulares 8
1.7. Hipótesis 8
1.8. Estructura de tesis 8
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA 10
2.1. Fundamentos teóricos de la economía de la producción agrícola 10
2.1.1. Teoría microeconómica de los costos de producción 10
2.1.2. Economías de escala, eficiencia y toma de decisiones en el sector primario 12
2.2. Caña de azúcar y su importancia agroindustrial 14
2.2.1. Transición hacia la bioeconomía circular y la asimetría estructural 14
2.3. Contexto global y nacional de la caña de azúcar 15
2.3.1. Mercado mundial 15
2.3.2. Sector azucarero en México 16
2.4. Paneles de productores: enfoque y aplicación 19
2.4.1. El enfoque de Unidades Típicas de Producción 19
2.4.2. Aplicación de paneles de productores 19
2.5. Costos de producción e indicadores 20
2.5.1. Costos de producción 20
2.5.2. Indicadores de viabilidad económica y financiera 21

2.6. Políticas públicas y diversificación de la agroindustria local 23
2.6.1. Intervenciones gubernamentales y planeación estratégica 23
2.7. Estado del conocimiento y vacíos identificados 23
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN TAMAULIPAS MEDIANTE UNIDADES TÍPICAS DE PRODUCCIÓN 29
3.1. Resumen 29
3.2. Abstract 30
3.3. Introducción 31
3.4. Materiales y métodos 34
3.4.1. Área de estudio 34
3.4.2. Población y muestra 35
3.4.3. Material utilizado 36
3.4.4. Variables de estudio 36
3.4.5. Análisis estadístico 40
3.5. Resultados 41
3.5. Discusión 52
3.6. Conclusiones 54
3.7. Literatura citada 55
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES GENERALES 59
4.1. Conclusiones respecto al objetivo planteado 59
4.2. Conclusiones respecto a los objetivos particulares 60
CAPÍTULO 5. LITERATURA CITADA 62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Decisiones racionales del productor.....11
Cuadro 2. Dimensiones de la eficiencia..... 13
Cuadro 3. Principales países productores de azúcar (ciclo 2025/2026) 16
Cuadro 4. Estados con mayor rendimiento de caña de azúcar en 2024..... 17
Cuadro 5. Análisis de clústeres de la red..... 25
Cuadro 6. Esqueleto de la MAP..... 40
Cuadro 7. Parámetros técnicos..... 41
Cuadro 8. Resumen de la estructura de costos en la etapa de Planta 42
Cuadro 9. Ingresos, costos y beneficios por UTP..... 43
Cuadro 10. RCP de la caña de azúcar sin intervenciones gubernamentales. .. 45
Cuadro 11. Indicadores de margen neto sin descuento..... 46
Cuadro 12. Matriz de Análisis de Políticas de UTP de riego y temporal 47
Cuadro 13. Coeficientes de protección de política pública 47
Cuadro 14. Política de precios en un sistema de riego..... 48
Cuadro 15. Política de precios en un sistema de temporal..... 49
Cuadro 16. Valor Actual Neto de la caña de azúcar..... 50
Cuadro 17. Escenarios del VAN ante reducciones del precio de la tonelada.... 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de tesis. 9
Figura 2. Red del análisis bibliométrico. 25
Figura 3. Producción científica de la caña de azúcar. 27
Figura 4. Ubicación geográfica de Antiguo Morelos, Tamaulipas 34
Figura 5. Evolución del rendimiento por etapa 42
Figura 6. Beneficios monetarios de las UTP por tipo de costo. 44
Figura 7. Precio requerido para cubrir costos económicos. 49
Figura 8. Sensibilidad del VAN ante reducciones en el precio. 52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estructura de costos de Planta 67
Anexo 2. Flujo de beneficios económicos por sistema 68

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AAEA: American Agricultural Economics Association

CD: Costos desembolsados

CE: Costos económicos

CETES: Certificados de la Tesorería de la Federación

CF: Costos financieros

CG: Costos generales

CO: Costos de operación

CONADESUCA: Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar

COP: Costos de oportunidad

CPE: Coeficiente de Protección Efectiva

CPNI: Coeficiente de Protección Nominal de Insumos

CPNP: Coeficiente de Protección Nominal de Productos

FAO: Food and Agriculture Organization

FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

MAP: Matriz de Análisis de Políticas

MDT: Millones de toneladas métricas

MNE: Margen Neto Económico

RBC: Relación Beneficio-Costo

RCP: Relación de Costo Privado

SADER: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

SI-costos: Sistema de Información de Costos de Producción de Caña de Azúcar

TIR: Tasa Interna de Retorno

USDA: United States Department of Agriculture

UTP: Unidad Típica de Producción

VAN: Valor Actual Neto

DEDICATORIA

A Dios, por ser luz en el camino, por guiarme con sabiduría a través de los años.

A mi madre Lucía Cruz Turrubiates y a mi padre Moisés Granados Rodríguez, por su amor incondicional, sus enseñanzas y por ser ejemplo de perseverancia y dedicación. También a mi hermano Víctor Manuel, por ser mi amigo y por ser quien me alienta a seguir mis sueños.

A Sheccid Guadalupe González Gallardo, quien es mi confidente, quien está en las buenas, en las malas y en las peores. Su amor me da fuerza para levantarme en cada tropiezo. Su paciencia y motivación han sido de gran ayuda durante este proceso.

A mis amigos con quienes más que conformar un equipo de estudio he conformado un equipo de apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por ser mi alma mater. Quien me ha formado desde la preparatoria hasta la maestría. Por brindarme experiencias y hacer que formara una segunda familia.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el financiamiento para la investigación y por el apoyo durante el posgrado.

A la División de Ciencias Económico Administrativas, por ser parte fundamental en el desarrollo profesional. Ser fuente de conocimiento de la carrera y del posgrado.

Al Dr. José María Salas González, por ser el guía de esta investigación. Su conocimiento ha sido fundamental para el desarrollo de trabajo de campo y de la escritura científica. Le agradezco por compartir su experiencia y su tiempo en el seguimiento de esta investigación. Además, por ser pilar en el enriquecimiento del estudio.

Al Dr. Juan Salvador Jiménez Carrasco, por ser mentor en estos años, a través de sus consejos impulsan la superación personal y académica. Le agradezco el apoyo brindado en momentos difíciles.

A la Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas, su experiencia en la investigación ha sido de suma importancia para la realización de este estudio. Su amplia experiencia ha sido clave en la detección de brechas del conocimiento que fortalecen el estado del arte de los costos de producción.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre:	Israel Granados Cruz
Fecha de nacimiento:	16 de diciembre de 2001
Lugar de nacimiento:	Cd. Mante, Tamaulipas, México.
CURP:	GACI011216HTSRRSA0
Profesión:	Ingeniero en Economía Agrícola
Cédula profesional:	14318243

Desarrollo académico

Preparatoria:	Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo Generación 2016-2019.
Licenciatura:	Universidad Autónoma Chapingo Generación 2019-2023.

RESUMEN GENERAL

Evaluación de la rentabilidad y costos de producción de la caña de azúcar mediante Unidades Típicas de Producción en Antiguo Morelos, Tamaulipas[1]

La actividad cañera en México es un pilar importante para la economía del sector rural en México, desde la producción de caña a nivel parcela hasta la producción de otros bienes derivados. La presente investigación tiene por objetivo evaluar la rentabilidad y viabilidad económica de la producción de caña de azúcar en el municipio de Antiguo Morelos, Tamaulipas mediante UTP, así mismo, generar una estructura de costos desembolsados, financieros y económicos. La metodología implementada fue de granjas representativas de producción adaptada para México con base en la metodología AAEA TASK FORCE. La técnica de recopilación fue el panel de productores para riego y para temporal. Los principales resultados arrojaron que los costos desembolsados por hectárea en riego son de $51,421.84, los generales son de $59,018.35 y los económicos son $72,855.45 pesos, con respecto al temporal; $41,482.84, $48,876.01 y $59,292.25 respectivamente. Además, mediante la política de precios se identificó que el precio por tonelada cubre los costos económicos y genera excedente. A través de la MAP se evalúa la competitividad de ambos sistemas donde los balances son positivos. En adición, el estudio revela la fragilidad del sistema de temporal ante hipotéticas caídas de precio y de rendimiento.

Palabras clave: costos de producción, unidad típica de producción, granjas representativas, Matriz de Análisis de Políticas (MAP), análisis de incidencia.

[1] Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Israel Granados Cruz.
Director de tesis: Dr. José María Salas González.

GENERAL ABSTRACT

Assessment of the profitability and production costs of sugarcane using Typical Production Units in Antiguo Morelos, Tamaulipas[2]

Sugarcane activity in Mexico is an important pillar for the economy of the rural sector in Mexico, ranging from plot-level sugarcane production to the production of other derived goods. The objective of this research is to evaluate the profitability and economic viability of sugarcane production in the municipality of Antiguo Morelos, Tamaulipas, using Typical Production Units (TPU), as well as to generate a cost structure consisting of out-of-pocket, financial, and economic costs. The methodology implemented was representative production farms adapted for Mexico based on the AAEA Task Force methodology. The data collection technique was the producer panel for both irrigated and rainfed systems. The main results showed that out-of-pocket costs per hectare for irrigated systems are $51,421.84, overhead costs are $59,018.35, and economic costs are $72,855.45 pesos; whereas for rainfed systems, they are $41,482.84, $48,876.01, and $59,292.25, respectively. Furthermore, through the pricing policy, it was identified that the price per ton covers the economic costs and generates a surplus. Through the Policy Analysis Matrix (PAM), the competitiveness of both systems is evaluated, showing positive balances. In addition, the study reveals the vulnerability of the rainfed system to hypothetical drops in price and yield.

Key words: production costs, typical production unit, representative farms, Policy Analysis Matrix (PAM), incidence analysis.

[2] Master's Thesis in Agricultural and Natural Resource Economic, Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Israel Granados Cruz.
Thesis Advisor: Dr. José María Salas González.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una gramínea tropical de tallo macizo. Se estima que su origen se ubica entre los años 8,000 a 15,000 A.C. en el sureste asiático en la isla Nueva Guinea (Enciso, 2020). Para años más cercanos a los 300 A.C. la caña de azúcar se convirtió en un cultivo con mayor importancia en el subcontinente indio. Un mayor conocimiento del cultivo permitió a los asiáticos aprovechar mejor sus propiedades, donde el jugo de caña pasa a ser granos cristalizados de caña, lo que favorecía su transporte y almacenaje. En México, su aparición data en la época de la conquista, aproximadamente por el año de 1522, donde su primera plantación se llevó a cabo en el estado de Veracruz (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2020).

La caña de azúcar es un cultivo de regiones tropicales y subtropicales (Reyes-Hernández et al., 2022). Sus características fisiológicas le permiten adaptarse a amplias condiciones climáticas, aunque su mejor desarrollo se da en las regiones tropicales con gran radiación solar. La precipitación requerida durante su etapa vegetativa oscila entre los 1,500 y 1,800 mm (milímetros). En México, este cultivo está presente en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de Caña de Azúcar [CONADESUCA], 2024). El estado que encabeza la lista con el mayor número de ingenios azucareros es Veracruz con un total de 18, seguido por Jalisco con seis y San Luis Potosí con cuatro. Por su parte, Tamaulipas solo cuenta con un ingenio activo.

El sur de Tamaulipas se caracteriza por ser una zona cañera, donde los municipios productores son El Mante, Xicoténcatl, Ocampo, Antiguo Morelos, Nuevo Morelos y Gómez Farías. De estos, El Mante concentra más del 35% de la producción estatal (Reyes-Hernández et al., 2022). La caña de azúcar es un cultivo fundamental para la economía de las familias del municipio de Antiguo Morelos, tanto por su valor comercial como su impacto social en las comunidades

rurales. Aun con la importancia que tiene y el conocimiento histórico de los productores, no está exenta de retos, puesto que los principales desafíos son la escasez de agua y la degradación del suelo, lo que ponen en riesgo su rentabilidad y sostenibilidad.

Existen dos tipos de producción de caña de azúcar en Antiguo Morelos, donde predomina la producción de temporal con un sistema de baja tecnología. Las labores culturales se llevan a cabo con mano de obra principalmente del productor y mano de obra eventual. Por otro lado, se encuentra la producción bajo riego, en otras palabras, los sistemas se diferencian por el régimen hídrico. Los propietarios de las tierras agrícolas en la región son ejidatarios, son pequeños productores y de temporal.

El ciclo productivo de la caña de azúcar inicia en los meses de junio-julio con la preparación del terreno, seguido por la siembre entre septiembre-octubre y la cosecha que se lleva a cabo pasando aproximadamente 13 meses. La realización de las labores culturales en el ciclo productivo es de suma importancia porque la vida útil de la caña es de al menos cinco años (Hernández-Arenas et al., 2018). Por ello, desde el establecimiento se buscan las condiciones óptimas para el desarrollo de la caña de azúcar, la elección de variedad tiene gran influencia en la producción de esta, ya que es un cultivo perenne que tiene que soportar las condiciones climáticas adversas que puedan presentarse durante el ciclo.

1.1. Antecedentes

La caña de azúcar es una gramínea perenne de gran relevancia económica en regiones tropicales y subtropicales, cultivándose en más de 70 países ubicados entre 40° Norte y 32° Sur (Duarte Álvarez y Gonzalez Villalba, 2019). Fisiológicamente, las variedades comerciales son híbridos de *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum* y *Saccharum robustum*. El cultivo se caracteriza por un crecimiento sustentado en macollo y un sistema radicular entre 20 y 60 centímetros de profundidad del suelo (Duarte Álvarez y Gonzalez Villalba, 2019).

Su óptimo desarrollo biológico y rendimiento industrial están condicionados por los factores ambientales. El ciclo de la caña demanda temperaturas que oscilen entre 26 °C y 33 °C para un desarrollo óptimo, en la etapa de maduración y concentración de sacarosa requiere un descenso térmico entre 12 y 14 °C (Enciso, 2020). Con relación al requerimiento de precipitación, Duarte Álvarez y Gonzalez Villalba (2019), y Enciso (2020) mencionan que durante la etapa de desarrollo se demanda entre 1,200 y 1,800 mm anuales. Edáficamente, el cultivo tolera ligeros cambios en la acidez del suelo, siempre y cuando sean suelo profundos.

A diferencia de los cultivos de ciclo corto, el establecimiento de una plantación de caña de azúcar representa una inversión de capital con una vida útil de al menos cinco años (Hernández-Arenas et al., 2018). Al ser un ciclo con más de un año de duración, es necesaria una rigurosa planificación que comprenda desde la selección de semilla del año cero hasta la etapa de cosecha, no de un año, sino hasta la cosecha de la última resoca.

Estructuralmente, uno de los componentes más gravosos en los costos de preparación y establecimiento es la materia prima (semilla). A nivel de parcela, la cantidad de toneladas (ton) de semilla de caña que se requieren para una hectárea (ha) son entre 10 y 18 ton (Hernández-Arenas et al., 2018).

A nivel nacional, el abastecimiento de semilla para el campo agrícola está marcado por una dualidad entre el marco normativo y la realidad operativa de las Unidades Típicas de Producción (UTP). En el contexto institucional, la semilla de caña de azúcar proviene de campos especializados (semilleros), los cuales están regulados por la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semilla bajo vigilancia del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Hernández-Arenas et al., 2018). Este abastecimiento formal, esta adoptado principalmente por los ingenios azucareros, lo que da garantía de la genética de semilla, el vigor de cepa y calidad en sanidad. El otro tipo de abastecimiento, que en su mayoría de los pequeños productores practican, contrasta con la normativa

de semilleros. Dado que la compra de semilla constituye el desembolso más gravoso, los cañeros acuden a un abastecimiento informal, donde su estrategia es extraer de sus campos la mejor calidad de manera empírica. Así mismo, utilizar remanentes, intercambiar o comprar caña con productores vecinos sin ningún tipo de aval institucional.

En el panorama nacional, esta agroindustria representa un eje estratégico para el sector agrícola. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por sus siglas en inglés USDA, México se ha consolidado como uno de los países más productores de azúcar (USDA, 2025). Con base en datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020), México ha alcanzado volúmenes de producción de caña de azúcar de 64.5 millones de toneladas en una superficie de 856 mil hectáreas, lo que refleja un rendimiento de 75.4 ton/ha. A nivel estatal, Tamaulipas figura como un fuerte productor. En 2019, se posición como el sexto productor de caña de azúcar, aportando un volumen de 3.14 millones de toneladas métricas (SIAP, 2020).

La zona cañera del estado se encuentra en la región huasteca, territorio compartido por seis estados: Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas (Huasteca México, 2019). En territorio tamaulipeco, la Huasteca se circunscribe a la porción sur del estado, la cual contiene a la agroindustria azucarera, a la que pertenece la zona de estudio.

El municipio de Antiguo Morelos cuenta con una extensión territorial de 561.3 km^2, representa el 0.7% de la superficie estatal (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2018; INEGI, 2010). Geográficamente, limita al norte y al este con el municipio de El Mante, al oeste con Nuevo Morelos y al sur con el estado de San Luis Potosí (INEGI, 2010). Este acotamiento se caracteriza por la producción de caña de azúcar, actividad que es de las fuentes principales del ingreso de las familias y viabilidad del sector comercial local.

1.2. Planteamiento del problema

En México, las actividades primarias aportan un pequeño porcentaje al PIB nacional. Por su parte, la agroindustria de la caña de azúcar constituye un pilar estratégico en la economía rural (FIRA, 2025), su importancia yace en que forma parte de dos sectores económicos, tanto del primario como del secundario. En la última década, las unidades de producción han experimentado una reducción en sus márgenes de rentabilidad. La vulnerabilidad a la que se enfrentan los productores es por el incremento en los precios de los insumos agrícolas fundamentales (como fertilizantes, agroquímicos y combustibles) y de las labores de cosecha (FIRA, 2025; Ortega Díaz et al., 2023), de los cuáles no existe una compensación proporcional por los ajustes en la liquidación de la caña (CONADESUCA, 2024).

De acuerdo con evaluaciones agroclimáticas, la parte sur de Tamaulipas cuenta con 86.7% de superficie muy apta para el cultivo de caña de azúcar (Jiménez et al., 2004). El alto porcentaje de aptitud refleja la producción de caña de la zona para los de régimen de riego. En años recientes, las anomalías climáticas remarcan la brecha tecnológica y productiva de la región, el rendimiento de las unidades de producción de temporal depende en gran medida de la precipitación pluvial. Al escenario biofísico se agrega la firmeza del marco institucional establecido por la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, donde bajo la legislación cañera, el productor es partícipe de un esquema de monopsonio regional y está sujeto a un sistema de pago referenciado a la calidad de la caña.

El problema central de este estudio radica en que los pequeños y medianos productores cañeros carecen de herramientas contables que les permitan diagnosticar su viabilidad económica (Food and Agriculture Organization [FAO], 2023; Sagarnaga et al., 2018). La ausencia de un registro contable hace ver al productor una rentabilidad positiva debido a la liquidez tras la zafra (periodo de cosecha de caña), esta supervivencia se cimenta en la omisión de costos implícitos. Ante la falta de un registro de gastos y costo de oportunidad del

productor se suprime su costo, dicho de otra manera, es posible que se opere bajo una falsa percepción de rentabilidad, pues como menciona Parkin y Loría (2010), de manera tácita el trabajo del productor es la alternativa a contratar mano de obra.

1.3. Justificación

La agroindustria de la caña de azúcar representa un motor económico ineludible para el sector rural en México. En el ámbito regional, el municipio de Antiguo Morelos alberga un gran número productores que dependen casi exclusivamente de esta actividad, puesto que mantienen ingresos de mediante otras trabajos o transferencias de gobierno. Por ello, dada las condiciones agroecológicas, a la viabilidad económica de las unidades de producción se le suma la amenaza de los costos de producción, el uso intensivo de insumos y la alta variabilidad climática. Se agrega que pocos son los productores que realizan labores de conservación del suelo.

Frente a esta problemática, la formulación de políticas agroindustriales efectivas y el ordenamiento del mercado cañero requieren información financiera precisa a nivel de unidad de producción. No obstante, el propio Programa Institucional del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar 2025-2030 (SADER y CONADESUCA, 2025) reconoce como una debilidad estratégica la limitación para contar con indicadores oportunos que permitan detectar riesgos operativos en la fase agrícola. La carencia de una constante actualización de las herramientas oficiales genera un vacío en el conocimiento de los productores. La herramienta que se maneja para la toma de decisiones es el Sistema de Costos de Producción (SI-Costos), este sistema suele contabilizar promedios generales de las salidas de efectivo omitiendo los costos de oportunidad de los factores de la producción (tierra, capital y trabajo), que incluya la mano de obra familiar involucrada. Esta omisión dificulta la toma de decisiones certeras tanto para los formuladores de políticas públicas como para los agricultores.

Ante este escenario de incertidumbre y falta de parámetros oficiales que no hagan omisiones, la presente investigación adquiere una relevancia estructural y coyuntural. Al generar evidencia empírica primaria y actualizada mediante la aplicación de la metodología de Paneles de Productores para la construcción de UTP, este estudio subsana de manera directa el vacío de información señalado.

La estimación rigurosa de los costos económicos integrales, contrastando los regímenes de riego y temporal, trasciende la contabilidad tradicional. Estos resultados no solo dotan a los pequeños y medianos productores de Antiguo Morelos de métricas financieras reales para disminuir su vulnerabilidad y mejorar su planeación, sino que aportan parámetros técnicos calibrados que plataformas como el SI-Costos requieren para proyectar escenarios de viabilidad y diseñar estrategias de fomento orientadas a la sostenibilidad económica del sector.

1.4. Pregunta de investigación

El entorno económico actual exige a los pequeños productores cañeros que trasciendan la visión tradicional de ingresos y midan su competitividad mediante metodologías rigurosas que integren costos de oportunidad y depreciación de los activos. Ante la exigencia de contar con indicadores económicos claros de la producción de caña, mediante herramientas como las UTP es posible evaluar la resiliencia del sector ante escenarios de riesgo. Por tanto, se formulan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el grado de viabilidad económica y competitividad de la producción de caña de azúcar operada por pequeños productores bajo condiciones de riego y temporal en Antiguo Morelos, Tamaulipas?
- ¿Qué sistema de producción presenta indicadores de rentabilidad con mayor beneficio económico?
- ¿Cómo responden la rentabilidad de las UTP de ambos sistemas ante escenarios de volatilidad, específicamente frente a fluctuaciones en el precio de liquidación de la tonelada de caña?

- ¿La metodología de paneles de productores puede ser una estrategia para evaluar la rentabilidad real del sector agroindustrial de la caña?

1.5. Objetivo general

Evaluar la viabilidad económica de la producción de caña de azúcar en sistemas de riego y temporal de pequeños productores en el municipio de Antiguo Morelos, Tamaulipas, mediante el enfoque metodológico de Unidades Típicas de Producción.

1.6. Objetivos particulares

- Estimar la estructura de costos de producción e ingreso de las Unidades Típicas de Producción cañeras operadas bajo condiciones de riego y temporal.
- Determinar los indicadores de viabilidad económica para contrastar el desempeño productivo entre ambos regímenes hídricos.
- Evaluar la competitividad privada de las UTP cañeras mediante una adaptación de la Matriz de Análisis de Políticas.
- Analizar la sensibilidad de las UTP ante variaciones en el precio de liquidación de la tonelada de caña con el enfoque de costos económicos.
- Proponer estrategias que fomenten la implementación de una estructura y contabilización de costos de producción.

1.7. Hipótesis

La producción de caña de azúcar bajo sistema de riego en Antiguo Morelos, Tamaulipas presenta una viabilidad económica mayor en comparación con el sistema de temporal, derivado de mayores rendimientos por hectárea asociados al manejo hídrico de la unidad típica.

1.8. Estructura de tesis

La estructura de tesis está conformada por cuatro capítulos: I) Introducción, II) Revisión de literatura, III) Artículo científico, IV) Conclusiones y V) Literatura

citada. El capítulo III es el artículo enviado a la revista internacional Ecosistemas y Recursos Agropecuarios de la Universidad Autónoma de Tabasco.

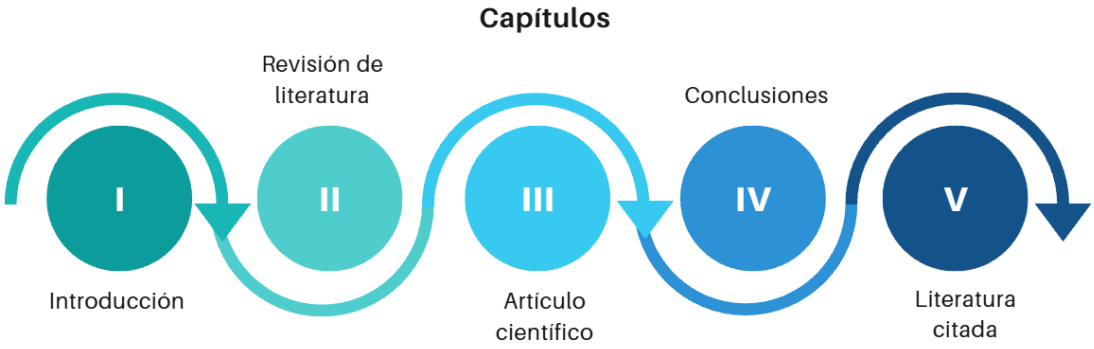

Figura 1. Estructura de tesis.

Fuente: elaboración propia.

El capítulo uno contiene el panorama de la agroindustria de la caña de azúcar. Dentro de este capítulo se aborda la problemática del estudio, así como su finalidad. También se incluye la justificación de la aplicación de la metodología, hipótesis, preguntas y objetivos de la investigación. La revisión de literatura sustenta los conceptos y teorías económicas con enfoque a los costos de producción. Además, se conceptualizan indicadores que refuerzan los indicadores obtenidos de la metodología de paneles de productores. El capítulo tres es el núcleo de la investigación. Es el resultado de la tesis, la producción científica. En este capítulo se abordan los resultados obtenidos en el trabajo de campo y discusión crítica de lo obtenido. En el capítulo de conclusiones, se presenta el cierre del estudio y resume los principales hallazgos obtenidos. Finalmente, el capítulo cinco es la literatura citada.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fundamentos teóricos de la economía de la producción agrícola

2.1.1. Teoría microeconómica de los costos de producción

Desde la perspectiva microeconómica, el costo de producción se comprende como la cantidad de capital que debe invertirse para adquirir un producto determinado, esto lo convierte en un concepto indispensable para la planificación y el control financiero (Domínguez-García et al., 2017; Perales et al., 2018). Este análisis parte de la premisa fundamental de la escasez, la cual establece que la capacidad de producción se encuentra estrictamente limitada por los recursos disponibles. Bajo este enfoque, el verdadero costo de producir un bien trasciende los gastos contables y se define a través de su costo de oportunidad: alternativa de mayor valor a la que se renuncia (Parkin y Loría, 2010).

Para optimizar el uso de estos recursos escasos, la teoría microeconómica establece que el productor agrícola enfrenta tres decisiones fundamentales (Cuadro 1) que vertebran la estructura teórica de sus costos (Timmer et al., 1985).

Para trasladar estos postulados teóricos a la evaluación en campo, la economía agrícola formal, respaldada por instituciones como Agricultural & Applied Economics Association (AAEA, 2000) propone una clasificación operativa estricta. Estructuralmente, los costos totales se dividen en costos fijos (independientes del nivel de producción) y costos variables, vinculados directamente a la escala de cosecha (Perales et al., 2018). Desde el enfoque metodológico las UTP, esta dualidad se expresa sumando los costos de operación (insumos aplicados directamente al cultivo) y los costos generales, referidos al mantenimiento, impuestos y depreciación de los factores de producción (Sagarnaga et al., 2018).

Cuadro 1. Decisiones racionales del productor

Decisiones	Concepto
Entre productos (qué cultivar)	Los agricultores operan sobre una frontera de posibilidades de producción que muestra las combinaciones de cultivos viables con recursos fijos. Al decidir expandir la producción de un cultivo específico a expensas de otro, asumen un costo de oportunidad. La asignación eficiente se alcanza en el punto donde la curva de posibilidades es tangente a la línea de isoingresos; es decir, cuando el costo marginal es igual al ingreso marginal.
Entre factores (cómo producir)	Esta disyuntiva se modela mediante isocuantas (curvas que muestran combinaciones de insumos, como capital y trabajo, que rinden el mismo volumen de producción) y líneas de isocostos. El agricultor racional busca el punto de tangencia que represente la combinación de menor costo para el nivel productivo deseado.
Entre factor y producto (cuánto producir)	Determinada por la función de producción, la cual relaciona la cantidad de insumos aplicados con el volumen cosechado. Esta función se rige por la ley de los rendimientos marginales decrecientes, donde cada unidad adicional de insumo genera un incremento productivo progresivamente menor. La curva del costo marginal resultante se convierte, en la práctica, en la curva de oferta a corto plazo de la unidad productiva.

Fuente: elaboración propia con base en Timmer et al. (1985)

La racionalidad de la economía campesina

Como contrapeso a la visión capitalista estricta, la evaluación de la viabilidad económica en el sector primario exige integrar la lógica de la economía campesina. Esta teoría explica que numerosos pequeños productores operan bajo una dinámica donde la rentabilidad paramétrica tradicional no es el único

motor de persistencia. Su sobrevivencia se sustenta en que no remuneran financieramente factores de producción como el uso de la tierra (predios propios o agostaderos comunales) y se apoyan casi exclusivamente en mano de obra familiar con un costo de oportunidad asumido como nulo ante la falta de alternativas laborales locales. Bajo este esquema, la racionalidad del productor no persigue la maximización de utilidad puras, sino la generación de un "excedente de reemplazo" que permita satisfacer las necesidades de autoconsumo y garantizar la permanencia de la unidad familiar en el tiempo.

2.1.2. Economías de escala, eficiencia y toma de decisiones en el sector primario

En la producción agrícola, la relación entre la escala de operación y la estructura de costos es determinante para la competitividad. Las economías de escala se presentan cuando el incremento en el volumen de producción conduce a una reducción en el costo promedio por unidad producida en el horizonte del ciclo productivo. En el sector cañero, este fenómeno se manifiesta principalmente a través de la dilución de los costos fijos (maquinaria, sistemas de riego y gestión administrativa) sobre un mayor tonelaje de caña cosechada. No obstante, la agricultura enfrenta límites biológicos y logísticos que pueden derivar en deseconomías de escala, donde la complejidad de la gestión y los costos de transporte desde la parcela hasta el ingenio superan los beneficios de la expansión. Como mencionan Parkin y Loría (2010), la evaluación de esta dinámica requiere distinguir entre tres dimensiones de la eficiencia (Cuadro 2).

En el contexto del cultivo de caña, la adopción de regímenes hídricos controlados (riego) representa una búsqueda de eficiencia técnica que permite estabilizar la producción frente a la variabilidad climática, aunque esto eleve el umbral de los costos desembolsados y generales. Por el contrario, el productor de temporal opera frecuentemente en un estado de ineficiencia económica forzada, donde la falta de infraestructura hídrica limita su frontera de posibilidades de producción.

Cuadro 2. Dimensiones de la eficiencia

Dimensión	Concepto
Eficiencia técnica	Refiere a la capacidad de la unidad de producción para obtener el máximo nivel de producto (rendimiento por hectárea) dado un conjunto de insumos y tecnología.
Eficiencia asignativa	Ocurre cuando el productor utiliza los insumos en proporciones tales que el costo de producción se minimiza para un nivel de precios dado en el mercado.
Eficiencia económica	Es el producto de ambas; para alcanzar la eficiencia económica se requiere de eficiencia técnica y asignativa.

Fuente: elaboración propia.

La toma de decisiones bajo incertidumbre

La toma de decisiones en el sector primario no se rige exclusivamente por la maximización de beneficios en un entorno de certeza. El productor agrícola opera bajo condiciones de riesgo (probabilidades conocidas) e incertidumbre (eventos imprevisibles), lo que condiciona su racionalidad económica. En la agroindustria azucarera, la decisión de inversión está influenciada por la dualidad del mercado: por un lado, la seguridad de una demanda establecida por el ingenio bajo la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar y, por otro, la incertidumbre sobre el precio final de liquidación basado en el rendimiento de sacarosa (CONADESUCA, 2024).

Bajo este esquema, los productores suelen adoptar estrategias de seguridad o minimización de riesgos en lugar de la optimización teórica. Esto explica por qué muchos productores mantienen prácticas tradicionales o niveles de inversión conservadores, priorizando la persistencia de la unidad productiva sobre la rentabilidad máxima. Esta conducta es fundamental para comprender la resiliencia de las unidades de producción en regiones como Antiguo Morelos, donde la decisión de continuar en la actividad trasciende el balance financiero del ciclo actual.

2.2. Caña de azúcar y su importancia agroindustrial

La caña de azúcar es una gramínea perenne que se distingue agronómicamente por su metabolismo fotosintético. Esta característica biológica le confiere una tasa excepcional de conversión de energía solar y eficiencia en el uso del agua, consolidándola como uno de los cultivos con mayor capacidad de generación de biomasa a nivel global (SAGARPA y CONADESUCA, 2015). Sin embargo, su relevancia trasciende el ámbito biológico para posicionarse como un pilar estructural del desarrollo rural y la agroindustria.

A diferencia de otros productos agrícolas (como los granos básicos) que pueden almacenarse tras la cosecha para especular con los precios del mercado, la caña de azúcar posee una naturaleza altamente perecedera una vez cortada. La rápida inversión de la sacarosa exige que el procesamiento industrial ocurra en un margen de horas tras la recolección. Esta restricción biofísica determina la arquitectura del sector: impone una integración espacial y temporal absoluta entre el campo (fase primaria) y el ingenio (fase secundaria), generando un monopsonio natural y áreas de abastecimiento rígidamente delimitadas.

Desde una perspectiva socioeconómica, la agroindustria azucarera ostenta uno de los mayores efectos multiplicadores en la economía rural. Su importancia radica en la capacidad para generar empleo intensivo, tanto en la siembra como en la zafra (corte, alce y acarreo), y en su rol como ancla para evitar la migración en las regiones productoras, sosteniendo el tejido social de miles de familias que dependen directa e indirectamente de este encadenamiento productivo.

2.2.1. Transición hacia la bioeconomía circular y la asimetría estructural

En la actualidad, la importancia agroindustrial de la caña ha evolucionado hacia un modelo de aprovechamiento integral. Bajo el enfoque de la bioeconomía circular, los subproductos del proceso agroindustrial han adquirido un alto valor económico; el bagazo se utiliza para la cogeneración de energía eléctrica, mientras que las melazas se destinan a la producción de bioetanol. Esta

multifuncionalidad posiciona a la fase industrial de la caña como un elemento estratégico en la transición energética (Aguilar-Rivera, 2012).

No obstante, esta transición hacia la sustentabilidad presenta una marcada asimetría que penaliza al eslabón primario. Mientras que la fase industrial (el ingenio) logra internalizar los beneficios económicos de la circularidad, en la fase agrícola persisten severas externalidades ambientales negativas derivadas de la vulnerabilidad financiera de los productores.

La práctica tradicional de la quema precosecha ilustra nítidamente esta contradicción. Aunque la quema genera emisiones significativas de gases de efecto invernadero, material particulado y degradación de la microbiota del suelo, su erradicación resulta económicamente inviable bajo la estructura actual de costos de la pequeña y mediana agricultura. Para el productor, la quema no es una elección agronómica, sino una necesidad de supervivencia financiera que le permite facilitar el corte manual y reducir los costos operativos de la cosecha.

2.3. Contexto global y nacional de la caña de azúcar

2.3.1. Mercado mundial

El mercado mundial del azúcar se caracteriza por una alta volatilidad, condicionada estructuralmente por externalidades climáticas y decisiones geopolíticas de los principales países productores. Y tras ciclos de afectaciones agroclimáticas, la producción global ha mostrado una recuperación moderada; para el ciclo 2024/2025, el volumen se ubicó en 181 millones de toneladas métricas (MDT), experimentando un ligero crecimiento interanual del 0.4%, proyectando alcanzar las 189.3 MDT, el volumen más alto registrado desde el ciclo 2018/2019 (FIRA, 2025). Este dinamismo está sustentado fundamentalmente por la expansión agroindustrial en India y Brasil.

Por el lado de la demanda, el consumo global mantiene una tendencia inelástica y sostenida, estimándose en 178.7 MDT para el 2025/2026. No obstante, los precios internacionales en los mercados de futuros han tendido a la baja. Esta

presión deflacionaria obedece a un superávit comercial generado por el incremento de las exportaciones de Brasil y Tailandia, aunado a la flexibilización de las restricciones arancelarias impuestas por India a finales de 2023 (FIRA, 2025).

La hegemonía productiva en este sector fuertemente concentrado. De acuerdo con el USDA (2025), Brasil e India controlan de manera conjunta el 42% de la producción mundial de azúcar. En este escenario global, México ocupa la novena posición, aportando el 3% de la producción mundial con un volumen estimado de 5.4 MDT para el ciclo 2025/2026 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales países productores de azúcar (ciclo 2025/2026)

País	**Producción mundial (%)**	**Producción total (2025/2026 millones de toneladas)**
Brasil	23	44.39
India	19	35.25
Unión Europea	8	15.49
China	6	11.5
Tailandia	5	10.25
Estados Unidos	4	8.48
Rusia	3	6.5
Pakistán	3	6.21
México	3	5.4
Australia	2	4

Fuente: elaboración propia con base en USDA (2025).

2.3.2. Sector azucarero en México

En México, la agroindustria azucarera es un componente de alta sensibilidad económica y social. La productividad de caña se afianza como el mecanismo para del desarrollo rural, pues genera, genera más de dos millones de empleos, tanto directa como indirectamente (CONADESUCA y SAGARPA, 2017).

En contraste con lo anterior, el sector primario atraviesa una etapa de susceptibilidad técnica. Durante el ciclo 2024/2025, la producción nacional de azúcar sufrió una severa contracción, ubicándose en 4.77 MDT, lo que representó el segundo volumen más bajo registrado desde la zafra 2000/2001 (FIRA, 2025).

La heterogeneidad edafoclimática y tecnológica del país se refleja de manera directa en la eficiencia del cultivo. De acuerdo con CONADESUCA (2024), la productividad agrícola presenta marcadas asimetrías regionales: estados como Puebla y Morelos lideran el sector con rendimientos superiores a las 90 ton/ha, seguidos de cerca por Chiapas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estados con mayor rendimiento de caña de azúcar en 2024.

Posición	Estado	Rendimiento (ton/ha)
1	Puebla	95.009
2	Morelos	90.669
3	Chiapas	90.566
4	Jalisco	84.009
5	Michoacán	76.866

Fuente: elaboración propia con base en CONADESUCA (2024).

El caso de Veracruz, la entidad con mayor volumen de producción absoluta en el país ilustra la polarización del sector. A pesar de su liderazgo en superficie, el 68% de su producción se obtiene bajo condiciones de temporal, lo que castiga severamente su eficiencia media, situándola en 70 ton/ha, con brechas que van desde las 86 ton/ha en sistemas de riego hasta 63 ton/ha en temporal (FIRA, 2025). En el análisis macroeconómico de este cultivo, frecuentemente existen discrepancias estadísticas entre los aforos institucionales nacionales y los reportes de agencias internacionales (como el USDA); estas divergencias evidencian las complejidades en la medición de mermas de campo, diferencias en metodologías de estimación y en los factores de conversión a azúcar estandarizada.

Independientemente de las discrepancias estadísticas, la evidencia nacional ratifica una constante técnica: la dependencia del régimen de temporal condiciona drásticamente la estructura de rendimiento. Esta brecha tecnológica entre sistemas hídricos, evidente a escala macroeconómica, es precisamente la problemática estructural que condiciona la supervivencia financiera de los productores en la región Huasteca.

2.3.3. Producción de caña: una comparativa en la región Huasteca

De acuerdo con los registros oficiales de CONADESUCA (2024), Tamaulipas cuenta con dos ingenios azucareros solo tiene uno en funcionamiento, ubicado en El Mante. Reportes hemerográficos indicaron que el ingenio “Aarón Sáenz Garza” ubicado en Xicoténcatl cerró sus operaciones en 2020 (López, 2020). Este reajuste, hace que se contrasten los desempeños productivos de las entidades colindantes, que también tienen afiliación con el Ingenio San Miguel del Naranjo.

Al analizar los parámetros técnicos, se observan algunas asimetrías en ambas entidades. Según la CONADESUCA (2024), la eficiencia en fábrica de Tamaulipas es de 75.6%, mientras que, en San Luis Potosí, estado al que pertenece el Ingenio San Miguel del Naranjo tiene una eficiencia en fábrica de 78.17%. En suma, el rendimiento en campo es inferior en San Luis Potosí que en Tamaulipas, con 34.96 y 51.165 ton/ha, respectivamente. En cuanto al rendimiento en fábrica, no existe una diferencia amplia, puesto que para San Luis Potosí es el 10.253% y para Tamaulipas 10.354%. En términos prácticos, significa que la agroindustria tamaulipeca necesita 9.66 kg de caña en bruto para cristalizar 1 kg de azúcar. En adición, el aprovechamiento de subproductos evidencia contrastes en la economía circular en ambas regiones, el bagazo generado en San Luis Potosí es más del doble que genera Tamaulipas (807,360 frente a 402,859 de ton). Esta comparación se enfoca en la escala de molienda y no en eficiencia circular. A esto se le agrega que, San Luis Potosí logró empacar y comercializar 278 ton de bagazo, a deferencia de Tamaulipas que no registró ventas por este subproducto.

2.4. Paneles de productores: enfoque y aplicación

2.4.1. El enfoque de Unidades Típicas de Producción

La metodología de paneles de productores es una derivación de la técnica Delphi y se utiliza como una herramienta que recaba datos consensuados. A través de esta técnica es posible estimar parámetros técnicos, ingresos, costos de producción y viabilidad económica de las UTP. El panel de productores consiste en una reunión informal, cuyos integrantes son productores con características semejantes como el producto, nivel tecnológico, escala e insumos.

Para su realización se requiere de un equipo de trabajo conformado por un moderador, un facilitador que funge como el conector entre el moderador y los participantes (ante la inseguridad de productores de compartir información de costos, el facilitador suele ser una figura pública de confianza para la zona de estudio), un capturista que registra los datos en el equipo de cómputo en tiempo real; y un relator, responsable de anotar las ideas sobresalientes e identificar la dinámica de participación de los productores.

2.4.2. Aplicación de paneles de productores

Existen diversos trabajos fundamentan y hacen uso de esta metodología. Entre los referentes se encuentra el libro “Metodología para estimar costos, ingresos, viabilidad financiera y económica en Unidades Representativas de Producción” de Sagarnaga et al. (2018), que propone y fundamenta estructuralmente la metodología para el agro mexicano. Así mismo, destaca la obra “Ingresos y Costos de Producción 2013-2015. Unidades Representativas de Producción Agropecuaria” coordinada por Aguilar et al. (2019), que compila trabajos de campo agrícola y pecuarios de 12 estados del país. Otra obra que sustenta la aplicación de esta metodología es “Ingresos y costos de producción de productos con diferentes avances de integración a la cadena de valor” Salas González et al. (2025).

Esta metodología no es exclusiva para productos agrícolas, sino también para productos pecuarios. Algunos estudios de productos son el de nopal tuna

(Domínguez-García et al., 2017), crasuláceas (Jiménez-Carrasco et al., 2025) y aguacate (Franco et al., 2018) y dentro de los pecuarios está la ganadería caprina extensiva (Perales et al., 2018) y la producción de leche (Sagarnaga et al., 2018).

2.5. Costos de producción e indicadores

2.5.1. Costos de producción

El costo se define como el valor que de los recursos que se te utilizan elaboración de un bien. En ese sentido, la FAO (2023) señala que el costo representa la sumatoria del total de los insumos aplicados en el proceso productivo. Con base en FAO (2023) y Sagarnaga et al. (2018), el costo de producción puede conceptualizarse como el valor económico de todos los recursos empleados para la obtención de un producto.

Para el caso específico de la caña de azúcar, en los recursos empleados se incluyen los agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas), la semilla, servicios de maquinaria, y la mano de obra. Al respecto FAO (2023) indica que la cuantificación de costos se establece de manera particular, dependiendo de cada productor. A causa de esto, en todas las UTP cañeras no se utilizan los mismos recursos.

Metodológicamente, los costos se pueden clasificar en tres tipos: a) desembolsados, b) financieros, y c) económicos (Sagarnaga et al., 2018). Los costos desembolsados son aquellos que el productor paga directamente en el momento del consumo del recurso o la contratación de un servicio, dentro de los costos desembolsados están los costos de operación. Por su parte, los costos financieros se conforman por los costos de operación más costos generales del proceso productivo, como el seguro o cuotas a asociaciones, e incluyen aquellos tienden a ser implícitos, como son las depreciaciones. Finalmente, los costos económicos se conforman por la sumatoria de los valores anteriores más el costo de oportunidad de los factores y capital invertido. En conjunto, el análisis de los costos de producción es una herramienta que permite evaluar los márgenes de ganancia y por tanto determinar la rentabilidad de los productores (FAO, 2023).

En suma, la estimación y compresión de costos tiene una alta relevancia analítica. El registro contable en la gestión agrícola constituye un pilar ineludible para la evaluación de la competitividad de las unidades de producción. En ese sentido, es esencial hacer una diferenciación entre los costos de producción tradicionales con los costos de la gestión, los cuales con frecuencia no tienen registro. Plantear esta diferencia es clave, puesto que parte del objetivo investigación es evaluar la viabilidad de la unidad de producción, visibilizando la gestión empresarial y los costos de oportunidad que suelen omitirse.

2.5.2. Indicadores de viabilidad económica y financiera

La evaluación de la viabilidad económico mediante el enfoque de UTP se complementa con el uso de herramientas como el Sistema de Información de Costos de la Caña de Azúcar (SI-costos). A nivel nacional el SI-costos tiene por objetivo proporcionar información oficial y estructurada de los costos de producción de este cultivo. Los informes generados del SI-costos ayudan a tomar decisiones del sector cañero, tanto en el ámbito gubernamental como en el privado, así mismo como fuente para la triangulación de datos para el sector académico.

Para este fin, el SI-costos proporciona resúmenes de la información del ingenio seleccionado, los cuales se pueden filtrar por zafra, región, año y régimen hídrico (CONADESUCA, 2025). La estructura de costos del SI-costos se conforma por etapas y conceptos son las fases operativas de la producción; ejecución y modalidad de pago, muestra cómo se paga, sea por hectárea o por tonelada; métricas, contienen el número de aplicaciones, cantidades y superficie; parámetros económicos y de agrupación, se integran por el precio unitario, rubros como maquinaria, mano de obra, costos fijos, insumos agrícolas y costos administrativos.

Los principales interesados en estos reportes son los tomadores de decisiones de la agroindustria azucarera y organizaciones de productores. De igual manera, el sistema está dirigido a interesados en el campo cañero, puesto que sirve como fuente primaria de datos para realizar proyectos. La estructura de datos

presentados en SI-costos permite escalar el nivel de análisis según las necesidades del productor. Esto facilita calcular la productividad parcial de los factores de la producción, asimismo, permite hacer comparativas entre regiones, ingenios, año, regímenes hídricos, entre otras.

La producción de caña se puede ver como un proyecto de inversión donde se espera que los beneficios sean mayores que los costos. El beneficio en la producción es el ingreso por producto, por otro lado, el costo es todo recurso o gasto aplicado para la producción de un bien. Como mencionan Jácome Lara y Carvache Franco (2017), la relación beneficio-costo, se define como el resultado de dividir el ingreso entre el costo. Dentro de los beneficios, en la producción de caña el beneficio se conforma por la venta de producto o las transferencias gubernamentales recibidas en valor monetario o en producto, como fertilizantes. Con respecto al costo, este incluye los gastos por la implementación de insumo, los costos implícitos y los costos de oportunidad. Como menciona Morín Maya (2018), el análisis de sensibilidad complementa y fortalece el análisis del beneficio-costo.

Algunas otras métricas financieras que ayuda a hacer más completo el estudio son el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno. El VAN es el valor del saldo de los flujos netos en un proyecto de inversión (Castro Tato, 2001). Por su parte, la Tasa Interna de Retorno es el porcentaje de retribución esperada.

Además del VAN y TIR, se incorpora la Matriz de Análisis de Políticas (MAP) (Monke y Pearson, 1989). Esta herramienta metodológica permite evaluar el efecto de las intervenciones gubernamentales en la competitividad privada de las UTP. De esta se deriva la Relación Costo Privado (RCP), la cual permite evaluar la competitividad de las unidades de producción agrícola en el uso de los recursos de la nación. De la MAP, derivan coeficientes que complementan la evaluación de la competitividad como el Coeficiente de Protección Nominal de Productos (CPNP), el Coeficiente de Protección Nominal de Insumos (CPNI) y el Coeficiente de Protección Efectiva (CPE). El CPNP mide la relación entre el ingreso privado y el ingreso social, si es mayor a 1 significa que las políticas protegen o subsidian

al precio del producto, a diferencia de si es menor 1, el producto está castigado en relación con el mercado mundial. Por su parte, el CPNI mide la relación de los costos de insumos comerciales a precios privados con los precios sociales o sombra, donde si es mayor a 1, significa que las políticas encarecen los insumos y si es menor, el Estado subvenciona los insumos. Finalmente, el CPE compara el valor agregado a precios privados con el valor agregado a precios sociales o sombra.

2.6. Políticas públicas y diversificación de la agroindustria local

2.6.1. Intervenciones gubernamentales y planeación estratégica

En el plan municipal de Antiguo Morelos 2024-2027 (Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas, 2025) , se muestra que el indicador de desarrollo sustentable busca mejorar la calidad de los productos. En cuando al indicador del equipamiento agrícola, este tiene como finalidad la modernización de las herramientas implementadas para el manejo postcosecha del campo agrícola.

2.7. Estado del conocimiento y vacíos identificados

El estado del conocimiento sobre la economía de la caña de azúcar requiere de un análisis bibliométrico para identificar los vacíos que hay en la literatura, así como las tendencias. Para el mapeo de la estructura intelectual se diseñó una fórmula de búsqueda en la base de datos Scopus en julio de 2026 donde se incluyen publicaciones anticipadas o artículos en proceso. Para garantizar reproducibilidad, la fórmula es la siguiente:

((TITLE-ABS-KEY (("representative farm*" OR "typical farm*" OR "sugarcane region*" OR "sugarcane zone*" OR "sugarcane plot*" OR "sugarcane field*") AND ("production cost*" OR "producer panel*" OR "economic viability" OR "AAEA" OR "sugarcane cost*" OR "cost information system*"))) OR (TITLE-ABS-KEY ("sugarcane" OR "sugar cane") AND TITLE-ABS-KEY ("production cost*" OR "economic viability" OR "profitability" OR "sugarcane cost*" OR "cost information system*")) OR (TITLE-ABS-KEY (("representative farm*" OR "typical farm*" OR

"sugarcane region*" OR "sugarcane zone*" OR "sugarcane plot*" OR "sugarcane field*") AND ("sugarcane" OR "sugar cane"))))

Esta fórmula de búsqueda se estructuró de tal manera que se limitara y enfocara en la unidad primaria de producción. Al integrar conceptos metodológicos como granjas representativas y panales de productores con indicadores de costos de producción y rentabilidad. Además, se filtraron los resultados con el objetivo de conservar aquellos que vayan acorde con el objetivo de tesis: costos a nivel de campo.

Para la elaboración de la red se utilizó el software VOSviewer 1.6.20 debido a una visualización de la red piloto, se realizó un proceso de homogeneización de datos bibliográficos. Al visualizar la red piloto existían nodos que representaban lo mismo con diferencia en escritura como “sugar cane” y “sugarcane”, por ende, se estableció solo “sugarcane” como misma palabra. Este ajuste de escritura consolida la fuerza de enlace del objetivo de la búsqueda y evita fragmentación del nodo central.

Configuración de la red y agrupación

La red generada en VOSviewer se configuró seleccionando el análisis de coocurrencia de las palabras clave a través del método de conteo completo. Se seleccionó un umbral de 5 ocurrencias mínimas por palabra. Bajo estos parámetros la base de datos paso de lo general a lo particular, de un total de 17,962 palabras clave, 1,707 superaron este filtro. Posterior a esto y con la finalidad de mejorar la visualización de la red, el software restringió el mapeo exclusivamente a las 1,000 palabras clave con mayor fuerza de aristas. Bajo la configuración estándar, se consideró la red en 4 clústeres principales (**Figura 2**).

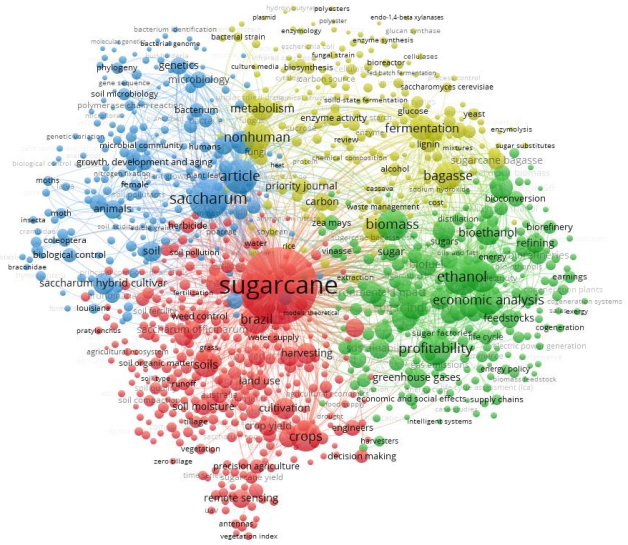

Figura 2. Red del análisis bibliométrico.

Fuente: elaboración propia en VOSviewer.

En el Cuadro 5 se muestra como resultaron los clústeres en la red del análisis bibliométrico. Estos están clasificados en cuatro clústeres.

Cuadro 5. Análisis de clústeres de la red

Clúster	Temas	Nodos principales
Rojo	Producción primaria y manejo agrícola	Sugarcane, brazil, soils, haversting, crops, cultivation, precision agriculture, soil moisture
Verde	Bioeconomía, rentabilidad y transición energética	Ethanol, economic analysis, profitability, biomass, bioethanol, greenhouse gases y energy policy.
Azul	Biología y genética	Saccharum, genetics, microbiology, metabolism y biological control
Amarillo	Procesamiento bioquímico y subproductos	Fermentation, bagasse, glucose, enzyme activity, yeast y bioreactor

Fuente: elaboración propia.

El contenido del clúster rojo está enfocado a la parte física y operativa del sector. Se centra en el campo agrícola; prácticas de preparación, cosecha y condiciones edafológicas. En este clúster predomina el conocimiento técnico y rendimientos físicos, es notoria la ausencia de las variables financieras o de costos a nivel parcela.

El clúster Bioeconomía, rentabilidad y transición energética (clúster verde) agrupa la literatura enfocada al sector industrial y la viabilidad económica a nivel macro. En este clúster, el análisis rentable de la caña de azúcar lo enfocan a la generación de biocombustibles de la agroindustria, el producto primario no es la prioridad, sino la transformación de este.

El clúster Biología y genética, desde la óptica de la red, hace referencias a las ciencias biológicas. Los estudios de este grupo tratan sobre la mejora genética del cultivo, así como su resistencia a las plagas y la microbiología del suelo. Estas investigaciones siguen ausentes de evaluaciones económica, su principal objetivo es la mejora en la resistencia de la planta para su producción.

En el último clúster (amarillo) se reflejan las investigaciones que tienen por objetivo la biotecnología. El centro de estos estudios es el aprovechamiento eficiente de los subproductos, como se repite en el Cuadro 5, el bagazo y azúcares residuales. Es decir, analizan subproductos de la caña de azúcar, que aumentan el valor mediante procesos químicos.

En la Figura 3 se evidencia que en la búsqueda de costos de producción existe una demarcación que polariza los análisis económicos entre sectores, aísla los sectores (clúster verde) y las labores culturales del (clúster rojo) haciendo que resulte innecesario evaluar económicamente a los productores porque existen sistemas que manejan promedios de los niveles de producción. La evaluación de UTP de caña de azúcar mediante paneles de productores es una herramienta metodológica que traslada estos indicadores de viabilidad financiera directamente al origen de la cadena de valor, cubriendo así el vacío analítico que muestra la literatura global.



Figura 3. Producción científica de la caña de azúcar.

Fuente: elaboración propia.

En las últimas décadas, el análisis de la rentabilidad agrícola evolucionado para incorporar o hacer herramientas más visibles al público. En México la evaluación de la rentabilidad de la caña se apoya fuertemente en el SI-costos, a través de este sistema sí estandarizan las estructuras de costos. No obstante, a partir de la revisión de su estructura se identifica un vacío metodológico e informativo sustancial: el sistema se centra en los costos contables o explícitos como es la compra de insumos contratación de servicio y mano de obra.

El vacío en el análisis de costos de la caña de azúcar radica en la ambición de los costos económicos o implícitos específicamente en los costos de oportunidad. El SI-costos no contabiliza parámetros que son de suma importancia para la viabilidad económica durante el ciclo evaluado de las unidades de producción tales como el costo de oportunidad de la tierra, el costo de oportunidad del capital invertido ni el valor del trabajo no remunerado del propio productor y de su familia.

Al ignorar estos factores los informes oficiales pueden mostrar una supuesta rentabilidad financiera positiva en el corto plazo mientras que la realidad

económica el productor puede estar no generando ingresos suficientes para reponer sus activos o cubrir sus propios factores de producción.

Por lo tanto, la presente investigación busca llenar este vacío mediante la aplicación de la metodología de paneles de productores y el enfoque de Unidades Típicas de Producción. Esta aproximación permitirá integrar los costos de oportunidad y la depreciación en las estructuras de costos de caña de azúcar ofreciendo un reflejo fiel de la viabilidad económica y financiera de los productores.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN TAMAULIPAS MEDIANTE UNIDADES TÍPICAS DE PRODUCCIÓN[3]

Granados-Cruz, Israel[4]; Salas-González, José María[5]; Jiménez-Carrasco, Juan Salvador[6]; Sagarnaga-Villegas, Leticia Myriam[3]

3.1. Resumen

La caña de azúcar es un cultivo con gran importancia económica y social para el sur de Tamaulipas. Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar la viabilidad económica de la caña de azúcar mediante la metodología de costos de producción a través de paneles de productores. Los paneles se conformaron por pequeños productores cañeros municipio de Antiguo Morelos donde se recopilaron datos para la estimación de ingresos y costos diferenciados por sistema de riego y temporal. Como resultados de la investigación se generó una estructura por tipo de costos: costos desembolsados, generales y económicos. Donde los costos económicos por hectárea fueron: en riego los CO son de $51,421.84, los CG son de $59,018.35 y los CE son $72,855.4510 pesos, con respecto al temporal; $41,482.84, $48,876.01 y $59,292.25, respectivamente. Además, mediante la política de precios se identificó que el precio de liquidación no solo cubre los CE, sino genera excedente para riego y para el temporal, pero en menor grado. El presente estudio se enfocó en el análisis de unidades representativas de Antiguo Morelos, por ende, se limita a unidades que compartan características similares. Los principales hallazgos de la investigación es que se analizan los costos de producción con un enfoque distinto al SI-costos, así mismo, evalúa la competitividad mediante la MAP y finalmente, se revela la fragilidad del sistema de temporal ante caídas de precio y de rendimiento.

Palabras clave: costos de producción, caña de azúcar, granjas representativas, Matriz de Análisis de Políticas

[3] Artículo científico que enviado a la revista *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

[4] División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo.

[5] Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo.

[6] Universidad Politécnica de Texcoco.

3.2. Abstract

Sugarcane is a crop of great economic and social importance for southern Tamaulipas. Therefore, the objective of this research is to evaluate the economic viability of sugarcane using the production cost methodology through producer panels. The panels were comprised of small-scale sugarcane farmers from the municipality of Antiguo Morelos, where data were collected to estimate revenues and costs differentiated by irrigated and rainfed systems. As a result of the research, a cost structure was generated by type: out-of-pocket, overhead, and economic costs. Economic costs per hectare were: for irrigated systems, out-of-pocket costs were $51,421.84, overhead costs were $59,018.35, and economic costs were $72,855.45 pesos; whereas for rainfed systems, they were $41,482.84, $48,876.01, and $59,292.25, respectively. Furthermore, through the pricing policy analysis, it was identified that the final settlement price not only covers economic costs but also generates a surplus for irrigated systems, and to a lesser extent, for rainfed systems. This study focused on the analysis of typical production units in Antiguo Morelos; therefore, it is limited to units sharing similar characteristics. The main findings of this research are that production costs are analyzed using an approach distinct from SI-costos, competitiveness is evaluated through the Policy Analysis Matrix (PAM), and the vulnerability of the rainfed system to drops in yield and price is revealed.

Keywords: production costs, sugar cane, representative farms, Policy Analysis Matrix (PAM).

3.3. Introducción

La agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es un sector con gran importancia para la economía rural en México. Es un cultivo que puede desarrollarse en climas tropicales y subtropicales (Reyes-Hernández et al., 2022) con mejor desarrollo en regiones tropicales con alta recepción solar. Según Duarte y González (2019), y Enciso (2020), para su óptimo crecimiento se requieren temperaturas entre 26 y 33 °C, con una precipitación de entre 1,200 a 1,800 milímetros (mm) anuales. En suma, Aguilar-Rivera et al. (2015) subraya la necesidad de agua constante desde el inicio del ciclo, no solo que la planta reciba los mm en julio-agosto. Las necesidades de las condiciones climáticas y su capacidad de resiliencia permiten a la caña de azúcar desarrollarse en 15 estados de la república mexicana (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar [CONADESUCA], 2024).

A nivel internacional, México se ha posicionado como noveno lugar en la producción de azúcar en el ciclo 2025/2026 (USDA, 2025), aporta el 3% de la producción mundial, con un volumen de 5.4 millones de toneladas (MDT). A nivel nacional, Veracruz es el estado que por sus condiciones climáticas y territoriales lidera la producción (Peralta González et al., 2025). Por efecto de la masa productiva, cuenta con la mayor cantidad de ingenios a nivel estatal (18 ingenios azucareros). Otros estados como Jalisco, San Luis Potosí y Tamaulipas cuentan con un número muy por debajo a Veracruz; seis, cuatro y uno, respectivamente.

El estado de Tamaulipas se ha posicionado en un nivel intermedio en la producción de caña, esto por la superficie de siembra y por sus rendimientos. Según el Servicio de Información Agrícola y Pesquera (SIAP, 2020), Tamaulipas se posicionó como el sexto productor de caña con un volumen de 3.14 MDT. Sin embargo, el rendimiento reportado por SIAP fue de 49 ton/ha (Peralta González et al., 2025). La región cañera del estado de Tamaulipas ubica en el sur, colindando con San Luis Potosí y Veracruz. En la región, el ingenio azucarero se ubica en el municipio de El Mante, quién es el que concentra más del 35% de la

producción estatal (Reyes-Hernández et al., 2022). En colindancia con El Mante, el municipio de Antiguo Morelos forma parte de la región cañera.

En Antiguo Morelos, el cultivo de caña de azúcar es fundamental para el desarrollo, tanto por su impacto comercial como social para las comunidades rurales. No obstante, en los últimos años los cañeros enfrentan grandes retos como las prolongadas sequías y los aumentos en los insumos (FIRA, 2025). Las unidades de producción operan en dos sistemas que se dividen principalmente en riego y temporal, y no hay sistema que no se enfrente a los desafíos climáticos. Aunado a los problemas ambientales, los pequeños y medianos productores enfrentan otra dificultad del tipo administrativo, la contabilización de los costos de producción. Más aún, en el Programa Institucional del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar 2025-2030 (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER] y CONADESUCA, 2021), se admite la limitación de indicadores que identifiquen el riesgo en la fase agrícola.

Los costos de producción son aquellos que representan el valor económico de los recursos destinados a producir un bien (FAO, 2023; Sagarnaga et al., 2014). Por su parte, FAO (2023) menciona que la cuantificación de costos depende de cada productor. Acorde con lo mencionado por FAO, las Unidades Típicas de Producción (UTP), no generalizan promedios, sino que, cuantifica costos explícitos como implícitos; desembolsados, generales y económicos. Por ello, la productividad de cada UTP dependerá de la relación entre el producto obtenido y la cantidad de recursos que se utilización para su obtención (Katharaki y Katharakis, 2010).

La ausencia de infraestructura hace que el productor no vea algunos costos implícitos como el valor de la tierra (Iñiguez Iñiguez et al., 2018), incluso hay una capa que atenúa estos costos porque se descuentan en la liquidación de la caña. Si bien, la herramienta SI-costos estima los costos de producción de caña de azúcar (SAGARPA y CONADESUCA, 2017) hay una carencia del costo de oportunidad de los factores de producción y del productor. Ante la falta de un

registro contable los productores pueden operar bajo una falsa percepción rentable (Parkin y Loría, 2010). Por consiguiente, la metodología de paneles de productores, adaptada a México por Sagarnaga et al. (2018) permite evaluar la rentabilidad económica de esta actividad desde otro enfoque.

A través de esta metodología se analizan las UTP de caña de azúcar. De manera complementaria a la metodología se muestran indicadores como el beneficio-costo que muestra el grado de beneficio por cada recurso o gasto aplicado en la producción (Jácome Lara y Carvache Franco, 2017). Además, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que permite analizar el valor actual de la inversión (Castro Tato, 2001) y la tasa que soporta la producción de caña para ser rentable (Morín Maya, 2018). En adición, un análisis de sensibilidad la aplicación de permite conocer posibles escenarios a los que se puede enfrentar el ciclo de la caña (Morín Maya, 2018) .

Por otra parte, se presenta la Matriz de Análisis de Políticas (MAP) (Monke y Pearson, 1989). Esta evalúa el efecto de las intervenciones gubernamentales en la competitividad de las unidades de producción, como el estudio de Saad et al. (2019). De la MAP deriva la Relación Costo Privado (RCP), la cual permite evaluar la competitividad de las unidades de producción, o en su caso, conocer si la actividad agrícola depende de las transferencias gubernamentales. Algunos coeficientes que derivan y complementan la MAP son el Coeficiente de Protección Nominal de Productos (CPNP), el Coeficiente de Protección Nominal de Insumos (CPNI) y el Coeficiente de Protección Efectiva (CPE). El CPNP mide la relación entre el ingreso privado y el social, si es > 1 las políticas protegen o subsidian el precio del producto, si es menor 1, el producto está castigado en relación con el mercado internacional. Por su parte, el CPNI mide la relación de los costos de insumos comerciales a precios privados con los precios sociales o sombra, si es >1, las políticas encarecen los insumos y si es <1, el Estado subvenciona los insumos. Finalmente, el CPE comprara el valor agregado a precios privados con el valor agregado a precios sociales o sombra.

Por tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la viabilidad económica y competitividad privada de la producción de caña bajo los sistemas de riego y temporal en Antiguo Morelos, Tamaulipas a través de paneles de productores.

3.4. Materiales y métodos

3.4.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Antiguo Morelos, en el estado de Tamaulipas (Figura 4), el trabajo de campo se realizó en julio de 2025. El municipio se ubica entre los paralelos 22° 23’ y 22° 47’ de latitud norte; los meridianos 99° 13’ y 98° 55’ de longitud oeste; altitud entre 50 y 500 metros (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía [INEGI], 2010). Colinda al norte con los municipios de Ocampo y El Mante; al este con el municipio de El Mante; al sur con el estado de San Luis Potosí; al oeste con los municipios de Nuevo Morelos y Ocampo. Ocupa el 0.7% de la superficie del estado. Cuenta con 172 localidades y una población de 9,003 habitantes (INEGI, 2010).



Figura 4. Ubicación geográfica de Antiguo Morelos, Tamaulipas

Fuente: adaptada de INEGI (2010).

El clima ronda entre 22-26° C. Rango de precipitación 1,100 – 1,300 mm. Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (75%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (25%) (INEGI, 2010). El

uso del suelo y vegetación es agricultura (52%) y zona urbana (0.4%), con vegetación selva (47.5%) y tular (0.1%) (INEGI, 2010).

3.4.2. Población y muestra

La recopilación de datos primarios en este estudio se llevó a cabo por medio de un diseño de muestreo intencional por autoselección. Esta elección se fundamenta en que el objetivo no consistió en realizar inferencias estadísticas sobre parámetros poblacionales a partir de varianzas matemáticas, sino en tipificar la estructura de costos reales mediante la construcción de una UTP de caña de azúcar con niveles tecnológicos y niveles productivos típicos de Antiguo Morelos, basadas en Unidades Representativas de Producción de Sagarnaga et al. (2018).

Con base en la Técnica Delphi, la caracterización de los productores permitió conformar dos paneles: temporal y riego. La conformación final de los paneles dependió de la asistencia voluntaria y disposición de los participantes para compartir sus parámetros técnicos y financieros, lo cual es congruente con los preceptos de la metodología de UTP para la obtención de datos mediante consenso empírico (Sagarnaga et al., 2018). En un primer momento, se realizó un acercamiento con el facilitador (comisariado del ejido), productor experto en el proceso productivo de caña de azúcar, con la finalidad de elaborar la plantilla del panel. Posterior a ello, se realizó el panel el día 10 de julio de 2025. Como parte del equipo se contó con un moderador, un capturista y un relator. La asistencia registrada en los paneles fue de seis productores de riego y tres de temporal.

Las UTP modeladas se denominaron TMCAPG-R5 y TMCAPG-T5, donde la nomenclatura de diferencia por cada dos siglas, TM: Tamaulipas (entidad federativa), CA: Caña de azúcar (producto): PG: Praxedis Guerrero (Localidad), R: Riego, T: Temporal y 5: Superficie en hectáreas (has). El análisis se enfocó en los parámetros para una hectárea de la variedad Mex 68-1345, interpretando en los resultados para cinco has que es la superficie modal de los participantes.

La viabilidad de la producción de caña de azúcar se estimó con la diferencia entre costos e ingresos totales. Los costos totales se consideran los costos desembolsados (flujo de efectivo u operativos), generales y económicos que incorporan los costos de oportunidad de todo el ciclo. Estos costos desagregados permitieron estimar la viabilidad financiera y económica propuesta por Sagarnaga et al. (2018) con base en la metodología de American Agricultural Economics Association Task Force (AAEA, 2000).

3.4.3. Material utilizado

Para la recolección de la información durante las sesiones de panel, se empleó como instrumentos una matriz de captura estructurada. Para el procesamiento de datos primarios, la estructura de costos y las estimaciones financieras y económicas se utilizó el software de Microsoft Excel 365 ©. Este software permitió la tabulación y cálculo de las variables, la determinación de los costos totales y la generación de indicadores financieros y económicos. Para la triangulación de datos se recurrió a bases de datos oficiales (SI-costos).

3.4.4. Variables de estudio

Las estimaciones de los costos desembolsados (CD), costos financieros (CF) y costos económicos (CE) y el ingreso total (IT) son de suma importancia para analizar la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar. Dentro de los CD se encuentran los costos de operación (CO) que son aquellos que hacen posible el establecimiento y producción de caña de azúcar, los costos generales (CG) son los gastos implícitos como pago a cuotas, impuestos y seguros, y los costos de oportunidad (COD) que son los costos de oportunidad de los factores productivos y del productor. En resumen, los CD incluyen los CO, los CF incluyen los CO más los CG, los CE es la suma de los CO, los CG y los COP. Por ende, el costo total es la sumatoria de los CE durante todo el ciclo. Adicionalmente, se calcularon otros indicadores como el Beneficio-costo, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Costos de operación

Dentro de los costos operativos se contemplan los gastos que se realizan en efectivo para pagar insumos utilizados en durante el ciclo de producción de la caña de azúcar. Los conceptos que conforman los CO son preparación del terreno, semilla, siembra, fertilizantes, herbicidas, fungicidas, combustibles y lubricantes, mano de obra empleada en mantenimiento y reparaciones, mano de obra en labores culturales, herramientas, equipo de trabajo con vida útil menor a un año y cosecha. Para el cálculo de estos costos (Ecuación 1) se empleó la propuesta metodológica de Sagarnaga Villegas et al. (2018).

$$CO = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} P_j \qquad (1)$$

Donde:

CO = Costos operativos

a_{ij} = Insumo j empleado en la producción del producto i.

P_j= Precio del insumo j.

Costos generales

Los CG representan las erogaciones de dinero que son fijas independientemente al rendimiento obtenido en la UTP. Este rubro contempla los costos que suelen no incluirse como las depreciaciones de herramientas y del vehículo, y otros costos, en los que se incluyen las placas de tenencia vehicular y teléfono. Además, incluyen los pagos a asociaciones locales y nacionales, e impuesto predial. También el pago de servicios fijos asociados a la gestión de la unidad de producción. En suma, son costos ineludibles para el productor.

$$CG = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} P_k \qquad (2)$$

Donde:

CG = Costos generales

a_{ij} = Factor k empleado en la producción de P_i.

P_k = Precio del factor k.

Costos de oportunidad

Los COP representan la inversión en la unidad de producción, no incluyen salidas y desgaste de capital, sino el costo de oportunidad de los factores productivos y del productor. Estos integran el valor del factor tierra, el capital invertido en acciones de mejoras ordinarias y extraordinarias, así también como la mano de obra no remunerada y el tiempo dedicado a la gestión empresarial de la unidad de producción. Para el cálculo de los costos de oportunidad se tomó la inflación anual de 3.51% reportada en julio 2025 (INEGI, 2025). Por consiguiente, el cálculo del CE se detalla en la Ecuación 3.

$$CE = CO + CG + COP \qquad (3)$$

Ingreso total

El ingreso total es el resultado de multiplicar el precio de venta de la tonelada de caña por la cantidad de caña de azúcar cosechada más las transferencias (Ecuación 4). Sin embargo, para fines del estudio se toman dejan fueran las transferencias, solo en incluyen en los análisis de incidencia, que evalúa la incidencia de las intervenciones gubernamentales.

$$IT = PQ + T \qquad (4)$$

IT = Ingreso total.

Q = Cantidad en toneladas de caña de azúcar cosechadas.

P = Precio de la tonelada de caña de azúcar.

T = Transferencias.

Cálculo de indicadores

Para calcular el VAN, se tomaron en cuenta los flujos de los CE. Se realizó un ajuste a los costos, se descontó el establecimiento del cultivo y la semilla a los costos del año uno (Planta), esto con la finalidad de contabilizar el año de

establecimiento. Dicho ajuste no afecta la fórmula del VAN, esta sigue siendo la propuesta de Castro Tato (2001) (Ecuación 5).

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \qquad (5)$$

Dónde:

F_t = Flujo neto de efectivo económico en el año t.

n = Vida útil del proyecto.

I = Inversión inicial.

r = Tasa de interés (7.67%).

La vida útil del cultivo se consideran cuatros años productivos, con un desarrollo inicial de 16 meses en la etapa planta, esto debido a los cuatro meses de preparación del terreno. Para el cálculo de VAN la tasa de referencia es cetes a 28 días que fue de 7.67% (Sistema de Información Económica, 2025). De manera complementaria, se calculó la TIR (Castro Tato, 2001), que se define como la tasa que igual el VAN a cero (Ecuación 6).

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I_0 \qquad (6)$$

Para el garantizar las comparaciones económicas a lo largo del horizonte del ciclo productivo (2022-2025), las UTP se construyeron bajo un enfoque de presupuesto típico retrospectivo y prospectivo, donde el precio de liquidación se mantiene constante en $1,150 por tonelada (ton), también los costos de insumos y labores también son constantes a precios de julio 2025.

Para la obtención de los coeficientes de política (CPNP, CPNI y CPE) estos derivaron de la MAP. Es importante demarcar los conceptos presentados en el **Cuadro 6**, pues estos se enfocan en un análisis de incidencia de los apoyos gubernamentales. En ese sentido, la primera fila plasma la estructura privada con apoyos, es decir, se muestran los precios de mercado pagados por el productor

donde se incluye las transferencias en producto (fertilizante) y en moneda. En la fila siguiente se muestra la estructura privada sin intervenciones, donde se separan los ingresos por toneladas y los costos de insumos a precio de mercado.

La columna tres contiene los insumos comerciales: semilla y siembra, fertilizantes, herbicidas, combustibles, lubricantes, herramientas, y mantenimiento y reparaciones. Los factores internos se conforman por la preparación del terreno, mano de obra remunerada, cosecha, costos generales y costos de oportunidad. La estructura de la MAP se puede ver en el **Cuadro 6**, donde para el acomodo de datos en esta matriz se tomaron los conceptos de la estructura de costos, no se omitió ningún dato, solo se reacomodaron.

Cuadro 6. Esqueleto de la MAP

Criterios	Ingresos totales	Insumos comerciales	Factores internos	Ganancia
Estructura privada con apoyos	A	B	C	$D = A - B - C$
Estructura privada sin intervenciones	E	F	G	$H = E - F - G$
Efectos de política	$I = A - E$	$J = B - F$	$K = C - G$	$L = D - H$

Fuente: elaboración propia con base en Monke y Pearson (1989).

Para obtener los coeficientes se utilizaron las siguientes fórmulas: $RCP = \frac{C}{A-B}$; $CPNP = \frac{A}{E}$; $CNPI = \frac{B}{F}$; y $CPE = \frac{A-B}{E-F}$.

3.4.5. Análisis estadístico

Se reconoce que los datos obtenidos a través de los paneles realizados presentan limitaciones a causa de la falta de registros contables por parte de los productores, y la información resultante se basó de la memoria histórica de los participantes, careciendo de varianza estadística para inferencias poblaciones. Antes bien, el consenso entre productores mitigó el sesgo de memoria histórica gracias a las hojas de resultados que les brinda el ingenio en la liquidación. Esto permitió que se triangularan datos con el SI-costos de CONADESUCA. En

consecuencia, la comparativa entre las UTP tienen carácter descriptivo, no pretenden establecer inferencias estadísticas, sino realizar contrastes con unidades que poseen características modales similares.

3.5. Resultados

El análisis de la viabilidad económica y los costos de producción de caña de azúcar en Antiguo Morelos, Tamaulipas, se fundamenta en la generación de dos UTP con una escala modal de cinco hectáreas (has) diferenciadas por su régimen hídrico; riego (TMCAPG-R5) y temporal (TMCAPG-T5). En ambos sistemas el rendimiento máximo se da en la etapa de planta (Cuadro 7).

Cuadro 7. Parámetros técnicos

			Riego		Temporal	
Año	**Etapa**	**Superficie (has)**	**Rendimiento**	**Producción total**	**Rendimiento**	**Producción total**
2022	Planta	5	90	450	55	275
2023	Soca	5	70	350	50	250
2024	Resoca 1	5	50	250	40	200
2025	Resoca 2	5	40	200	30	150

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

En el sistema de riego, el rendimiento inicial alcanza las 90 ton/ha, superando las 55 ton/ha de temporal. Conforme transcurren las etapas del ciclo, soca y resocas, ambos sistemas presentan rendimientos decrecientes inherentes a la disminución de recursos biológicos de la cepa (Figura 5).

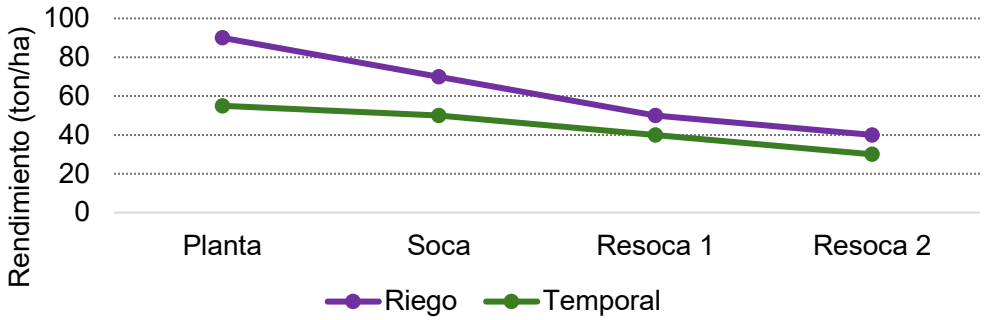

Figura 5. Evolución del rendimiento por etapa

Fuente: elaboración propia.

Estructura de costos

La estructura de costos de la etapa Planta se resume en el Cuadro 8. Las diferencias en los sistemas se deben a los costos por cosecha, por cuotas, depreciaciones de activos, costo de oportunidad del capital y por el valor de la tierra.

Cuadro 8. Resumen de la estructura de costos en la etapa de Planta

Tipo de costo	Riego	Temporal
CO	$257,109.20	$207,414.20
CG	$37,982.53	$36,965.87
COP	$69,185.52	$52,081.21
CE de Planta	$364,277.25	$296,461.27

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

La unidad de riego en la etapa de planta presenta CE en Planta de $364,277.25 pesos, mientras que la de temporal presenta $296,461.27 pesos. De manera desagregada, los CO en riego superan a los costos de temporal, esto se debe a riegos de auxilio y al volumen de cosecha. En los CG de riego superan ligeramente a los de temporal ($37,982.53 > $36,965.87 pesos). Con respecto a los COP, el sistema de temporal presenta menores costos a causa del costo de oportunidad del capital de trabajo y del costo de oportunidad invertido en la tierra, difieren en $17,104.31.

Mediante la estructura de costos se obtuvo el costo unitario por sistema. Para el riego, el CD por ton es de $571.35, el CF es de $655.76 y el CE $825.35 pesos. Para el sistema de temporal, el CD $754.23, CF $888.65 y el CE $1,098.97 pesos. A diferencia de las siguientes etapas de cosecha (soca y resocas), en la etapa de planta, al ser primera etapa de corte es necesario contemplar la preparación del terreno y siembra (año inicial, aunque solo sean 4 meses), para las siguientes se omiten estos dos conceptos. Por tal motivo, en los anexos solo se desglosa la estructura de costos de planta de ambos sistemas (Anexo 1).

Ingresos y costos totales

La metodología de paneles de productores permitió estructurar los costos de cada sistema, así como del ciclo completo. En el Cuadro 9 se observa los ingresos, tipo de costos, beneficios financieros y económicos.

Cuadro 9. Ingresos, costos y beneficios por UTP

			Riego		
Concepto	**Planta**	**Soca**	**Resoca 1**	**Resoca 2**	**Ciclo**
Ingreso total	$517,500.00	$402,500.00	$287,500.00	$230,000.00	$1,437,500.00
CO	$257,109.20	$126,709.20	$103,809.20	$92,359.20	$579,986.80
CG	$295,091.73	$164,691.73	$141,791.73	$130,341.73	$731,916.93
CE	$364,277.25	$233,877.25	$210,977.25	$199,527.25	$1,008,659.02
Beneficio financiero	$222,408.27	$237,808.27	$145,708.27	$99,658.27	$705,583.07
Beneficio económico	$153,222.75	$168,622.75	$76,522.75	$30,472.75	$428,840.98
			Temporal		
Concepto	**Planta**	**Soca**	**Resoca 1**	**Resoca 2**	**Ciclo**
Ingreso total	$316,250.00	$287,500.00	$230,000.00	$172,500.00	$1,006,250.00
CO	$207,414.20	$93,809.20	$82,359.20	$70,909.20	$454,491.80
CG	$244,380.07	$131,441.73	$119,991.73	$108,541.73	$604,355.27
CE	$296,461.27	$183,522.94	$172,072.94	$160,622.94	$812,680.10
Beneficio financiero	$71,869.93	$156,058.27	$110,008.27	$63,958.27	$401,894.73
Beneficio económico	$19,788.73	$103,977.06	$57,927.06	$11,877.06	$193,569.90

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Como se observa en el Cuadro 9 ambos sistemas presentan valores positivos. En riego, los beneficios netos financieros y económicos son $705,583.07 y $428,840.98 pesos, respectivamente, a lo que corresponde el temporal, los beneficios son menores, el financiero $401,894.73 y el económico es $193,569.9 pesos. También se muestra como en ambos sistemas la etapa de soca es la que se perciben mayores beneficios financieros y económicos.

Además, se evidencia que la UTP de riego obtiene un beneficio acumulado que supera en más del doble el beneficio económico de la UTP de temporal, esto confirma que la disponibilidad de agua no solo incrementa el volumen de producción, sino que el beneficio obtenido tras remunerar los costos de oportunidad son significativamente mayores como se observa en la Figura 6.

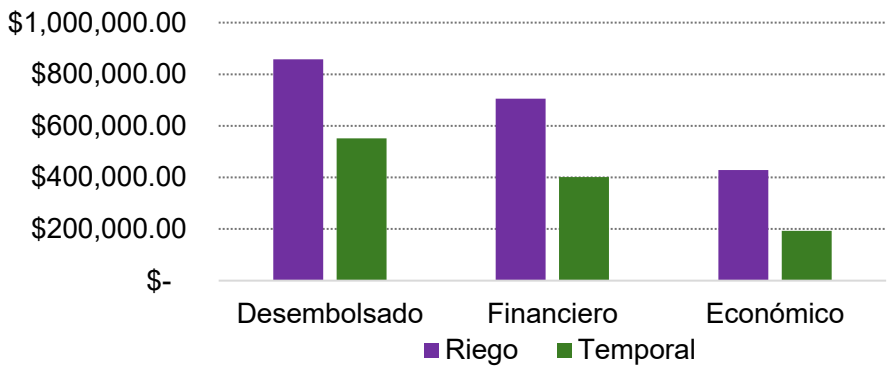

Figura 6. Beneficios monetarios de las UTP por tipo de costo.

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Análisis de competitividad privada: Relación de Costo Privado (RCP) y otros indicadores

La RCP permite evaluar la competitividad privada de la UTP a precios de mercado. Para esto, se estructuraron sus componentes con base en la MAP, donde se consideran los precios de insumos comerciales a precios de mercado sin subsidios, de igual manera, el ingreso es meramente del ingreso por tonelada vendida (Cuadro 10).

Cuadro 10. RCP de la caña de azúcar sin intervenciones gubernamentales.

Riego					
Concepto	**Planta**	**Soca**	**Resoca 1**	**Resoca 2**	**Ciclo**
Factores internos	$251,096.18	$213,696.18	$190,796.18	$179,346.18	$834,934.70
Ingreso	$517,500.00	$402,500.00	$287,500.00	$230,000.00	$1,437,500.00
Insumos comerciales	$120,309.20	$27,309.20	$27,309.20	$27,309.20	$202,236.80
RCP Riego	0.6322	0.5696	0.7333	0.8848	0.6759
Temporal					
Concepto	**Planta**	**Soca**	**Resoca 1**	**Resoca 2**	**Ciclo**
Factores internos	$183,527.76	$163,969.42	$152,519.42	$141,069.42	$641,086.03
Ingreso	$316,250.00	$287,500.00	$230,000.00	$172,500.00	$1,006,250.00
Insumos comerciales	$118,689.20	$25,309.20	$25,309.20	$25,309.20	$194,616.80
RCP Temporal	0.9290	0.6254	0.7451	0.9584	0.7899

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Nota. Los ingresos de cada UTP corresponden solo por la venta de caña de azúcar, no se incluyen transferencias ni apoyos en especie.

Las RCP de ambos sistemas son menores a uno en todas las etapas del cultivo y en el ciclo completo, esto confirma la viabilidad privada de ambos sistemas. En la etapa de planta los valores de la RCP son 0.6322 en riego y 0.9290 en temporal. Con respecto al ciclo completo, el sistema de temporal presenta una RCP de 0.7899, mientras que la de riego 0.6759. Esto es, aunque el sistema de riego tiene mayor producción e ingreso bruto, $1,437,500.00 frente a $1,006,250.00, también cuenta con mayores costos de los factores internos, $834,934.7 en comparación con $641,086.03 de temporal. Por consiguiente, el sistema de temporal destina el 78.99% de su valor agregado a pagar factores domésticos, manteniendo el 21.01% como ganancia privada, en contraste con el 32.41% de retenido por el riego. En el Cuadro 11 se agregan otros indicadores como la Relación Beneficio-costo (RBC) y el Margen Neto Económico (MNE).

Cuadro 11. Indicadores de margen neto sin descuento

Indicador	UTP Riego	UTP Temporal
RBC financiera	1.9640	1.6650
RBC económica	1.4252	1.2382
MNE	29.83%	19.24%

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

En el Cuadro 11 podemos observar que las RBC son mayores a uno, esto demuestra que, contabilizando solo los CF, la UTP de riego genera $0.964 por cada peso invertido, ahora, agregando los costos de oportunidad, por cada peso invertido se genera $0.4252 pesos. Por parte de la UTP de temporal, contabilizando los CF se obtiene $0.665 pesos por cada peso, a lo que refiere la RBC económica de temporal por cada peso invertido se obtiene $0.2382 pesos. En adición, el cuadro muestra que el MNE en la UTP de riego conserva el 29.83% de su ingreso, por su parte, la UTP de temporal retiene el 19.24% del ingreso como ganancia.

Matriz de Análisis de Política y sus efectos de la intervención del Estado

A través de la MAP se analizan las intervenciones gubernamentales de las UTP del sur de Tamaulipas. En esta herramienta se refleja la incidencia de los apoyos en las unidades productivas. En los ingresos totales del Cuadro 12 se integran los apoyos en efectivo y en insumos (fertilizantes) recibidos por año (del año uno al cuatro), el apoyo en efectivo es de $7,300 y en producto $7,000, acumulando $29,200 y $28,000 respectivamente por ciclo.

El ingreso privado de la UTP de riego asciende a $1,446,700 pesos y la de temporal a $1,035,450. Las intervenciones gubernamentales aumentan las ganancias privadas de ambas UTP, para los de riego $486,040.98 pesos y para los de temporal $250,769.9 pesos. Como resultado, el efecto de la política en estos apoyos hace que la rentabilidad de la actividad cañera se vea favorecida. En ambas UTP, los beneficios netos son de $57,000 durante el ciclo. Sin embargo, el impacto en la UTP de temporal es más notorio.

Cuadro 12. Matriz de Análisis de Políticas de UTP de riego y temporal

Riego				
Criterios	**Ingresos totales**	**Insumos comerciales**	**Factores internos**	**Ganancia**
Estructura privada con apoyos	$1,466,700.00	$174,236.80	$806,422.22	$486,040.98
Estructura privada sin intervenciones	$1,437,500.00	$202,236.80	$806,422.22	$428,840.98
Efectos de política	$29,200.00	-$28,000.00	$-	$57,200.00
Temporal				
Criterios	**Ingresos totales**	**Insumos comerciales**	**Factores internos**	**Ganancia**
Estructura privada con apoyos	$1,035,450.00	$166,616.80	$618,063.30	$250,769.90
Estructura privada sin intervenciones	$1,006,250.00	$194,616.80	$618,063.30	$193,569.90
Efectos de política	$29,200.00	-$28,000.00	$-	$57,200.00

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Para el análisis de los coeficientes de política es necesario delimitar el concepto de ingresos privados. El incremento del ingreso se debe al apoyo monetario directo del gobierno (Cuadro 13). Por ende, el CPNP representa el resultado de la venta de caña de azúcar más las transferencias.

Cuadro 13. Coeficientes de protección de política pública

Coeficiente de política	UTP Riego	UTP Temporal
CPNP	1.0203	1.0290
CPNI	0.8615	0.8561
CPE	1.0463	1.0705

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

En el Cuadro 13 se observa que existe una ligera capa protectora del ingreso por efecto de inyección monetaria líquida, en riego la protección es del 2.03% y en temporal 2.9%. El apoyo gubernamental representa un alivio mayor en la UTP de temporal. Con relación al CPNI, el apoyo a los fertilizantes abarata los insumos comerciales, donde en la UTP de riego el CPNI es igual a 0.8615 y la UTP temporal es 0.8561, estos valores demuestran la transferencia política que disminuye la vulnerabilidad del productor frente a los costos de los insumos. Se debe agregar que el CPE de ambas UTP son positivos, esto significa que la política combinada protege en 4.63% a los de riego y en 7.05% a los de temporal.

Política de precios

En el marco de la metodología de paneles de productores es posible hacer una política de precios. Mediante la política de precios se pueden definir los precios de liquidación con los que se deben operar una unidad de producción. Con base en esta metodología de costos se evalúan los precios de liquidación de la caña de azúcar por etapa (Cuadro 14).

Cuadro 14. Política de precios en un sistema de riego

Concepto	Planta	Soca	Resoca 1	Resoca 2
Precio de punto de cierre o precio para cubrir los CD	$571.35	$362.03	$415.24	$461.80
Precio requerido para cubrir los CF	$655.76	$470.55	$567.17	$651.71
Precio requerido para cubrir los CE	$809.51	$668.22	$843.91	$997.64

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

En el Cuadro 14 se puede notar que con el precio de liquidación de tonelada de caña ($1,150 pesos), el precio para seguir produciendo y evitar cierre en Planta es de $571.35 pesos. Ahora, el precio para cubrir los costos operativos más los costos generales es de $655.76 pesos, esto significa que la UTP puede operar cubriendo los costos que salen de la bolsa del productor, las depreciaciones, el

seguro y otros costos implícitos. El precio por tonelada que remunera el CE es de $809.51 pesos sin generar ganancia. La política de precios evidencia el monto al cuál los productores pueden seguir con la producción. Se hacen notar similitudes entre el sistema de riego y el temporal como precios que puede aceptar el productor durante Planta, Soca y Resoca 1 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Política de precios en un sistema de temporal

Concepto	Planta	Soca	Resoca 1	Resoca 2
Precio de punto de cierre o precio para cubrir los CD	$754.23	$375.24	$411.80	$472.73
Precio requerido para cubrir los CF	$888.65	$525.77	$599.96	$723.61
Precio requerido para cubrir los CE	$1,078.04	$734.09	$860.36	$1,070.82

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

En la etapa de planta el precio para cubrir costos de operación es de $754.23, para cubrir estos y los CG es de $888.65 y si agregamos los COP, el precio para cubrir los CE es de $1,078.04 pesos. De manera gráfica, podemos ver cómo a través de la política de precios el precio de liquidación está por encima de los precios que vuelven nulas las ganancias (Figura 7).

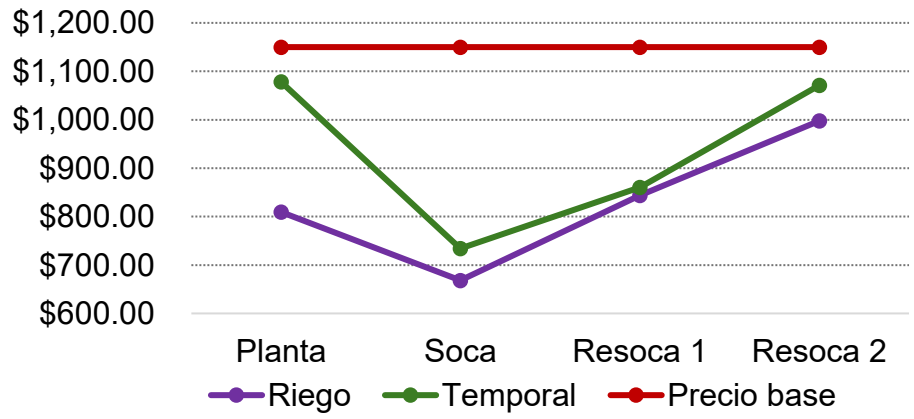

Figura 7. Precio requerido para cubrir costos económicos.

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Análisis de sensibilidad

Para el cálculo del VAN y de la TIR no se empleó un flujo de efectivo financiero, sino un flujo de beneficios económicos netos. Para esto, se ajustó el orden de algunos conceptos de la estructura, la preparación del terreno, semilla y siembra del año planta de riego pasan a ser del periodo de establecimiento, es decir los cuatro meses antes de iniciar la siembra (véase el Anexo 2). Por consiguiente, el flujo no representa la disponibilidad monetaria sino el beneficio económico de la UTP. Por ello, el flujo de beneficio económico neto del año cero es negativo (-$107,500) para ambos sistemas, porque representa la inversión inicial para producción de caña de azúcar.

Para los flujos del beneficio económico se consideraron los CE. Los flujos son positivos en las etapas posteriores al establecimiento, pero con tendencias a la baja. La UTP de riego genera un excedente económico de $428,840.98 y la de temporal $193,569.9 pesos. A saber, la actividad cañera se puede mantener para ambos sistemas porque el gerenciamiento y mano de obra del productor se remuneran.

El análisis de sensibilidad se realizó con base en los ingresos obtenidos del VAN y para ello es necesario retomar los flujos de los beneficios económicos del Anexo 2. Aplicando un factor de actualización con base en el costo de oportunidad de capital (Cetes a 28 días, 7.67%) se evalúa la viabilidad económica. Por ende, el Cuadro 16 muestra la riqueza neta y el retorno interno para ambos sistemas.

Cuadro 16. Valor Actual Neto de la caña de azúcar

Concepto	Riego	Temporal
VAN	$364,084.93	$155,658.00
TIR	203.06%	87.16%

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Los resultados muestran que ambas UTP son viables económicamente, no obstante. El sistema de riego tiene un VAN de $364,084.93 pesos, esto indica que la UTP no solo recupera la inversión inicial y remunera los costos de oportunidad, sino que también genera ganancia. Por su parte, la UTP de temporal que genera una ganancia de $155,658 pesos durante un ciclo. La TIR de ambas unidades supera ampliamente la tasa de interés (7.67%), esto se debe a que la caña de azúcar tiene flujos multianuales que se distribuyen en cada año. Por ello, se tomaron en cuenta los flujos del ciclo completo. Con relación a la producción de temporal, la TIR es menor, puesto que, si hay un ingreso alto en el primer corte, pero inferior al de riego. Para una comprensión más amplia se presentan tres escenarios hipotéticos de reducciones en el precio actual que permiten analizar en qué grado una caída de precio de la tonelada de caña hace inviable esta actividad (Cuadro 17).

Cuadro 17. Escenarios del VAN ante reducciones del precio de la tonelada

Escenario de precio	Riego	Temporal
0%	$364,084.93	$155,658.00
-10%	$241,154.59	$51,019.64
-20%	$118,224.26	-$34,414.29
-30%	-$4,706.08	-$119,848.22

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el Cuadro 17, el sistema de riego tiene capacidad para sostener la actividad agrícola incluso ante una caída del 20% en el precio. Con respecto al sistema de temporal, con una caída del 20% del precio no es viable económicamente. Si bien en el cuadro se analizan escenarios hipotéticos, en la Figura 8 se observa que el VAN de la UTP de temporal que hace que se vuelve cero cuando el precio desciende en 18.22%, es decir, el precio para cubrir CE es de $940.4735/ton, en lo que concierne a la UTP de riego la caída de precio que soporta para cubrir los costos económicos es 29.62%, que representa el un costo por ton de $809.4024/ton.

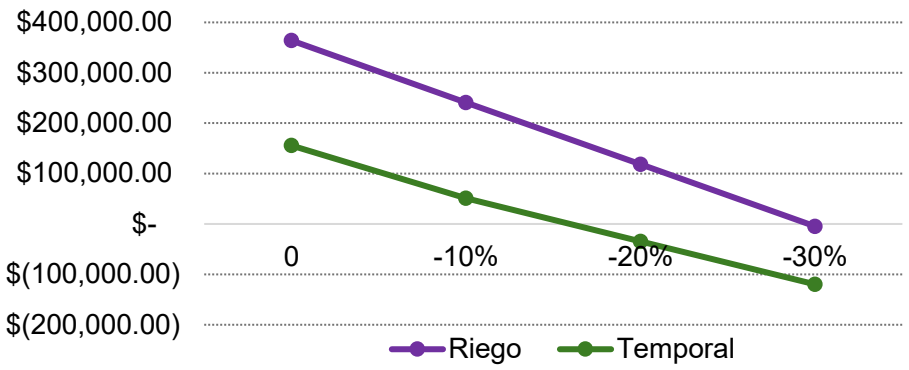

Figura 8. Sensibilidad del VAN ante reducciones en el precio.

Fuente: elaboración propia.

3.5. Discusión

Los resultados de la evaluación económica de la producción de caña de azúcar revelan como la disponibilidad de agua configura las estructuras de costos. Como señala Aguilar-Rivera et al. (2015), la falta de agua disminuye el rendimiento de la caña, incluso con periodos en los que se alcanza los mm requeridos, esto se debe a que las lluvias llegan en fechas posteriores de las requeridas. En concordancia, Da Cruz y Machado (2023) señalan que las fluctuaciones y el déficit hídrico en las fases de desarrollo alteran la acumulación de biomasa, lo que compromete la eficiencia técnica.

La limitación ambiental refleja que la UTP de riego genera una riqueza de más del doble que la de temporal, esto por parte del VAN, se añade que la RCP de riego es más eficiente que la de temporal. Esto se debe a que las parcelas que cuentan con infraestructura para riego maximizan rendimientos por el control del desarrollo de la planta. A diferencia del sistema de temporal, este opera de manera sistemática y depende de la estacionalidad de las lluvias para la mejora de rendimientos.

Además de las condiciones climáticas, la ausencia de un registro contable de la UTP tradicional de caña de azúcar, generan una falsa percepción de rentabilidad donde solo enfatizan en los CD, lo que concuerda con FAO (2023) y Rebollar et

al. (2017) con relación en cómo el uso de los promedios altera la realidad financiera de unidades de producción. La liquidez que se presentan tras la zafra invisibiliza los costos y desgaste del capital. Al incorporar los CE se evidencia que el ingreso neto se reduce sustancialmente, respaldado por Enciso (2020) y Santochi et al. (2015) sobre de la necesidad de calcular factores no remunerados como la mano de obra, en sintonía con la propuesta metodológica de Salas González et al. (2025).

El análisis posterior a la inclusión de los costos económicos demuestra en lo que concuerdan Iñiguez Iñiguez et al. (2018), que muchos pequeños productores subsisten en la producción mientras absorben costos de mano de obra y desvalorizan los factores de producción. Particularmente, en este estudio, se demuestra que, tras la incorporación de los costos de oportunidad tanto del productor como de los factores, las UTP siguen con balances positivos, aunque los beneficios netos se aminoran.

La competitividad privada de las UTP a través de la RCP confirma que ambos sistemas logran retribuir los factores internos de producción mediante el valor agregado. Sin embargo, esta situación atenúa la vulnerabilidad estructural del sistema de temporal. Mientras que la UTP de riego absorbe fluctuaciones del mercado, la UTP de temporal opera con márgenes pequeños, de manera particular en las etapas de planta y resoca 2, donde los costos económicos están ligeramente por debajo del precio de liquidación. Esta asimetría se esclarece con el análisis de sensibilidad y simulación de precios. Donde la UTP de temporal presenta un punto de quiebre más drástico, puesto que apenas tolera una caída de 18.22% en el precio del edulcorante antes de que su VAN sea cero. Esto se discute con Peralta González et al. (2025) y Zavala-Tomalá et al. (2021) que concuerdan en que el monopsonio regional establece precios homogéneos que fragilizan la producción de secano ante cualquier perturbación externa.

La permanencia de las unidades cañeras con limitaciones edafoclimáticas no se explica exclusivamente a partir de la optimización de mercado en el corto plazo,

sino por medio de un análisis en conjunto, desde lo técnico, administrativo e institucional. Sobre la misma línea, el reporte técnico de diciembre 2017 emitido por SAGARPA y CONADESUCA (2017) menciona que el sistema SI-costos deja fuera los costos de oportunidad del productor y de los factores, calculado solo los costos de la inversión para la producción en campo. Ante esto, Casanova Villalba et al. (2021) amplían el panorama señalando que una estructura de costos sólida favorece la planeación y monitoreo de la actividad agrícola.

La producción de caña de azúcar con prácticas tradicionales con implementación intensiva de insumos exhibe la vulnerabilidad de las unidades antes cambios en los precios de los fertilizantes. Como señalan Sandoval-Romero et al. (2025), la ineficiencia técnica de las unidades de producción radica en la cultura organizacional y resistencia a incorporar nuevos métodos operativos. en concordancia, para el caso de Antiguo Morelos durante el panel los productores manifestaron cautela ante la implementación de drones en ciertas prácticas agrícolas, dando prioridad a la contratación de mano de obra.

Desde el punto de vista de la política, a través del análisis de incidencia se refleja el efecto contable y la magnitud de los apoyos de gobierno sobre el beneficio privado de UTP, sin valorar precios de equilibrio de mercado. Como señalan Montenegro Ballestero y Chaves Solera (2022), y Vilaboa-Arróniz et al. (2026) las intervenciones de política agrícola deben evolucionar en el sentido estructural favoreciendo el fortalecimiento de la gerencia de los productores, asegurando liquidez y estabilidad ante crisis ambientales y de mercado.

3.6. Conclusiones

La evaluación económica de la producción de caña de azúcar visibiliza la brecha que existe entre UTP de Antiguo Morelos, Tamaulipas. En este estudio se demuestra que la disponibilidad de agua es un factor clave para la obtención de mayores rendimientos. En el sistema de temporal los cambios climáticos que modifican las temporadas pluviales disminuyen el crecimiento óptimo de la caña. Sin embargo, los precios de liquidación cubren las etapas del ciclo productivo,

haciendo que desde el punto de vista institucional el precio pagado genera beneficio.

La producción de caña de temporal con pocos márgenes de ganancia se basa en el arraigo al cultivo. En la cultura del productor existe resistencia a las innovaciones tecnológicas (drones) que optimicen la producción. Esto, visto desde el punto económico reduce el costo de mano de obra, pero desde el social se disminuye el empleo temporal. Además, porque su producción se ha vuelto una actividad económica de los productores que complementa el ingreso por otras actividades o apoyos gubernamentales. Adicionalmente, la gestión económica mediante esta metodología resulta una alternativa para estimar los costos de producción, dado que se analizan unidades modales de la región. Así mismo, resulta una herramienta complementaria a los registros nacionales proporcionados por SI-costos. Finalmente, este estudio puede ser un punto de partida para futuras líneas de investigación de los costos de producción del cultivo de caña en sistemas altamente tecnificados.

3.7. Literatura citada

Aguilar-Rivera, N., Algara Siller, M., & Olvera Vargas, L. A. (2015). Gestión del agua como factor limitante de productividad cañera en México. Revista de Geografía Norte Grande, (60), 135–152. https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000100008

American Agricultural Economics Association Task Force (AAEA). (2000). Commodity Costs and Returns Estimation Handbook. Editorial de la Universidad Estatal de Iowa. http://ageconsearch.umn.edu

Casanova Villalba, C. I., Núñez Libero, R. V., Navarrete, C. M., & Proaño, E. A. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. Revista de Ciencias Sociales, (1), 302–312. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817700

Castro Tato, M. (2001). El Valor Actual Neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. Revista Economía y Desarrollo, 128(1), 180–194.

CONADESUCA. (2024). 11° Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, Zafras 2014-2015 / 2023-2024. https://www.gob.mx/conadesuca/documentos/dieproc-informes-estadisticos-del-sector-agroindustrial-de-la-cana-de-azucar-en-mexico

Da Cruz, T. V., & Machado, R. L. (2023). Measuring climate change's impact on different sugarcane varieties production in the South of Goiás. Scientific Reports, 13(1), 11637. https://doi.org/10.1038/s41598-023-36582-7

Enciso, V. (2020). Caña de azúcar: manejo, comercialización y costos. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.

FAO. (2023). Metodología para la determinación de costos de producción agrícola para pequeños(as) y medianos(as) productores(as) en México. FAO.

FIRA. (2025). Panorama Agroalimentario 2025: Azúcar. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010, Antiguo Morelos, Tamaulipas. www.inafed.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

INEGI. (2025). La inflación anual fue de 3.51%, en julio de 2025. Sala de Prensa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/10090

Iñiguez Iñiguez, A., Valle Carrión, L., González Torres, M., & Ochoa Moreno, W. S. (2018). Análisis de la rentabilidad de la producción de caña de azúcar y sus derivados. Caso productores rurales de la parroquia de Malacatos – Loja, Ecuador. Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología, 7(2), 65–76. https://doi.org/10.59410/RACYT-v07n02ep01-0093

Katharaki, M., & Katharakis, G. (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. International Journal of Educational Research, 49(4–5), 115–128. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.11.001

Monke, E. A., & Pearson, S. R. (1989). The policy analysis matrix for agricultural development. Cornell University Press.

Montenegro Ballestero, J., & Chaves Solera, M. (2022). Análisis de Ciclo de Vida para la producción primaria de caña de azúcar en seis regiones de Costa Rica. Revista de Ciencias Ambientales, 56(1), 96–119. https://doi.org/10.15359/rca.56-1.5

Morín Maya, E. (2018). Guía general para la presentación de evaluaciones costo y beneficio de programas y proyectos de inversión, 2018.

Parkin, M., & Loría, E. (2010). Microeconomía: versión para América Latina (Novena edición). Pearson.

Peralta González, J. A., Valdivia Alcalá, R., Cuevas Alvarado, C. M., & Pérez Soto, F. (2025). Productividad total de los factores en la agroindustria cañera por entidad federativa en México zafras 2010/2011- 2019/2020. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 22(2), 159–178. https://doi.org/10.22231/asyd.v22i2.1652

Rebollar, S., Cervantes, A., Jaramillo, B., Cardoso, D., & Rebollar, A. (2017). Costos de producción y rentabilidad de la caña de azúcar para fruta (Saccharum officinarum) en una región del Estado de México. Revista Mexicana de Agronegocios, 41, 808–818.

Reyes-Hernández, J., Torres-de los Santos, R., Hernández-Torres, H., Hernández-Robledo, V., Alvarado-Ramírez, E., & Joaquín-Cancino, S. (2022). Rendimiento y calidad de siete variedades de caña de azúcar en El Mante, Tamaulipas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13(5), 883–892. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3232

Saad, A., Zhang, R., & Xia, Y. (2019). The Policy Analysis Matrix (PAM): Comparative Advantage of China's Wheat Crop Production 2017. Journal of Agricultural Science, 11(17), 150. https://doi.org/10.5539/jas.v11n17p150

SADER y CONADESUCA. (2021). Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2021-2024. https://www.gob.mx/conadesuca/articulos/programa-nacional-de-la-agroindustria-de-la-cana-de-azucar-2021-2024-pronac-ver-mas?state=published

Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., & Aguilar, J. (2014). Ingresos y costos de producción 2013. Unidades representativas de producción: Trópico húmedo y mesa central - Paneles de productores (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., & Aguilar, J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera y económica en Unidades Representativas de Producción (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo.

SAGARPA, & CONADESUCA. (2017). Análisis de costos de producción de caña de azúcar. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/295974/Reporte_de_Proyecto_7_Costos.pdf

Salas González, J. M., Elizalde López, G. G., Sagarnaga Villegas, L. M., & Aguilar Ávila, J. (2025). Ingresos y costos de producción de productos con diferentes avances de integración a la cadena de valor. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Sandoval-Romero, F., Cuevas-Alvarado, C. M., Montiel-Batalla, B. M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2025). Assessment of the agro-industrial sugar yield of sugar mills in Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 16(5). https://doi.org/10.29312/remexca.v16i5.3735

Santochi, E., Agüero Gómez, L. R., Bustos, J. C., Ávila, O. E., & Squassi, R. J. (2015). Costo de producción e indicadores de resultados económicos de la producción de caña de azúcar en la Provincia de Tucumán, Argentina - Zafra 2015. Revista Agronómica Del Noroeste Argentino, 35(2), 59–72.

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2015000200008

SIAP. (2020). Estadística de Producción Agrícola. Gobierno de México. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Sistema de Información Económica. (2026). Valores gubernamentales. Banco de México. https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=22&idCuadro=CF107&accion=consultarCuadro&locale=es

USDA. (2025). Production - Sugar. Foreign Agricultural Service U. S. Departament of Agriculture. https://www.fas.usda.gov/data/production/0612000

Vilaboa-Arróniz, J., Aguilar-Ávila, J., Martínez-González, E. G., & Heribia-Virués, A. (2026). Limitantes para el cambio productivo en caña de azúcar en beneficiarios de Producción para el Bienestar. Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical, 6. https://doi.org/10.5154/r.rchsat.2025.11.005

Zavala-Tomalá, J. O., Palacios-Cedeño, N. M., & Carreño-Mendoza, Á. L. (2021). Diversificación productiva de la caña de azúcar. Caso de estudio Asociación de emprendedores Comunidad Granmalotal. 7(5), 1037–1052. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2297

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES GENERALES

4.1. Conclusiones respecto al objetivo planteado

La presente investigación permitió evaluar económicamente dos sistemas de producción de caña de azúcar en Antiguo Morelos, Tamaulipas; riego y temporal, a través de la metodología de paneles de productores. Se contrastaron ambos sistemas para evidenciar las diferencias que existentes en sus estructuras de costos, ingresos y cómo el sistema hídrico remarca esta brecha. Así también, el análisis de política de precios aplicada a las etapas posteriores a la siembra logra identificar en qué etapa un desajuste en el mercado de caña se puede sostener a un determinado precio.

El primer eslabón de la cadena de la cadena de valor de la agroindustria cañera en Antiguo Morelos presenta un saldo positivo. Si bien la producción de caña es rentable, el beneficio neto percibido por los productores de durante un ciclo es una acotado, más en el temporal. Por consiguiente, los beneficios obtenidos pueden verse como un complemento o fuente de ingreso secundario.

Por medio de la estructura de costos se visibiliza la liquidez posterior a una cosecha, no obstante, esto es lo que el productor a primera vista, sin descontar costos generas y económicos. Por ello, es de suma importancia que en la gestión del productor se incluya los costos de la inversión del siguiente ciclo. En el caso de los pequeños productores el ingreso generado forma parte del gasto semanal, esto hace que para la compra de semilla se requiera del crédito del ingenio. De ahí que, si parte de la ganancia se destina a la inversión del siguiente ciclo, el margen para gastos familiares se vería más limitado.

Por el lado del marco institucional, la planeación agrícola 2017-2030 incentiva la renovación de los establecimientos y certificación a un producto orgánico, además fomenta la calidad de producción del piloncillo, las estrategias del plan revelan que falta de una cuantificación de costos de producción que incluyan los costos de oportunidad. Mediante la estructura de costos se confirma el grado del costo de la siembra y la cosecha, a causa de esto, el plan de desarrollo municipal

muestra que el enfoque del sector agrícola se basa en la reducción de mano de obra en esta actividad, se fomenta la mecanización. Actualmente, hay una transición en la aplicación de agroquímicos de forma manual a utilización de drones. Aunque, es innovador en el campo, existe resistencia por falta de confianza en la tecnología. La causa de la negación al cambio tiene raíces en que la producción de caña genera empleo y favorece el desarrollo de las familias de comunidades marginadas de la zona.

4.2. Conclusiones respecto a los objetivos particulares

Para la estructura de costos se cuantificaron los insumos aplicados, mano de obra, cuotas, seguro, depreciaciones y otros costos de gerencia. La generación de una estructura permitió analizar las proporciones de gastos en cada etapa, así como demarcar los costos de oportunidad de los factores. A través de la estructura y los indicadores económicos los resultados de las UTP modeladas permiten cotejar las diferencias de rentabilidad, mostrando que el sistema de riego presenta mayores beneficios económicos que los de temporal asintiendo que el factor agua marca la línea para aumentar la producción.

Los indicadores señalados en el estudio demuestran que, sin aplicación de un factor de descuento, la producción de caña demuestra una percepción positiva, dado que se analiza el año planta, año del cuál se obtienen mayores rendimientos. Conviene subrayar que para el beneficio de esta relación existe un periodo 16 meses por cuestiones de preparación del terreno y de siembra. Donde, si bien el ingreso es mayor, el productor necesita otra fuente de ingreso dado que durante este periodo solo son costos y si estos se cubren con crédito el beneficio sería menor. Por ello, los costos se analizan sin financiamiento.

Por medio de la MAP se comprueba que las UTP de riego y temporal presentan competitividad privada positiva. Esto indica que son capaces de remuneras los costos económicos y a su vez, generar excedente. Aunque, los coeficientes de protección nominal y efectivos confirman que los apoyos gubernamentales y

subsidios a insumos generan una capa protectora para los pequeños productores, en particular, genera un mayor alivio en el sistema de temporal.

De manera complementaria la política de precios permitió evaluar el precio al cuál el productor sostiene la producción, en donde el precio de liquidación cubre los costos económicos en todas las etapas. A través de la política de precios se puede identificar el punto crítico para decidir si la producción continua. Para ello, el análisis de sensibilidad ante tres escenarios donde el precio pagado por ton disminuye, favorece la identificación del porcentaje al cuál el precio ya no es sostenible. En particular, el análisis de estos escenarios con datos del VAN obtenido subraya la fragilidad del sistema de temporal.

Las estrategias remarcan la importancia de la contabilidad del costo de oportunidad y la valorización de la mano de obra del productor. Así como en el panel, es de suma importancia la asociación entre productores para compartir el conocimiento de insumo aplicados y de sus costos, puesto que, como asociación local, la competitividad no debe estar entre mismos productores sino en formar alianzas para competir a nivel nacional con las naciones que mayores rendimientos presentan. Finalmente, este estudio puede ser punto de partida para el análisis de costos de caña de azúcar o de otros cultivos con un enfoque diferente a la generalizada, puesto que hay unidades de producción que no presentan las mismas condiciones, sean climáticas, tecnológicas o de visión.

CAPÍTULO 5. LITERATURA CITADA

Aguilar, J., Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., & Arroyo, M. G. (2019). *Ingresos y Costos de Producción 2013-2015: Unidades Representativas de Producción Agropecuaria* (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Aguilar-Rivera, N. (2012). Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. *Convergencia*, *19*(59), 187–213. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352012000200008

Aguilar-Rivera, N., Algara Siller, M., & Olvera Vargas, L. A. (2015). Gestión del agua como factor limitante de productividad cañera en México. *Revista de Geografía Norte Grande*, (60), 135–152. https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000100008

American Agricultural Economics Association Task Force (AAEA). (2000). *Commodity Costs and Returns Estimation Handbook*. Editorial de la Universidad Estatal de Iowa. http://ageconsearch.umn.edu

Casanova Villalba, C. I., Núñez Libero, R. V., Navarrete, C. M., & Proaño, E. A. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista de Ciencias Sociales*, (1), 302–312. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817700

Castro Tato, M. (2001). El Valor Actual Neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. *Revista Economía y Desarrollo*, *128*(1), 180–194.

CONADESUCA. (2024). *11° Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, Zafras 2014-2015 / 2023-2024*. https://www.gob.mx/conadesuca/documentos/dieproc-informes-estadisticos-del-sector-agroindustrial-de-la-cana-de-azucar-en-mexico

CONADESUCA. (2025). *Sistema de Información de Costos de Producción de Caña de Azúcar*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/conadesuca/acciones-y-programas/si-costos

Da Cruz, T. V., & Machado, R. L. (2023). Measuring climate change's impact on different sugarcane varieties production in the South of Goiás. *Scientific Reports*, *13*(1), 11637. https://doi.org/10.1038/s41598-023-36582-7

Domínguez-García, I. A., Granados-Sánchez, M. del R., Sagarnaga-Villegas, L. M., Salas-González, J. M., & Aguilar-Ávila, J. (2017). Viabilidad económica y financiera del cultivo de nopal tuna (Opuntia ficus-indica), Nopaltepec Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *8*(6), 1371–1382. https://doi.org/10.29312/remexca.v8i6.304

Duarte Álvarez, O. J., & Gonzalez Villalba, J. D. (2019). *Guía técnica cultivo de caña de azúcar*. Asociación de Cooperación Internacional del Japón, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción.

Enciso, V. (2020). *Caña de azúcar: manejo, comercialización y costos*. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.

FAO. (2023). *Metodología para la determinación de costos de producción agrícola para pequeños(as) y medianos(as) productores(as) en México*. FAO.

FIRA. (2025). *Panorama Agroalimentario 2025: Azúcar*. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

Franco, M. A., Leos, J. A., Salas, J. M., 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.

Gobierno del Estado de Tamaulipas. (2018). *Antiguo Morelos*. Gobierno Del Estado de Tamaulipas. https://www.tamaulipas.gob.mx/estado/municipios/antiguo-morelos/#:~:text=Cuenta%20con%20una%20extensi%C3%B3n%20territorial,sobre%20el%20nivel%20del%20mar

Hernández-Arenas, M., Miranda-Marini, R., & Rangel-Estrada, S. E. (2018). *Producción de semilla de caña de azúcar* (Primera Edición). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur.

Huasteca México. (2019). *La Región Huasteca*. Huasteca. https://www.huastecamexico.com/principal/huasteca/informacion

INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010, Antiguo Morelos, Tamaulipas*. www.inafed.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

INEGI. (2025). *La inflación anual fue de 3.51%, en julio de 2025. Sala de Prensa.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/10090

Iñiguez Iñiguez, A., Valle Carrión, L., González Torres, M., & Ochoa Moreno, W. S. (2018). Análisis de la rentabilidad de la producción de caña de azúcar y sus derivados. Caso productores rurales de la parroquia de Malacatos –Loja, Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, *7*(2), 65–76. https://doi.org/10.59410/RACYT-v07n02ep01-0093

Jácome Lara, I., & Carvache Franco, O. (2017). Análisis del costo - beneficio una herramienta de gestión. *Revista Académica: Contribuciones a La Economía*. http://eumed.net/ce/2017/2/costo-beneficio.html

Jiménez, A., Vargas, V., Salinas, W. E., Aguirre, M. de J., & Rodríguez, D. (2004). Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, México. *Investigaciones Geográficas*, (53), 58–74.

Jiménez-Carrasco, J. S., Contreras-Torres, A., Ortiz-Martínez, G., Ortiz-Manjarrez, V. A., & Roldán-Suárez, E. (2025). Valoración económica de la agricultura periurbana: el caso de las crasuláceas. In *Ingresos y costos de*

producción de productos con diferentes avances de integración a la cadena de valor. Universidad Autónoma Chapingo: CIESTAAM.

Katharaki, M., & Katharakis, G. (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. *International Journal of Educational Research*, *49*(4–5), 115–128. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.11.001

López, P. (2020). Quiebra el Ingenio de Xicoténcatl, Tamaulipas. *La Red de Altamira*.

Monke, E. A., & Pearson, S. R. (1989). *The policy analysis matrix for agricultural development*. Cornell University Press.

Montenegro Ballestero, J., & Chaves Solera, M. (2022). Análisis de Ciclo de Vida para la producción primaria de caña de azúcar en seis regiones de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, *56*(1), 96–119. https://doi.org/10.15359/rca.56-1.5

Morín Maya, E. (2018). *Guía general para la presentación de evaluaciones costo y beneficio de programas y proyectos de inversión, 2018*.

Ortega Díaz, A., Molina Montalvo, D., Flores Segovia, M., & Guzmán, D. (2023). Análisis de fronteras de producción y tipología agrícola en México - Una herramienta aplicada a la caña de azúcar, el maíz blanco, la leche y los bovinos. In *Análisis de fronteras de producción y tipología agrícola en México*. Economía del desarrollo agrícola de la FAO - Estudio técnico N.° 26. Roma, FAO. https://doi.org/10.4060/cc4360es

Parkin, M., & Loría, E. (2010). *Microeconomía: versión para América Latina* (Novena edición). Pearson.

Perales, O. T. B., Villegas, L. M. S., González, J. M. S., Rodríguez, J. A. L., & Lavalle, R. S. (2018). Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Mundo Agrario*, *19*(40). https://doi.org/10.24215/15155994e077

Peralta González, J. A., Valdivia Alcalá, R., Cuevas Alvarado, C. M., & Pérez Soto, F. (2025). Productividad total de los factores en la agroindustria cañera por entidad federativa en México zafras 2010/2011- 2019/2020. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, *22*(2), 159–178. https://doi.org/10.22231/asyd.v22i2.1652

Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas. (2025). *Plan municipal de desarrollo 2024-2027*.

Rebollar, S., Cervantes, A., Jaramillo, B., Cardoso, D., & Rebollar, A. (2017). Costos de producción y rentabilidad de la caña de azúcar para fruta (Saccharum officinarum) en una región del Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, *41*, 808–818.

Reyes-Hernández, J., Torres-de los Santos, R., Hernández-Torres, H., Hernández-Robledo, V., Alvarado-Ramírez, E., & Joaquín-Cancino, S.

(2022). Rendimiento y calidad de siete variedades de caña de azúcar en El Mante, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *13*(5), 883–892. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3232

Saad, A., Zhang, R., & Xia, Y. (2019). The Policy Analysis Matrix (PAM): Comparative Advantage of China's Wheat Crop Production 2017. *Journal of Agricultural Science*, *11*(17), 150. https://doi.org/10.5539/jas.v11n17p150

SADER y CONADESUCA. (2021). *Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2021-2024*. https://www.gob.mx/conadesuca/articulos/programa-nacional-de-la-agroindustria-de-la-cana-de-azucar-2021-2024-pronac-ver-mas?state=published

Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., & Aguilar, J. (2014). *Ingresos y costos de producción 2013. Unidades representativas de producción: Trópico húmedo y mesa central - Paneles de productores* (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Sagarnaga, L. M., Salas, J. M., & Aguilar, J. (2018). *Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera y económica en Unidades Representativas de Producción* (Primera edición). Universidad Autónoma Chapingo.

SAGARPA, & CONADESUCA. (2017). *Análisis de costos de producción de caña de azúcar*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/295974/Reporte_de_Proyecto_7_Costos.pdf

SAGARPA y CONADESUCA. (2015). *Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.)*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_T_cnica_Ca_a_de_Az_car.pdf

Salas González, J. M., Elizalde López, G. G., Sagarnaga Villegas, L. M., & Aguilar Ávila, J. (2025). *Ingresos y costos de producción de productos con diferentes avances de integración a la cadena de valor*. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Sandoval-Romero, F., Cuevas-Alvarado, C. M., Montiel-Batalla, B. M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2025). Assessment of the agro-industrial sugar yield of sugar mills in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *16*(5). https://doi.org/10.29312/remexca.v16i5.3735

Santochi, E., Agüero Gómez, L. R., Bustos, J. C., Ávila, O. E., & Squassi, R. J. (2015). Costo de producción e indicadores de resultados económicos de la producción de caña de azúcar en la Provincia de Tucumán, Argentina - Zafra 2015. *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, *35*(2), 59–72. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2015000200008

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2020). *Caña de azúcar, un cultivo que proviene de pequeños productores*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cana-de-azucar-un-cultivo-que-proviene-de-pequenos-productores

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. (2025). *Programa Institucional del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar 2025-2030*. https://www.gob.mx/conadesuca/articulos/programa-institucional-del-comite-nacional-para-el-desarrollo-sustentable-para-la-cana-de-azucar-2025-2030?idiom=es

SIAP. (2020). *Estadística de Producción Agrícola*. Gobierno de México. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Sistema de Información Económica. (2026). *Valores gubernamentales*. Banco de México. https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=22&idCuadro=CF107&accion=consultarCuadro&locale=es

Timmer, C. P., Falcon, W. P., & Pearson, S. R. (1985). *Análisis de políticas alimentarias*. Banco Mundial. https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/158231468333063173

USDA. (2025). *Production - Sugar*. Foreign Agricultural Service U. S. Departament of Agriculture. https://www.fas.usda.gov/data/production/0612000

Vilaboa-Arróniz, J., Aguilar-Ávila, J., Martínez-González, E. G., & Heribia-Virués, A. (2026). Limitantes para el cambio productivo en caña de azúcar en beneficiarios de Producción para el Bienestar. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, *6*. https://doi.org/10.5154/r.rchsat.2025.11.005

Zavala-Tomalá, J. O., Palacios-Cedeño, N. M., & Carreño-Mendoza, Á. L. (2021). *Diversificación productiva de la caña de azúcar. Caso de estudio Asociación de emprendedores Comunidad Granmalotal*. *7*(5), 1037–1052. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2297

ANEXOS

Anexo 1. Estructura de costos de Planta

	Riego			Temporal		
Tipo de costos / conceptos	**Desembolsado**	**Financiero**	**Económico**	**Desembolsado**	**Financiero**	**Económico**
Costos de operación						
Preparación del terreno	$14,500.00	$14,500.00	$14,500.00	$14,500.00	$14,500.00	$14,500.00
Semilla y siembra	$93,000.00	$93,000.00	$93,000.00	$93,000.00	$93,000.00	$93,000.00
Fertilizantes	$7,000.00	$7,000.00	$7,000.00	$7,000.00	$7,000.00	$7,000.00
Herbicidas	$6,000.00	$6,000.00	$6,000.00	$6,000.00	$6,000.00	$6,000.00
Combustibles y lubricantes	$3,100.00	$3,100.00	$3,100.00	$2,700.00	$2,700.00	$2,700.00
Herramientas	$1,209.20	$1,209.20	$1,209.20	$1,989.20	$1,989.20	$1,989.20
Mantenimiento y reparaciones	$10,000.00	$10,000.00	$10,000.00	$8,000.00	$8,000.00	$8,000.00
Mano de obra remunerada	$19,250.00	$19,250.00	$19,250.00	$11,250.00	$11,250.00	$11,250.00
Cosecha	$103,050.00	$103,050.00	$103,050.00	$62,975.00	$62,975.00	$62,975.00
Subtotal de costos de operación	**$257,109.20**	**$257,109.20**	**$257,109.20**	**$207,414.20**	**$207,414.20**	**$207,414.20**
Costos generales						
Seguros	$-	$27,000.00	$27,000.00	$-	$27,000.00	$27,000.00
Cuotas local y nacional	$-	$2,500.00	$2,500.00	$-	$2,500.00	$2,500.00
Otros servicios	$-	$1,000.00	$1,000.00	$-	$1,000.00	$1,000.00
Depreciación	$-	$4,542.53	$4,542.53	$-	$3,875.87	$3,875.87
Otros costos	$-	$2,240.00	$2,240.00	$-	$2,240.00	$2,240.00
Pago cuota de agua anual	$-	$350.00	$350.00	$-	$-	$-
Pago impuesto predial anual	$-	$350.00	$350.00	$-	$350.00	$350.00
Subtotal de costos generales	**$-**	**$37,982.53**	**$37,982.53**	**$-**	**$36,965.87**	**$36,965.87**
Costos de oportunidad						
Costo oportunidad capital de trabajo	$-	$-	$37,278.3982	$-	$-	$30,174
Costo de oportunidad capital extraordinario y ordinario	$-	$-	$907.1233	$-	$-	$907.12
Costo de oportunidad Capital Invertido en tierra	$-	$-	$25,000.0000	$-	$-	$15,000

Tipo de costos / conceptos	Riego			Temporal		
	Desembolsado	**Financiero**	**Económico**	**Desembolsado**	**Financiero**	**Económico**
Gerenciamiento	$-	$-	$6,000.0000	$-	$-	$6,000
Subtotal de costos de oportunidad	**$-**	**$-**	$69,185.5215	$-	$-	$52,081
Costo total de la UTP	$257,109.20	$295,091.73	$364,277.2549	$207,414.20	$244,380.07	$296,461.27

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo (2025).

Nota. El costo de oportunidad del capital de trabajo se determinó aplicando una tasa de interés real de avío del 14%, derivada de la tasa nominal del 18% y una inflación de 3.51% en julio de 2025. El costo del capital ordinario y extraordinario se estimó cobre el valor del capital invertido con una tasa de interés refaccionario de 16%. Con respecto al costos de oportunidad de la tierra, esta se valoriza en $5,000 por hectárea para riego y $3,000 para temporal, es decir, si se renta. Finalmente, la gestión empresarial, a esta corresponde $6,000 por el manejo de la unidad de producción.

Anexo 2. Flujo de beneficios económicos por sistema

Etapa	Riego		Temporal	
	CE	**Flujo de beneficio económico**	**CE**	**Flujo de beneficio económico**
Establecimiento	$107,500.00	-$107,500.00	$107,500.00	-$107,500.00
Planta	$256,777.25	$260,722.75	$188,961.27	$127,288.73
Soca	$233,877.25	$168,622.75	$183,522.94	$103,977.06
Resoca 1	$210,977.25	$76,522.75	$172,072.94	$57,927.06
Resoca 2	$199,527.25	$30,472.75	$160,622.94	$11,877.06
Ciclo	**$1,008,659.02**	**$428,840.98**	**$812,680.10**	**$193,569.90**

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo (2025).