



Sostenibilidad agrícola: Impacto en la producción de tomate en
el Valle de San Quintín, Baja California

Tesis presentada por

Arianne Mejías Soto

para obtener el grado de

MAESTRA EN DESARROLLO REGIONAL

Tijuana, B. C., México
2026

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis: Dr. Djamel Eddine Toudert

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. Dr. Humberto García Jiménez, lector interno
2. Dra. Belem Dolores Avendaño Ruiz, lectora externa

Dedicatoria:

A mis padres, raíz que sostiene cada uno de mis pasos. Sus sacrificios, su amor y su confianza inquebrantable hicieron posible este camino. Este logro les pertenece tanto a ellos como a mí.

A mi familia y amigos, por acompañarme en la distancia con palabras de aliento y presencia constante, incluso desde lejos.

A los productores, trabajadores agrícolas, técnicos y autoridades del Valle de San Quintín, quienes abrieron las puertas de sus ranchos, compartieron su conocimiento y dedicaron su tiempo a esta investigación. Sin su generosidad, este estudio no habría sido posible.

A la tierra del Valle de San Quintín, cuya aridez y resistencia refleja la fortaleza de quienes la trabajan, que este trabajo sirva para honrarla.

Agradecimientos:

Agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por el apoyo económico otorgado a través de la beca de posgrado, que hizo posible la realización de esta maestría. Igualmente, a El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) por la formación académica de excelencia, el rigor metodológico, el compromiso institucional y por brindarme las herramientas para desarrollar esta investigación.

Al Dr. Djamel Eddine Toudert, director de esta tesis, por su guía académica, sus observaciones precisas y su disposición permanente para orientar el desarrollo de este trabajo. Al Dr. Humberto García Jiménez, lector interno, y a la Dra. Belem Dolores Avendaño Ruiz, lectora externa, por sus valiosas aportaciones y críticas que enriquecieron este documento.

Al Regidor Lenin Escobar, representante del Primer Ayuntamiento de San Quintín, Baja California, por su conocimiento del territorio, su apoyo durante el trabajo de campo y su disposición para compartir información sobre la dinámica productiva y social del valle. Su vinculación institucional con el municipio y su arraigo comunitario fueron fundamentales para comprender el contexto local.

A los participantes del trabajo de campo realizado en los ranchos del Valle de San Quintín, a los ingenieros, técnicos, trabajadores agrícolas y operadores de empacadora del Rancho Munguía, Rancho Los Pinos y Rancho Navarro quienes con su experiencia, disposición y tiempo enriquecieron esta investigación. De manera especial, agradezco a los responsables de cada unidad productiva por abrir sus instalaciones y permitir el registro fotográfico y la observación directa en campo. La información que generosamente compartieron constituye el núcleo empírico de este estudio.

Agradecimiento especial a Alma Villa y Francisco Medina, por su valiosa contribución y apoyo durante el trabajo de campo y el periodo de estudio. Su acompañamiento constante y cálida amistad enriquecieron este proceso de manera significativa.

Asimismo, extendiendo mi gratitud a mis queridas amigas y amigos; Magdala, Yaris, Esteban, Yanara, Liz, Berthony, Alejandra, Dona, Crysthian, Sara y Eduardo. Con su compañía, ánimo y solidaridad hicieron posible este logro. La presencia de cada uno fue un sostén imprescindible en cada etapa de este camino académico y personal, iluminando con afecto los momentos más desafiantes y celebrando conmigo las victorias alcanzadas.

A mis compañeros y compañeras de la generación de la Maestría en Desarrollo Regional y a quienes cursan otras maestrías y doctorados. Agradezco al cuerpo académico de El Colef por los debates, las reflexiones y la orientación que acompañaron este proceso de investigación.

A mi madre, Susana y a mi padre, Francisco, por su amor incondicional, su confianza en mí y su apoyo inquebrantable a lo largo de este camino. A mi familia, por ser el pilar que me sostiene y la fuerza que me impulsa a seguir adelante. Cada logro alcanzado es también de ustedes.

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo que involucra a personas e instituciones a quienes debo un reconocimiento sincero, que de una u otra forma, contribuyeron con su tiempo, orientación o palabras de aliento al desarrollo de esta investigación, muchas gracias.

Resumen

La presente investigación analiza la relación entre las prácticas de sostenibilidad agrícola y su impacto en el volumen de producción y la calidad del tomate en el Valle de San Quintín, Baja California, durante el periodo 2020-2026. El estudio tiene un enfoque cualitativo con una perspectiva exploratoria y descriptiva, enmarcado en la línea de investigación sobre transformaciones socioterritoriales: organización productiva, trabajo e innovación de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colegio de la Frontera Norte. Para el desarrollo de esta investigación se realizaron entrevistas semiestructuradas a productores, ingenieros agrónomos, técnicos y operadores de empacadora en tres unidades productivas del Valle de San Quintín. Los resultados evidencian que la adopción de prácticas sostenibles en las dimensiones económica, social y ambiental fortalece la competitividad del sector agrícola y facilita el acceso a mercados de exportación. Entre las principales prácticas identificadas destacan el uso de sistemas de desalinización, la incorporación de tecnología de clasificación con inteligencia artificial, el cumplimiento de certificaciones fitosanitarias exigidas por el mercado estadounidense y la mejora en las condiciones laborales. Los resultados de este estudio muestran no solo la solidez competitiva del sector, sino también ciertos retos estructurales que hay que afrontar, entre ellos, la falta de agua, el cambio climático y las diferencias en la incorporación de tecnología que se dan entre las grandes y las pequeñas unidades de producción. El análisis se integra en el debate sobre la sostenibilidad de una agricultura de vocación exportadora y apunta hacia unas líneas de política pública con el fin de impulsar el desarrollo regional en las zonas agroindustriales de la frontera con Estados Unidos, y más aún en el estado mexicano de Baja California.

Palabras clave: Sostenibilidad agrícola, volumen, calidad, tomate, Valle de San Quintín.

Abstract:

This research analyzes the relationship between sustainable agricultural practices and their impact on tomato production volume and quality in the San Quintín Valley, Baja California, during the period 2020-2026. The study employs a qualitative approach with an exploratory and descriptive perspective, framed within the research line on socioterritorial transformations: productive organization, labor, and innovation of the Master's Program in Regional Development at El Colegio de la Frontera Norte. Semi-structured interviews were conducted with producers, agronomists, technicians, and packing plant operators at three production units in the San Quintín Valley. The results demonstrate that the adoption of sustainable practices in the economic, social, and environmental dimensions strengthens the competitiveness of the agricultural sector and facilitates access to export markets. Among the main practices identified are the use of desalination systems, the incorporation of artificial intelligence-based sorting technology, compliance with phytosanitary certifications required by the U.S. market, and improvements in working conditions. The results of this study demonstrate not only the sector's competitive strength but also certain structural challenges that must be addressed, including water scarcity, climate change, and the disparities in technology adoption between large and small production units. The analysis contributes to the ongoing debate on the sustainability of export-oriented agriculture and points toward public policy guidelines aimed at promoting regional development in the agro-industrial areas along the US border, particularly in the Mexican state of Baja California.

Key words: Agricultural sustainability, volume, quality, tomato, San Quintín Valley.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
Delimitación temporal	3
Planteamiento del problema.....	3
Pregunta de investigación.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos	7
Relevancia teórica	10
Pertinencia empírica.....	11
Aportes al desarrollo regional.....	11
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA	14
1.1 Conceptos fundamentales de la sostenibilidad agrícola.....	14
1.1.1 Agricultura sostenible: definiciones y alcances.....	14
1.1.2 Desarrollo sostenible y seguridad alimentaria	16
1.2 Dimensiones del problema de investigación	17
1.2.1 Dimensión económica: innovación, productividad y mercados	17
1.2.2 Dimensión social: trabajo, productividad, migración y comunidad	18
1.2.3 Dimensión ambiental: cambio climático y recursos ambientales	19
1.3 Perspectivas del problema de investigación	20
1.3.1 Perspectiva sistémica de los sistemas agroalimentarios	21
1.3.2 Perspectiva territorial del desarrollo regional	21
1.4 Discusión entre autores	22
1.5 Vacíos de conocimiento y posicionamiento de la investigación	25
1.6 Esquema analítico para el estudio de la sostenibilidad agrícola en unidades productoras	26
CAPÍTULO II: CONTEXTO DEL VALLE DE SAN QUINTÍN	28
2.1 Antecedentes de la producción agrícola en el Valle de San Quintín	28

2.1.1 Cultivo de tomate en México	29
2.2 Caracterización territorial y socioeconómica	31
2.2.1 Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas	32
2.2.2 Estructura demográfica y contexto migratorio	34
2.3 El cultivo de tomate en el Valle de San Quintín en los sistemas productivos	35
2.3.1 Tipo de cultivo: invernadero, malla sombra y macrotúnel	35
2.3.2 Producción, volumen y calidad.....	36
2.4 Infraestructura, empacadora y cadena de valor.....	37
2.4.1 Tecnología de selección y clasificación con inteligencia artificial (IA).....	38
2.4.2 Uso de agua, agroquímicos y desaladoras	39
2.5 Políticas públicas y programas de apoyo al sector agrícola	40
CAPÍTULO III: ESTRATEGIA METODOLÓGICA	43
3.1 Enfoque de investigación cualitativo.....	43
3.2 Diseño de investigación exploratorio-descriptivo	44
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información	45
3.3.1 Entrevista semiestructurada	46
3.3.2 Observación directa en campo	47
3.3.3 Revisión documental.....	48
3.3.4 Fotografía como instrumento de registro	49
3.4 Triangulación metodológica y validez	50
3.5 Muestra teórica y saturación.....	51
3.6 Sistematización y análisis de la información	52
3.7 Operacionalización del concepto de sostenibilidad agrícola.....	54
3.8 Consideraciones éticas	58
3.8.1 Consentimiento informado.....	59
3.8.2 Confidencialidad y protección de los participantes	59
3.8.3 Diagnóstico de riesgos y beneficios.....	60
3.8.4 Declaración sobre uso de herramientas de inteligencia artificial.....	61
3.8.5 Manejo de la información y almacenamiento de datos.....	61
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1 Prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en el Valle de San Quintín	64

4.1.1 Dimensión ambiental: Manejo de agua, suelo y fertilización.....	65
4.1.2 Dimensión económica: Adopción de tecnología e innovación productiva.....	67
4.1.3 Dimensión social: Condiciones laborales, bienestar del jornalero y trabajo infantil	70
4.1.4 Certificaciones fitosanitarias y criterios de inocuidad	73
4.2 Impacto en el volumen de producción	76
4.2.1 Rendimiento por hectáreas y por ciclo productivo	77
4.2.2 Capacidad de respuesta a la demanda del mercado	80
4.3 Impacto en la calidad del tomate.....	85
4.3.1 Criterios de color, tamaño y firmeza	86
4.3.2 Manejo de merma y producto según la calidad	89
4.4 Acceso a mercados y comercialización.....	93
4.4.1 Mercado nacional y canales de distribución	94
4.4.2 Exportación al mercado estadounidense (Texas y California)	97
4.5 Dimensión social territorial: migración, comunidad y organización laboral	104
4.5.1 Perfil sociodemográfico de trabajo jornalera.....	104
4.5.2 Salarios, prestaciones y transformaciones en las condiciones de vida	105
4.5.3 Género y participación de la mujer en la cadena productiva	107
4.6 Retos y limitaciones identificadas por los actores	109
4.6.1 El agua como limitante estructural	109
4.6.2 Volatilidad climática y vulnerabilidad productiva.....	110
4.6.3 Asimetrías tecnológicas y acceso diferenciado a la innovación	110
4.6.4 Dependencia regulatoria de los mercados externos	111
4.7 Discusión y hallazgos	112
4.7.1 Dimensión ambiental: eficiencia hídrica, manejo de suelo y reducción de agroquímicos.....	112
4.7.2 Dimensión económica: innovación tecnológica, rendimiento y acceso a mercados	114
CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS:	i

Anexo 1. Consentimiento informado	i
Anexo 2. Guía de entrevista semiestructurada	iii
Anexo 3. Lista de informantes claves.....	vii
Anexo 4. Registro fotográfico de campo.....	ix

ÍNDICE DE CUADROS, MAPAS Y FIGURAS

Cuadros

Cuadro 2. 1 Información del Municipio de San Quintín	31
Cuadro 3. 1. Operacionalización del concepto de sostenibilidad agrícola	55

Mapas

Mapa 2. 1. Área de estudio y unidades productivas seleccionadas	33
Mapa 2. 2. Localización del Valle de San Quintín.....	34

Figuras

Figura 4. 1. Área de maquinaria agrícola - Rancho Navarro.....	x
Figura 4. 2. Sistema de bombeo y tanque de almacenamiento - Rancho Navarro	xi
Figura 4. 3. Almacén de materiales reutilizables - Rancho Navarro	xii
Figura 4. 4. Área de descanso de suelo entre ciclos productivos - Rancho Navarro.....	xiii
Figura 4. 5. Suelo agrícola preparado con tuberías de riego por goteo subterráneo - Rancho Navarro	xiv
Figura 4. 6. Laguna de almacenamiento de agua desalada de riego - Rancho Navarro	xv
Figura 4. 7. Sistema de pre-filtración y válvulas - Rancho Navarro	xvi
Figura 4. 8. Rack de tubos de presión - Rancho Navarro	xvii
Figura 4. 9. Línea de clasificación por peso y color REEMOON - Rancho Munguía.....	xviii
Figura 4. 10. Clasificador óptico REEMOON (ProScan) - Rancho Munguía	xix
Figura 4. 11. Panel de control eléctrico - Rancho Munguía.....	xx
Figura 4. 12. Sistema de transportadores y volcadora - Rancho Munguía.....	xxi
Figura 4. 13. Área de preparación - Rancho Munguía	xxii
Figura 4. 14. Almacén de insumos - Rancho Munguía	xxii
Figura 4. 15. Línea de transporte y sistema de volteo de contenedores al interior de la empacadora - Rancho Munguía.....	xxiii



INTRODUCCIÓN

El Valle de San Quintín, localizado en el municipio de Ensenada, Baja California, constituye una zona agroindustrial estratégica para las empresas exportadoras. Este territorio participa activamente en las transformaciones estructurales del sector agrícola y en las relaciones sociales de producción dentro del contexto fronterizo entre México y Estados Unidos (Velasco Ortiz et al., 2014). Su ubicación geográfica y las condiciones climáticas favorables, junto con la orientación comercial y exportadora de la región, han permitido la consolidación estratégica para el desarrollo regional. Asimismo, el valle se caracteriza por una significativa concentración de población migrante atraída por las oportunidades laborales vinculadas al sector, lo que ha contribuido al crecimiento poblacional y a la disponibilidad de mano de obra para las actividades agrarias (Chávez Valencia, 2020). En consecuencia, esta región se ha consolidado como un espacio fundamental para el análisis de las transformaciones productivas, sociales y ambientales dentro de la agricultura contemporánea.

El desarrollo productivo de la región que se examina ha tenido, en el pasado, como base la mano de obra migrante, un clima semiseco con pocas lluvias y la proximidad al mercado norteamericano (Pacheco Escobar, 2021). La zona se ha distinguido por su labor en el campo gracias a las amplias extensiones de tierra fértil que permiten una siembra de gran eficiencia.

El modelo de producción agrícola a gran escala no está exento de problemas, de hecho, se ve sometido a presiones y desafíos estructurales de todo tipo. Tal como lo destacan Gutiérrez et al. (2006), quienes apuntan a limitaciones como el uso desmedido de agroquímicos o la falta de infraestructura para el desarrollo local.

Es importante considerar que no se puede dejar de lado la sobreexplotación del agua en un territorio como este, desprovisto de ríos permanentes y que ha de recurrir a pozos o a las onerosas plantas desaladoras para abastecerse. A ello se suman las demandas de los mercados en materia de certificaciones fitosanitarias, sostenibilidad e inocuidad.

La zona de Baja California tiene un carácter estratégico para el desarrollo agrícola y la economía, su situación fronteriza con Estados Unidos es una ventaja para los productores de la región, pues les permite mantener vínculos comerciales con uno de los mayores mercados del

mundo (Meraz, 2023). De esta forma se propicia el auge en la producción, exportación y comercialización del tomate, lo que no solo dinamiza el Valle de San Quintín, sino que ayuda a afianzar a México entre los grandes exportadores de dicha hortaliza (Pacheco Escobar, 2021).

El tomate es sin duda uno de los cultivos más representativos del Valle de San Quintín debido a que concentra una importante superficie bajo los sistemas de agricultura protegida, donde el municipio destaca con más de mil hectáreas cultivadas bajo invernaderos, malla sombra y macrotúnel (SADR-Baja California, 2021). Su trascendencia se extiende también al papel que juegan las exportaciones dirigidas principalmente hacia el mercado estadounidense, pues se destina el 80 por ciento de la producción regional (Pacheco Escobar, 2021).

El aumento de la demanda de tomate en el mercado impulsa la adopción de técnicas orientadas a optimizar la calidad y el volumen de producción del cultivo, con el objetivo de satisfacer las exigencias de los consumidores y fortalecer la competitividad en el sector agrícola. Esta dinámica contribuye a la generación de ingresos y potencia el desarrollo local. Además, la ejecución y adopción de los avances tecnológicos facilita la especialización, desarrollo y mejoras de la producción de cultivos, reemplazando considerablemente las prácticas de mayor tiempo, lo cual incrementa el rendimiento económico de la región (Chávez Valencia, 2020).

La sostenibilidad se concibe aquí como una pieza fundamental para el análisis de las transformaciones de la época que van encaminadas al modelo de gestión territorial. A un nivel conceptual, y en consonancia con lo que la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED) definió en 1987 como principios del desarrollo sostenible, este enfoque da cabida a las vertientes económica, social y ambiental en los procesos productivos. El objetivo es asegurar una productividad que perdure en el tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, todo ello sin menoscabo de los recursos naturales ni de las condiciones de bienestar y vida de las comunidades.

Desde este enfoque, resulta fundamental analizar el impacto que las prácticas de sostenibilidad de las productoras de tomate del Valle de San Quintín tienen sobre la calidad y el volumen de su cultivo. Es un aspecto determinante para hacerse una idea de la realidad productiva de la zona y, a la vez, para detectar aquellas estrategias de mejora capaces de sostener la competitividad en los mercados ante normativas y estándares de calidad tan exigentes (Gutiérrez et al., 2006).

La investigación se desarrolla como parte de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colegio de la Frontera Norte (El Colef), este trabajo se inscribe en la línea de investigación de las transformaciones socioterritoriales atinentes a la innovación, el trabajo y la organización productiva. Por ello, el estudio va más allá de un mero repaso técnico de los sistemas agrícolas; se propone entender de qué manera las decisiones de quienes operan en el sector, sean productores, empaques o trabajadores, dan pie a unas prácticas de sostenibilidad con incidencia directa en el acceso a los mercados, ya sean de ámbito nacional o internacional, y en la posición competitiva de la región.

Delimitación temporal

La investigación se ha circunscrito al lapso de 2020 a 2026 por tres motivos de orden temporal. El primero es que el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI (2020) ofrece una base estadística de la que partir para tener un conocimiento cabal de las condiciones productivas y sociales con las que cuenta la región. Un segundo factor es el avance tecnológico de calado que se ha registrado desde 2021; nos referimos a la adopción de inteligencia artificial y sistemas automatizados en el empaque y clasificación del tomate, tal como documentan Brosnan y Sun (2004). Por último, el periodo elegido se superpone con los cambios regulatorios en los mercados de exportación a Estados Unidos que el T-MEC puso en marcha en 2020. Dicho tratado entre México, Estados Unidos y Canadá ha impuesto nuevas normas de regulación comercial, sostenibilidad e inocuidad alimentaria a los productos agrícolas (USMCA, 2020).

Planteamiento del problema

El Valle de San Quintín se ha consolidado como uno de los principales espacios productivos de hortalizas en Baja California y como una región estratégica para las exportaciones agrícolas mexicanas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que dicho crecimiento, tanto productivo como comercial, no está exento de tensiones estructurales. Estas se deben al empleo intensivo de los recursos naturales, a lo que piden los mercados internacionales y a las condiciones socioprodutivas propias del sector agrícola; un conjunto de factores que, según Gutiérrez et al. (2006), ponen en entredicho la viabilidad y la sostenibilidad del sistema productivo de la región.

Entre los principales problemas destacan la sobreexplotación del agua en un territorio con escasez hídrica crónica, la limitada incorporación de criterios agroecológicos, el bajo nivel de disponibilidad de equipamiento e infraestructura para el desarrollo local y los bajos rendimientos productivos en algunas unidades de producción (Meraz, 2023). A ello se agrega el uso intensivo de agroquímicos, el cual afecta tanto la fertilidad de los suelos como la salud de los trabajadores agrícolas y de los consumidores. De igual forma, persisten condiciones de vulnerabilidad laboral en la fuerza de trabajo migrante (Velasco Ortiz et al., 2014), así como una insuficiente implementación de medidas para la conservación y protección del medio ambiente. Por tanto, resulta indispensable fortalecer estrategias enfocadas en la sostenibilidad agrícola, con el propósito de impulsar el desarrollo económico, social y ambiental más equilibrado en la región.

Autores como Gutiérrez et al. (2006) plantean que, desde la perspectiva de los agricultores, la dimensión social de la sostenibilidad agrícola se refleja en la manera en que se organizan y desarrollan los procesos productivos, así como en la adopción de prácticas agrícolas que, al no incorporar criterios de sostenibilidad, pueden provocar el deterioro de los recursos naturales, afectar negativamente los ecosistemas y reducir la fertilidad de los suelos. Esto no significa dejar de producir, sino generar conciencia sobre la importancia de preservar el medio ambiente en un contexto caracterizado por una acelerada globalización (Pretty, 2008).

Con relación a la sostenibilidad agrícola el acceso a la educación y a los servicios de salud, así como el fomento de una mayor implicación por parte de la comunidad, son aspectos de gran calado en su dimensión social (Gutiérrez et al., 2006). La educación se erige como un elemento indispensable para un desarrollo sostenible; de hecho, es lo que permite hacer frente a la pobreza, elevar la productividad y en general mejorar las condiciones de vida (UNESCO, 2017).

En el ámbito ambiental, el cambio climático se erige como un factor de peso para la agricultura de la región, con una influencia tanto notable como paulatina que se traduce en fenómenos de escasez hídrica, sequías de gran intensidad o alteraciones térmicas (IPCC, 2022). Tal problemática cobra mayor fuerza en el Valle de San Quintín; al no contar con arroyos permanentes, la mayoría de las unidades productivas tienen que recurrir a pozos y desaladoras para su abastecimiento, lo que encarece la operación y deja al sistema más expuesto a las vulnerabilidades climáticas (Meraz, 2023). Por otro lado, los impactos ambientales de alcance

mundial derivados del mal uso de fertilizantes minerales han llevado a buscar sistemas de cultivo de mayor sostenibilidad y que no dependan tanto de insumos de fuera (Pretty, 2008).

El empleo en exceso de fertilizantes minerales no ha pasado desapercibido; sus repercusiones ecológicas y económicas se han hecho sentir a nivel mundial (Savvas y Gruda, 2018). De ahí la necesidad de impulsar una agricultura sostenible que, sin renunciar a la productividad, logre atenuar el consumo de insumos químicos y afiance las prácticas propias de lo orgánico (Altieri, 1995).

En el plano económico, la innovación y el progreso tecnológico son los grandes determinantes de la competitividad del sector. Los productores se ven así motivados a buscar con asiduidad alternativas que les permitan optimizar su rendimiento de forma viable (Porter y Kramer, 2011). Un ejemplo de ello es la maquinaria de vanguardia en las empacadoras: los sistemas automatizados de inteligencia artificial para clasificar el tomate por firmeza, color o tamaño han cambiado la dinámica de la cadena de valor local. No obstante, existe un abismo entre las posibilidades de un pequeño agricultor y las de una gran exportadora a la hora de acceder a tales adelantos. Esta disparidad agrava las desigualdades en el medio agrícola, puesto que limita al primero para que pueda hacer frente a las demandas de los mercados de exportación en pie de igualdad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2021).

La Organización de Naciones Unidas (ONU, 2019) ha puesto de manifiesto la urgencia de atajar las pérdidas y el desperdicio en lo que respecta al sector agrícola, con frutas y hortalizas a la cabeza. Un aspecto que cobra relevancia por su incidencia en la salud y en la preservación del medio natural, tal como se recoge en la FAO (2020). En esta misma línea, la pandemia de COVID-19 evidenció la importancia de fortalecer sistemas alimentarios más sostenibles y accesibles, considerando que la alimentación deficiente puede incrementar las condiciones de vulnerabilidad en la población (CEPAL, 2021).

A pesar de la relevancia productiva del Valle de San Quintín y de las evidencias empíricas existentes sobre sus problemáticas, aún son escasos los estudios que analicen de manera específica la relación entre prácticas de sostenibilidad agrícola y su impacto en el volumen y la calidad del tomate como factores estratégicos para el acceso a los mercados (Meraz, 2023). Este vacío, especialmente en investigaciones cualitativas que integren las perspectivas y experiencias

de los actores locales, constituye una de las principales justificaciones de la presente investigación (Izcara, 2014).

Por consiguiente, el periodo de investigación 2020-2026 permite analizar problemáticas relevantes asociadas a la sostenibilidad agrícola, así como su impacto en la producción de tomate en el Valle de San Quintín. Esta delimitación temporal resulta pertinente debido al rápido crecimiento tecnológico en el sector agrícola y al incremento de las exigencias productivas y comerciales en los mercados de exportación.

Pregunta de investigación

Tomando en consideración que esta investigación es de carácter exploratorio-descriptivo, la principal pregunta de investigación que guía el estudio es la siguiente:

¿De qué manera las prácticas de sostenibilidad agrícola, en sus dimensiones económica, social y ambiental, influyen en el volumen y la calidad de la producción de tomate, y con ello la competitividad de las unidades productivas en el Valle de San Quintín?

A partir de esta pregunta general, se plantean otras interrogantes específicas relacionadas con las dimensiones económicas, ambientales y sociales del estudio:

a) Dimensión económica:

¿De qué manera la mejora del volumen y la calidad del tomate producido fortalece la competitividad económica de las empresas en los mercados nacionales e internacionales?

b) Dimensión ambiental:

¿Qué prácticas ambientales sostenibles en la producción de tomate facilitan el cumplimiento de los estándares de calidad y certificaciones exigidas en el mercado?

c) Dimensión social:

¿Cómo influyen las condiciones laborales y las dinámicas organizativas del trabajo en la sostenibilidad de la producción de tomate y en la capacidad de las empresas para mantener estándares de calidad y competitividad en los mercados?

Objetivo general

Analizar los factores asociados a las prácticas de sostenibilidad agrícola que influyen en la competitividad y el acceso a los mercados de las empresas productoras de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California, considerando su impacto en el volumen de producción y la calidad del producto en el periodo 2020-2026.

Objetivos específicos

A partir del objetivo general, se definen los siguientes objetivos específicos:

- a) Identificar las principales prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas por las empresas productoras de tomate en el Valle de San Quintín en sus dimensiones económica, ambiental y social.
- b) Analizar cómo dichas prácticas influyen en el volumen de producción y la calidad del tomate desde las percepciones y experiencias de los actores productivos clave.
- c) Examinar la relación entre las prácticas de sostenibilidad agrícola y el acceso a mercados de exportación, identificando retos, oportunidades y factores que fortalecen la competitividad del sector productor de tomate desde la perspectiva de productores, empacadores y trabajadores.

Supuesto analítico

Se parte del supuesto analítico de que las unidades productoras de tomate del Valle de San Quintín que adoptan prácticas de sostenibilidad agrícola en sus dimensiones económica, social y ambiental tienden a mejorar la calidad y la estabilidad del volumen de producción, lo que incide en su posición competitiva en los mercados de exportación. Este supuesto no busca comprobar relaciones causales entre variables, sino ofrecer un marco analítico que contribuya a comprender las prácticas observadas y la forma en que los actores productivos las reconocen y valoran desde sus experiencias.

Justificación

En la escala global, la conservación de los recursos naturales y el declive paulatino de los ecosistemas son motivos de inquietud de una relevancia inusitada, sobre todo en aquellas regiones donde el crecimiento económico y urbano se ha visto acelerado (WCED, 1987). De ahí la necesidad de poner en marcha estrategias de desarrollo sostenible que, a través de la protección de la biodiversidad y los recursos, salvaguarden su uso para las generaciones futuras.

La sostenibilidad en el campo va de la mano con un desarrollo de la actividad agrícola que sea responsable, eficiente y consciente. No se puede ver las transformaciones de orden social, ambiental o económico como procesos independientes; más bien son la respuesta que exige la promoción de unas prácticas productivas que garanticen el desarrollo regional (Pretty, 2008). En esta misma línea, la sostenibilidad agrícola se erige como un factor clave para dar robustez a la producción, la comercialización y la distribución, lo que se traduce en mayor competitividad de mercado sin menoscabo del medio ambiente ni del bienestar de las comunidades rurales.

Más allá de asegurar la productividad a largo plazo, se busca promover un equilibrio que atienda al crecimiento económico, a la justicia social y a la salvaguarda de los recursos naturales (WCED, 1987). De este modo se contribuye a afianzar a la agricultura como pieza clave en el desarrollo regional, pues se refuerza la capacidad de los territorios para dar respuesta a las cuestiones de orden global o local con estrategias de carácter innovador y colaborativo.

A partir de la producción de tomate en el Valle de San Quintín el estudio ofrece una visión más integral desde el desarrollo regional. El análisis se centra en los problemas referente a al ámbito económico, social y ambiental en materia de sostenibilidad agrícola, a fin de indagar en su dinámica dentro de un esquema de exportación y ver de qué manera incide en el progreso de la región.

Dimensión económica:

La competitividad en el sector agrícola se sustenta en la innovación y el avance tecnológico, lo que lleva a los productores a buscar de forma permanente nuevas vías para una productividad más eficiente y sostenible. Esta dimensión incluye una valoración de los ingresos familiares y el empleo disponible en la región, así como de las políticas de sostenibilidad. De igual modo, se

examina la posibilidad de conciliar el crecimiento económico con el desarrollo social, midiendo sus repercusiones en la equidad y la igualdad al repartir la riqueza (Porter y Kramer, 2011). En este sentido, la economía constituye un elemento esencial para el bienestar comunitario y la estabilidad financiera, influyendo significativamente en la perspectiva social.

Dimensión social:

Para comprender mejor los procesos productivos y territoriales que rodean la producción de tomate, es indispensable tener en cuenta el lado social de la sostenibilidad agrícola. En la región que esta investigación tiene como objeto de estudio, por ejemplo, la forma en que se organiza la producción de este cultivo es parte integral de las dinámicas socioculturales de sus comunidades.

En este contexto, muchas familias han consolidado la actividad agrícola como una práctica que va más allá del ámbito económico, incorporando saberes tradicionales, formas de organización comunitaria y la transmisión de valores propios del territorio (FAO, 2019). Es decir, este componente social refleja la manera en que la agricultura se convierte en un espacio de interacción cotidiana, donde se fortalecen vínculos familiares y comunitarios, se reproducen identidades colectivas y se generan mecanismos de cooperación que permiten enfrentar los retos productivos y ambientales. Así pues, al hablar de sostenibilidad no basta con medir la eficiencia tecnológica o económica, hay que valorar también la aptitud de las comunidades para seguir con sus modos de vida en consonancia con el entorno, preservando su integración social y el legado cultural.

Dimensión ambiental:

En este marco, el cambio climático representa uno de los factores que afectan a la agricultura dado que fenómenos de calado como las variaciones térmicas, las inundaciones o sequías de gran intensidad inciden directamente sobre el sector. De ahí que su influencia se traduzca en consecuencias de peso para la productividad y el acceso a los recursos naturales (Pretty, 2008).

Por otra parte, esta dimensión enfatiza la conservación del entorno y de los recursos, con vistas a asegurar su uso por parte de las generaciones venideras. La FAO (2019) sostiene que la sostenibilidad ambiental debe ser un pilar de las políticas de desarrollo regional. Con ese fin, las

medidas adoptadas en materia ambiental persiguen una producción agrícola de mayor equilibrio y responsabilidad, lo que al final redundará en el bienestar y el progreso de la región, así como en su propia preservación.

Rueda Rodríguez (2022) sostiene que toda iniciativa encaminada a afianzar las prácticas ambientales sostenibles ha de contemplar estrategias propicias para una convivencia más armónica entre la sociedad y el entorno natural. Bajo esa premisa, un producto agrícola tal como el tomate se concibe no únicamente como un medio para obtener los rendimientos económicos de la producción, sino como un factor que impulsa el desarrollo regional al mejorar la competitividad del territorio, la sostenibilidad del sector y las propias capacidades productivas.

El sector agrario constituye un eje estratégico del crecimiento en las zonas rurales, pues garantiza la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del medio ambiente. Pero para que esto sea así, hace falta implementar políticas y medidas que vayan de la mano con la modernización del campo, desde facilitar el acceso a créditos y la formación técnica de los agricultores hasta fomentar la diversificación de lo que se cultiva. De acuerdo con la FAO (2019), estos componentes son esenciales para el progreso de la región.

Relevancia teórica

La sostenibilidad agrícola está directamente relacionada con la gestión responsable y eficiente de la producción. Desde esta perspectiva, los cambios económicos, sociales y ambientales se entienden como procesos interdependientes, sino como respuestas integradas a la necesidad de impulsar estrategias de producción con mayor equilibrio y viabilidad (Pretty, 2008). En este sentido, las prácticas sostenibles agrícolas tienen como objetivo asegurar la continuidad y estabilidad de la actividad agrícola, todo ello en aras de proteger los recursos naturales y el bienestar comunitario.

El análisis de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín aporta a la construcción de conocimientos sobre cómo los actores locales participan en las dinámicas agrícolas de la región. Se trata de ver de qué modo estos actores toman, adaptan y dan un nuevo sentido a las prácticas sostenibles en el marco de un modelo de agricultura intensiva de exportación propio de la frontera norte mexicana.

Gutiérrez et al. (2006) afirman que, para el agricultor, la dimensión social de la sostenibilidad agrícola se manifiesta en la adopción de alternativas productivas con el fin de sustituir aquellas prácticas tradicionales que deterioran el suelo y afectan negativamente el medio natural. En el caso del Valle de San Quintín, esta problemática adquiere una relevancia particular, ya que la región enfrenta desafíos estructurales que amenazan el equilibrio ambiental, entre ellos la escasez hídrica derivada de sequías prolongadas, el uso de agroquímicos y la necesidad de recurrir a plantas desaladoras.

Pertinencia empírica

El Valle de San Quintín constituye un referente estratégico para el análisis y dar sentido a las dinámicas territoriales y agrícolas de la producción de tomate. México ha posicionado como uno de los mayores exportadores de este producto a Estados Unidos. Por su parte, Baja California tiene una presencia muy notable en ese mercado, según lo reportado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024). En este contexto, el valle resulta un espacio fundamental para estudiar cómo se conectan la sostenibilidad del campo, la competitividad a nivel internacional y los estándares de calidad exigidos.

El estudio entiende la necesidad de generar conocimiento local y regional identificada en la literatura, ante la disponibilidad de estudios cualitativos con enfoque territorial que analicen de manera integral las dimensiones económica, social y ambiental en la agricultura de exportación en el norte de México. El conocimiento generado aporta elementos valiosos para el diseño de políticas de desarrollo en la zona.

Aportes al desarrollo regional

Con base en la línea de investigación que abarca las transformaciones socioterritoriales, el trabajo y la innovación en la organización productiva, este estudio ofrece datos cualitativos de primera mano acerca de cómo se adoptan las prácticas agrícolas sostenibles en un territorio agroindustrial en el contexto fronterizo. Los resultados contribuyen al diseño de estrategias y políticas públicas que refuercen la competitividad de la región.

Asimismo, se reconoce la dimensión económica como factor que asegura la viabilidad financiera de las unidades productivas y tiene un impacto directo en el bienestar social de las

comunidades rurales. En este sentido, la investigación adquiere un valor social al poner de manifiesto las vivencias, necesidades y problemas de quienes se dedican a la producción agrícola en el Valle de San Quintín.

Desde un punto de vista más práctico, el estudio resulta relevante para los actores institucionales, empacadores y productores del valle, al ofrecer un diagnóstico participativo de las prácticas sostenibles agrícolas y las condiciones que influyen en su implementación. Con los hallazgos de esta investigación es posible articular programas de apoyo, esquemas de certificación o planes de comercialización que consoliden la presencia de la región en los mercados de exportación.

La presente tesis se organiza en cuatro capítulos que conducen al lector desde la fundamentación teórica hasta los resultados prácticos. El Capítulo I desarrolla el marco teórico-conceptual de la sostenibilidad agrícola, abordando sus dimensiones económica, social y ambiental, e identificando las perspectivas teóricas que guían el análisis. El Capítulo II presenta el contexto territorial y socioeconómico, los antecedentes históricos del sector agrícola, la caracterización demográfica y la infraestructura productiva de la región. El Capítulo III describe la estrategia metodológica adoptada, el diseño de investigación, las técnicas de recolección de información y las consideraciones éticas del estudio. El Capítulo IV presenta y discute los hallazgos empíricos, estructurados según las tres dimensiones de la sostenibilidad agrícola, evidenciando su impacto en el volumen de producción, la calidad del tomate y el acceso a los mercados de exportación. Finalmente, se incluyen las conclusiones, las referencias y los anexos, que enriquecen la investigación y ofrecen una visión más profunda del tema.



CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA

En este capítulo se desarrolla el marco teórico y conceptual de la investigación, integrando los debates y enfoques académicos más relevantes sobre la sostenibilidad agrícola en sus dimensiones económica, social y ambiental. Se establece de esta forma la base analítica para estudiar las prácticas de sostenibilidad agrícola aplicadas al cultivo del tomate en el Valle de San Quintín, Baja California, y su impacto en la competitividad de los mercados, tanto a nivel nacional como internacional, así como en la calidad y volumen de la producción. Para abordar estos elementos el contenido se organiza en seis secciones que incluyen los conceptos fundamentales, dimensiones del objeto de estudio, las posturas teóricas adoptadas, el debate entre los distintos autores, los vacíos de conocimiento y el esquema analítico para el estudio de las unidades productivas.

1.1 Conceptos fundamentales de la sostenibilidad agrícola

Durante las últimas cuatro décadas, la sostenibilidad agrícola ha ganado un lugar fundamental en las discusiones de política pública, en la construcción de marcos normativos y en el ámbito académico. Se trata de un tema complejo, pues requiere equilibrar la producción de alimentos, la viabilidad económica de los sistemas productivos, la administración eficiente de los recursos naturales y el bienestar social.

Por ello es necesario establecer bases conceptuales sólidas que permitan comprender la labor de investigación en el contexto del Valle de San Quintín y ofrecer una interpretación profunda de los resultados que se presentarán en el capítulo IV.

1.1.1 Agricultura sostenible: definiciones y alcances

Si se remonta el concepto a sus orígenes, se identifica el Informe Brundtland de 1987, elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En dicho documento, se define la sostenibilidad como el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones del futuro (WCED, 1987). Aunque esta formulación al principio tuvo un carácter general, fue en la década de 1990 cuando las corrientes

académicas y las instituciones internacionales comenzaron a trasladarla al terreno agrícola, de donde surge el término agricultura sostenible.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SANDER, 2020) sostiene que la agricultura sostenible se caracteriza por ser económicamente viable, socialmente justa y respetuosa del entorno, a la vez que fomenta la seguridad alimentaria y la preservación de los recursos naturales. En esa misma línea, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019) la define como un sistema que no solo responde a la necesidad de producir alimentos, sino que protege el entorno y los recursos. Asimismo, la considera como una actividad que genera beneficios económicos y mejora la vida de las comunidades y de los agricultores. Esta definición deja claro que los aspectos ambiental, económico y social son elementos vinculados entre sí.

De acuerdo con Altieri (1995), la agricultura sostenible se define a partir de un conjunto de prácticas que son a la vez viables en lo económico, socialmente justas y responsables con el medio ambiente, todo ello garantizando la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales. El autor afirma que este concepto supera la eficiencia productiva al concebirlo como un sistema integral que abarca la gestión del agua y el suelo, los procesos de comercialización y las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas.

Desde la agroecología, Altieri (1995) plantea que la sostenibilidad en la agricultura debe basarse en el diseño de agroecosistemas capaces de ofrecer rendimientos constantes sin depender de insumos externos y protegiendo la biodiversidad y los ciclos de la naturaleza. Esta visión va más allá de la eficiencia y busca que los sistemas agrícolas se parezcan a los ecosistemas naturales productivos de modo que se asemejen al funcionamiento de un ecosistema natural, algo muy importante en lugares con escasez de agua, como es el caso del Valle de San Quintín.

La agricultura sostenible se plantea como respuesta a los retos globales como el cambio climático, la inseguridad alimentaria o la pérdida de la biodiversidad. Al mismo tiempo, constituye un marco normativo e interpretativo para analizar las transformaciones productivas en territorios agroindustriales de exportación (WCED, 1987).

En esta línea, Rizo Mustelie y colaboradores (2017) definen la sostenibilidad agrícola como un enfoque que integra la gestión responsable de los recursos naturales en la producción de alimentos, teniendo en cuenta sus implicaciones económicas, sociales y ambientales. Se trata de un proceso dinámico que busca eficiencia y capacidad de adaptación en los sistemas agroalimentarios, para enfrentar obstáculos y limitantes tanto a nivel regional como global.

En el contexto del Valle de San Quintín, Baja California, esta región es importante en la producción de tomate, por lo que la adopción de prácticas sostenibles y la incorporación de tecnologías son esenciales para mejorar la competitividad, la igualdad y la fortaleza ambiental.

1.1.2 Desarrollo sostenible y seguridad alimentaria

La relación entre desarrollo sostenible y seguridad alimentaria constituye uno de los ejes más debatidos en la literatura científica contemporánea. La seguridad alimentaria, definida por la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 como la condición en que todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, no puede alcanzarse sin sistemas agrícolas que sean simultáneamente productivos, sostenibles y resilientes (FAO, 2006).

Gutiérrez et al. (2006) plantean que el desarrollo sostenible, desde el punto de vista de los productores agrícolas, implica asumir en el proceso productivo alternativas a las prácticas tradicionales que destruyen, afectan y debilitan los ecosistemas o reducen la fertilidad de los suelos. Según los autores, la finalidad no es detener la producción agrícola, sino reconocer con claridad la necesidad de proteger el medio ambiente ante un proceso de globalización acelerado. En el Valle de San Quintín, la investigación de campo muestra que los productores reconocen la conservación del agua y el suelo como condición indispensable para garantizar la viabilidad de su actividad.

En concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (2015) el objetivo 2, Hambre Cero, marca el camino hacia la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, con vistas a impulsar una agricultura sostenible hacia el 2030. Alcanzar este compromiso implica transformar los sistemas agroalimentarios mediante la adopción de tecnologías más eficientes,

la reducción de pérdidas y desperdicios y el fortalecimiento de las cadenas de valor local y regional.

La frontera norte de México constituye un caso particular en el que se integran la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible, estrechamente vinculados con la agricultura de exportación. Meraz (2023) señala que las exigencias de mercados internacionales en materia de inocuidad, seguimiento de la cadena productiva y protección del entorno han definido la competitividad de las empresas agrícolas de Baja California, obligándolas a cumplir estrictamente los estándares fitosanitarios que en otro tiempo podían pasar de largo. Esta adaptación se interpreta como el tránsito hacia sistemas agroalimentarios sostenibles, donde la seguridad alimentaria y la sostenibilidad no se ven como metas distintas, sino como partes de un mismo objetivo.

1.2 Dimensiones del problema de investigación

La sostenibilidad agrícola se analiza en la presente investigación a partir de tres dimensiones interrelacionadas: la económica, la social y la ambiental. Esta triada conceptual, ampliamente consolidada en la literatura académica desde el Informe Brundtland (1987), permite descomponer analíticamente una realidad compleja sin perder de vista sus interconexiones. En el caso del Valle de San Quintín, las tres dimensiones se expresan de manera específica a partir de las condiciones territoriales, productivas y sociolaborales de la región. Por lo que a continuación se realiza una explicación de cada una de las dimensiones:

1.2.1 Dimensión económica: innovación, productividad y mercados

Esta dimensión incorpora la innovación tecnológica, el desarrollo productivo eficiente, el acceso a financiamiento y rentabilidad del cultivo de tomate que sostienen el crecimiento económico regional y la competitividad en el mercado internacional. Esta perspectiva fomenta la viabilidad financiera de los sistemas agrícolas a largo plazo a través de estrategias de ampliación de fuentes económicas en sistemas productivos, accesibilidad a mercados justos, además de minimizar los costos por uso eficiente de insumos.

La dimensión económica resulta pertinente para la estabilidad financiera de las unidades productivas y condiciona el bienestar de las comunidades, influyendo significativamente en la

sostenibilidad social del territorio. Visto de este modo, la rentabilidad constituye un requisito esencial para la permanencia y el fortalecimiento de los sistemas productivos. En el caso del tomate en el Valle de San Quintín, la dimensión económica se evidencia en la incorporación de inteligencia artificial (IA) en los procesos de selección y clasificación, en la apertura de mercados y en la reducción de costos operativos mediante un uso más eficiente de insumos. Por su parte, Porter y Kramer (2011) señalan que aquellas compañías que logran integrar el valor económico con el social y ambiental, lo que ellos definen como valor compartido, aseguran beneficios competitivos de carácter sostenible, estables y prolongados en el tiempo.

El acceso a mercados representa una dimensión emergente de la competitividad económica en la agricultura de exportación. La digitalización de las plataformas de comercialización, combinada con sistemas de control basados en tecnologías de la información, está reconfigurando las cadenas de valor agroalimentarias y estableciendo nuevos requisitos de calidad, inocuidad y sostenibilidad para los productores que desean exportar hacia mercados exigentes como el de los Estados Unidos.

1.2.2 Dimensión social: trabajo, productividad, migración y comunidad

La dimensión social de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín no puede analizarse sin considerar el papel estructural de la migración como fuente de mano de obra y configuradora de las identidades comunitarias. La región ha sido históricamente un destino de migración interna e internacional, con importantes flujos provenientes de estados del sur de México, que han dado origen a comunidades indígenas con lenguas, tradiciones y formas organizativas propias.

La dimensión social analiza la conservación y transmisión de saberes tradicionales, la participación social, las condiciones laborales y el impacto de la migración en la mano de obra agrícola. Asimismo, valora el bienestar de las comunidades y la equidad social como parte integral de la sostenibilidad (Pacheco Escobar, 2021). Su propósito es garantizar condiciones de vida dignas para los trabajadores y comunidades rurales, con acceso a educación, salud y participación equitativa en los beneficios económicos generados por la actividad agrícola.

Según Chávez Valencia (2020), las comunidades jornaleras del Valle de San Quintín han experimentado procesos complejos de organización y resistencia, como el paro laboral de 2015, que visibilizaron las condiciones de precariedad extrema en que laboran los trabajadores agrícolas y pusieron de relieve la tensión entre la productividad del modelo exportador y la sostenibilidad social del territorio. Este antecedente es fundamental para comprender el contexto en el que operan actualmente las empresas productoras de tomate y las expectativas de los actores locales respecto a la adopción de prácticas más sostenibles.

Desde la perspectiva social, la incorporación de tecnologías de clasificación automatizada en las empacadoras genera un doble efecto. Si bien se ven mejoradas las condiciones de inocuidad al reducir la exposición de los trabajadores al contacto directo con el producto, esto conlleva desplazamiento de fuerza de trabajo y una presión a la baja de los salarios de los trabajadores menos calificados. Como señala Reygadas (2002), la innovación tecnológica en la agricultura intensiva de exportación tiende a reproducir y profundizar las desigualdades sociales si no va acompañada de políticas redistributivas y de formación de capacidades.

1.2.3 Dimensión ambiental: cambio climático y recursos ambientales

La dimensión ambiental de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín está marcada por una restricción estructural fundamental derivada de la escasez hídrica. Sin ríos permanentes ni acuíferos abundantes, la gran mayoría de las unidades productivas depende de pozos profundos y plantas desaladoras para satisfacer sus necesidades de agua. Esta condición hace que la gestión eficiente del agua sea, simultáneamente, un imperativo ambiental y un factor de competitividad económica.

Con base en esta perspectiva, la dimensión ambiental de la sostenibilidad se define como aquella que se enfoca en la preservación de las fuentes hídricas, los suelos y la vegetación en condiciones de utilización presente y futura. Esta dimensión debe ser uno de los objetivos centrales de las políticas públicas orientadas al desarrollo, y una de las responsabilidades explícitas de los gobiernos en la promoción de un crecimiento territorial equilibrado (FAO, 2014).

Asimismo, se considera la conservación y uso racional de recursos naturales, como suelos y agua, para minimizar impactos ambientales negativos, la adaptación al cambio climático y la protección de la biodiversidad (Pretty, 2008). Las políticas públicas y prácticas agrícolas adecuadas son esenciales para preservar los ecosistemas y garantizar la sostenibilidad a largo plazo, enfocada en la preservación de los recursos naturales mediante prácticas como el manejo integrado de suelos y agua, la reducción en el uso de agroquímicos, así como también la conservación de la biodiversidad.

El cambio climático representa el factor de mayor incertidumbre para la sostenibilidad ambiental de la agricultura en el Valle de San Quintín. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2022), las proyecciones para el norte de México indican una disminución de las precipitaciones medias anuales de entre 10 y 20 por ciento para 2050, un aumento de la temperatura media de 1.5 a 2.5 grados Celsius, y una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como sequías, olas de calor y lluvias torrenciales. Estas tendencias amenazan directamente la viabilidad hídrica de la producción agrícola intensiva en la región.

En cuanto al uso de agroquímicos, Altieri (1995) y Pretty (2008) sostienen que el uso intensivo e inadecuado de fertilizantes minerales ha provocado problemas ecológicos y económicos a escala mundial, y que esta es una de las principales razones por las que la agricultura mundial se encamina hacia modelos sostenibles que buscan altos rendimientos con aplicación mínima de insumos externos.

1.3 Perspectivas del problema de investigación

El análisis de la sostenibilidad agrícola puede abordarse desde múltiples perspectivas teóricas, cada una de las cuales ofrece herramientas conceptuales distintas para interpretar la realidad productiva del Valle de San Quintín. En esta investigación se adoptan principalmente dos perspectivas complementarias: la perspectiva sistémica de los sistemas agroalimentarios y la perspectiva territorial del desarrollo regional.

Los desafíos en el Valle de San Quintín incluyen el uso intensivo de agroquímicos, limitaciones en infraestructura, bajo acceso a tecnologías sostenibles y la necesidad de estrategias para

incrementar el comercio y la exportación en la región. Desde una perspectiva económica, la sostenibilidad debe garantizar rentabilidad y productividad. En el plano social, requiere la inclusión y mejora de las condiciones laborales y culturales. En el ámbito ambiental, exige la protección de los recursos naturales frente al cambio climático y la degradación (Cantú-Martínez, 2015).

1.3.1 Perspectiva sistémica de los sistemas agroalimentarios

La perspectiva sistémica concibe la agricultura no como un conjunto de técnicas productivas aisladas, sino como un sistema complejo en el que interactúan actores, recursos, instituciones, tecnologías y mercados. Desde este enfoque, la sostenibilidad no puede evaluarse exclusivamente a nivel de la parcela o de la empresa productora, sino que debe analizarse en el conjunto del sistema agroalimentario, desde la producción primaria hasta el consumo final (FAO, 2014).

En el caso del tomate en el Valle de San Quintín, el sistema agroalimentario se estructura en cuatro eslabones principales: (1) la producción en campo bajo sistemas de invernadero, macrotúnel y malla sombra; (2) el transporte interno, el proceso de selección, clasificación y empacado con tecnología de IA; (3) la cadena logística de exportación hacia el mercado estadounidense; y (4) la comercialización en tiendas de autoservicio y mercados de abastos. La sostenibilidad de este sistema depende de la coherencia y eficiencia de cada uno de estos eslabones, de modo que la fragilidad en cualquiera de ellos puede comprometer la competitividad del conjunto.

1.3.2 Perspectiva territorial del desarrollo regional

Esta perspectiva enfatiza que la sostenibilidad agrícola no puede desvincularse del contexto socioterritorial en el que se inscribe la actividad productiva. Desde la Línea de Investigación sobre Transformaciones socioterritoriales: Organización productiva, trabajo e innovación de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colef, el territorio se concibe no como un mero soporte físico de la actividad económica, sino como una construcción social en la que las relaciones de poder, las identidades culturales y las trayectorias históricas condicionan las posibilidades de desarrollo (Manzanal, 2014).

Boisier (1999) define el desarrollo territorial como un proceso de cambio en el bienestar de quienes habitan un territorio, un fenómeno que se sostiene gracias a la puesta en valor de los recursos endógenos y a su vinculación con los circuitos económicos de fuera. Bajo este criterio, la sostenibilidad agrícola del Valle de San Quintín va más allá de una estrategia productiva y se convierte en un pilar del desarrollo regional, pues sus efectos sobre el empleo, los ingresos, la cohesión social o los recursos naturales no se limitan a las empresas de por sí, sino que definen las condiciones de vida de la comunidad.

En el plano económico, la sostenibilidad debe garantizar la rentabilidad y la productividad. Sin embargo, Gutiérrez et al. (2006) advierten que esto implica una exigencia social de inclusión y de elevar las condiciones de trabajo, además de la protección de los recursos naturales frente a la degradación y al cambio climático.

1.4 Discusión entre autores

Al examinar la literatura especializada se evidencia acuerdos y desacuerdos significativos sobre la sostenibilidad agrícola y sus dimensiones. En las líneas que siguen se sintetizan los puntos de mayor a menor acuerdo, estructurados en cuatro ejes: la propia definición del concepto, la preeminencia de unas dimensiones sobre otras, la tecnología y el vínculo con la competitividad.

Eje 1: La definición de la sostenibilidad agrícola

La bibliografía muestra un amplio acuerdo en adoptar la definición tridimensional (económica, social y ambiental) establecida por el Informe Brundtland de 1987. Sin embargo, no faltan autores como Pretty (2008), que se muestran escépticos respecto a su aplicación en sistemas agrícolas orientados a la exportación, al mantener su postura de que una verdadera sostenibilidad requiere transformaciones estructurales y no se limita a prácticas fragmentadas.

Eje 2: La jerarquía de las dimensiones

Un debate central en la literatura se refiere a si las tres dimensiones de la sostenibilidad poseen igual peso o si alguna de ellas debe considerarse prioritaria. Pretty (2008) otorga preferencia por la dimensión ambiental, argumentando que sin la conservación de los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad, las dimensiones económica y social están destinadas al

fracaso a largo plazo. En contraste, Gutiérrez et al. (2006) enfatizan la dimensión social como condición de posibilidad para las otras dos dimensiones, señalando que sin equidad en la distribución de los beneficios y en el acceso a los recursos, las mejoras en la productividad y sostenibilidad ambiental favorecen únicamente a los actores más poderosos del sistema agroalimentario.

Por su parte, Chirinos et al. (2018) adoptan una perspectiva más economicista, sosteniendo que la viabilidad financiera de las empresas es un requisito fundamental para invertir en prácticas sostenibles desde el punto de vista ambiental y social. Esta postura se alinea con el enfoque de valor compartido de Porter y Kramer (2011), aunque ha sido cuestionada por autores como Bernstein (2000), quien advierte que subordinar la sostenibilidad ambiental a la lógica de mercado puede llevar a formas de sostenibilidad superficial que no transforman de manera estructural los modelos productivos.

Eje 3: El papel de la tecnología

No existe debate sobre la sostenibilidad agrícola que no sitúe a la tecnología como centro de discusión, aunque las interpretaciones difieran. Altieri (1995) considera que el uso de una tecnología convencional, como sistemas de clasificación automatizada, puede aumentar la eficiencia productiva, sin embargo, resulta insuficiente porque no aborda los problemas estructurales de la insostenibilidad, entre ellos la concentración de poder en la cadena de valor o la dependencia de insumos externos.

En contraste, Meraz (2023) adopta una visión más favorable hacia la incorporación de inteligencia artificial y tecnologías de precisión en las empacadoras, al considerarlas un medio para reducir las pérdidas postcosecha y garantizar la calidad del producto.

El trabajo de campo en el Valle de San Quintín muestra que la incorporación de sistemas de clasificación con IA ha transformado el empaque: los tiempos de procesamiento se han reducido, la merma ha disminuido y los estándares de calidad se han vuelto más consistentes. No obstante, la tecnología no constituye un fin en sí misma; sin condiciones laborales adecuadas para los trabajadores y un manejo agronómico del campo que se adapte a las necesidades del territorio, no podrá asegurarse la sostenibilidad.

Eje 4: La relación entre sostenibilidad y competitividad

La relación entre la sostenibilidad agrícola y la competitividad en los mercados internacionales constituye el cuarto eje de debate. La literatura no es unánime al respecto. Por una parte, autores como Escobar et al. (2023) ven a ambas como complementarias; su postura es que las prácticas sostenibles elevan la calidad del producto y permiten obtener certificaciones y acceder a mercados más exigentes y con mejor remuneración. En oposición, Reygadas (2002) y Bernstein (2000) advierten que la presión competitiva puede llevar a una sostenibilidad instrumental o selectiva, limitada al cumplimiento de los requisitos de exportación sin alterar las bases del modelo productivo.

Para los fines de esta investigación se consideran válidas ambas posturas. Los entrevistados en el Valle de San Quintín, por ejemplo, perciben un vínculo positivo entre la adopción de prácticas sostenibles y una mayor competitividad, traducido en mejor calidad y en el respeto a los estándares de exportación. Sin embargo, los obstáculos estructurales identificados, desde la precariedad laboral, el limitado acceso a la tecnología y la escasez de agua, sugieren que alcanzar una sostenibilidad requiere transformaciones profundas que van más allá de la lógica del mercado (Gutiérrez et al., 2006).

Comprender el objeto de estudio exige analizar la agricultura sostenible desde una mirada agroproductiva que, partiendo del uso responsable de los recursos naturales, se oriente a la generación de alimentos. Este paradigma aborda de manera integral las dimensiones económico, social y ambiental en busca de un equilibrio entre la productividad, la conservación ecológica y el bienestar colectivo.

Más allá de ser un sistema de producción de alimentos, la agricultura sostenible constituye una práctica imprescindible para la salud de los ecosistemas, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, todo ello con el propósito de preservar los recursos. Se trata de un enfoque que enfatiza la gestión responsable de los recursos y la obtención de alimentos de forma sostenible.

La agricultura sostenible genera impactos positivos en los ámbitos ambiental, social y económico. Asimismo, contribuye al bienestar integral de los territorios mediante la disminución del uso de productos químicos y pesticidas dañinos para la salud, fortalece la

fertilidad de los suelos y la biodiversidad, disminuye la erosión del suelo y mejora la calidad del agua y del aire, promoviendo al mismo tiempo la eficiencia de los recursos agrícolas.

A pesar de esto, la agricultura se enfrenta a diversos retos como la falta de acceso a recursos y tecnología sostenibles, pocos incentivos económicos, insuficiente conocimiento y capacitación sobre prácticas agrícolas sostenibles, las restricciones de espacio en áreas urbanas para la agricultura urbana, así como también el escaso apoyo gubernamental y político para la agricultura sostenible.

La sostenibilidad agrícola es un concepto en el que se integran los aspectos económica, social y ambiental. Para dar sentido a la práctica, se requieren programas y políticas integrales que impulsen la innovación tecnológica, defiendan la justicia social y protejan la conservación de la naturaleza.

En territorios agrícolas como San Quintín, la sostenibilidad adquiere un carácter crucial, donde el dinamismo productivo con proyección al mercado internacional convive con una fragilidad ambiental y una vulnerabilidad social propias de la zona. Este contexto no es únicamente una estrategia técnica, sino también una apuesta por la dignidad de quienes trabajan la tierra y por la permanencia de los recursos que sostienen la vida.

1.5 Vacíos de conocimiento y posicionamiento de la investigación

La revisión de la literatura permite identificar tres vacíos de conocimiento que justifican la realización de esta investigación. En primer lugar, los estudios sobre sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín suelen abordar de manera separada las dimensiones ambiental, económica o social, sin integrarlas en un mismo análisis (Pacheco Escobar, 2021). En contraste, este trabajo propone una aproximación simultánea a las tres dimensiones a partir de la perspectiva de los propios actores productivos.

En segundo lugar, la literatura académica disponible sobre el Valle de San Quintín se ha centrado principalmente en estudios cuantitativos y en el uso de información estadística, mientras que son menos frecuentes los enfoques cualitativos que recuperan la experiencia de los actores locales. Esta tesis busca ampliar esa perspectiva mediante el uso de entrevistas semiestructuradas y observación directa en campo.

En tercer lugar, los trabajos existentes ofrecen referencias importantes sobre la región, pero aún se dispone de poca evidencia empírica reciente y localizada que articule las prácticas de sostenibilidad agrícola con sus efectos en la producción y en las dinámicas territoriales del Valle de San Quintín. La investigación que aquí se presenta aporta información actualizada de unidades productivas específicas, lo que permite enriquecer los debates sobre sostenibilidad en territorios agroexportadores del norte de México.

1.6 Esquema analítico para el estudio de la sostenibilidad agrícola en unidades productoras

A partir de la discusión anterior, el análisis de esta investigación se organiza en tres dimensiones que permiten observar la sostenibilidad agrícola desde diferentes perspectivas. La dimensión ambiental se enfoca en el manejo del agua, el uso de agroquímicos y las estrategias que los productores desarrollan para enfrentar el déficit de agua. Por su parte, la dimensión económica aborda la innovación productiva, el control de la calidad, las certificaciones y el acceso a los mercados de exportación, evidenciando que la competitividad se construye de manera constante. Finalmente, la dimensión social considera la organización del trabajo, las condiciones laborales y los procesos de capacitación en el sistema agrícola.

Más que un concepto general, la sostenibilidad agrícola en este estudio aborda estas dimensiones específicas que guían el proceso de recolección y análisis de la información desarrollados en los capítulos III y IV.



CAPÍTULO II: CONTEXTO DEL VALLE DE SAN QUINTÍN

El presente capítulo contextualiza el territorio de objeto de estudio mediante un análisis histórico, geográfico, socioeconómico y de sus dinámicas productivas. La intención es ofrecer un diagnóstico integral del Valle de San Quintín en su condición de zona agroindustrial enfocada a la exportación, de modo que el análisis empírico sobre las prácticas de sostenibilidad agrícola en el cultivo de tomate tenga un punto de referencia claro. Para ello, se organiza en cinco apartados: una primera parte con los antecedentes de la producción agrícola regional y el cultivo de tomate en México; la caracterización territorial y socioeconómica del valle; los sistemas productivos de tomate; la infraestructura de empacado, tecnología y cadena de valor; y por último las políticas públicas y programas de apoyo al sector. Este apartado sitúa las complejidades del territorio, un espacio donde la fuerza productiva se enfrenta a fragilidades económicas, sociales y ambientales, y donde la sostenibilidad agrícola se presenta como un desafío y una oportunidad para transformar las dinámicas sociales.

2.1 Antecedentes de la producción agrícola en el Valle de San Quintín

La historia productiva del Valle de San Quintín está estrechamente vinculada con los procesos de modernización agrícola del norte mexicano iniciados en la segunda mitad del siglo XX. De acuerdo con Chávez Valencia (2020), la importancia de la región como enclave agrícola comenzó a partir de la segunda mitad de la década de 1970, a raíz de inversiones en desarrollos tecnológicos para la producción de hortalizas y frutas, principalmente tomate y fresa, que se reflejaron en el uso generalizado de plásticos protectores contra el viento, el frío y las plagas, así como en la implementación de sistemas de riego por goteo y por aspersión.

La primera etapa de desarrollo agrícola del valle estuvo dominada por empresas de origen estadounidense, español y japonés que consolidaron un modelo de operación basado en el pago de salarios mínimos por mano de obra, la explotación de mantos acuíferos a bajo costo y el uso intensivo de pesticidas e insecticidas (Chávez Valencia, 2020). Esta estructura productiva configuró desde sus orígenes una agricultura de exportación con alta dependencia de capital externo y mano de obra migrante de bajo costo.

Entre mediados de los ochenta y finales de los noventa se definió una segunda fase marcada por la llegada de importantes firmas nacionales provenientes de Sinaloa. Debido a sus estrechas relaciones con distribuidoras norteamericanas, interesadas en ampliar la ventana de producción, estas compañías marcaron el rumbo del periodo (Velasco Ortiz et al., 2014). La consecuencia fue un mayor requerimiento de mano de obra y la transformación del valle en un polo de atracción para la migración interna a gran escala, en su mayoría de naturaleza indígena y procedente de los estados del sur.

Con el cambio de milenio comenzó la tercera etapa, y el Valle de San Quintín vio cómo se consolidaba la agricultura bajo protección, ya fuese invernadero, malla sombra o macrotúnel, al tiempo que se afianzaban vínculos con las cadenas de distribución transnacionales. En el caso del tomate, la oferta se diversificó en calibres y variedades para responder a las demandas de los mercados estadounidenses. Paralelamente, las empresas del sector incorporaron sistemas de selección y clasificación de mayor complejidad, con el objetivo de asegurar el seguimiento y la calidad exigida (Pacheco Escobar, 2021).

El Valle de San Quintín se encuentra en Baja California, México, representando una zona de grandes producciones agrícolas, destacándose entre ellas el tomate, principalmente en el comercio internacional, así como también el abastecimiento a toda la región y al país. Se estima que el 90 por ciento de los cultivos de este producto tienen como destino el mercado norteamericano, lo que genera grandes beneficios a los actores involucrados y promueve la sostenibilidad y el desarrollo de herramientas tecnológicas innovadoras (Pacheco Escobar, 2021).

2.1.1 Cultivo de tomate en México

El tomate, conocido también como jitomate en México, es una de las principales hortalizas cultivadas tanto en el país como en el mundo. Según información obtenida del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), el tomate se reconoce como una de las hortalizas de mayor relevancia en los sistemas agrícolas, tanto en México como en el ámbito internacional. Al cierre del año 2024, las exportaciones de tomate alcanzaron 2 millones de toneladas, de las cuales el 98 por ciento tuvo como destino Estados Unidos, lo que representa

aproximadamente 1.87 millones de toneladas, lo que convierte a México en uno de los principales exportadores de tomate (Redagícola, 2025).

En materia de exportación de este producto, el país requiere diversificar sus destinos comerciales, debido a la actual situación de incertidumbre en las relaciones de comercio, exigiendo medidas estratégicas de política agrícola.

Para 2023, el volumen de producción de tomate en México se aproximó a los 3.6 millones de toneladas métricas, lo que representó un ligero incremento respecto al año anterior (SIAP, 2024). La entidad federativa con mayor producción nacional es Sinaloa, seguida de San Luis Potosí, Michoacán y Jalisco. En el caso de Baja California, su relevancia radica no tanto en el volumen total de producción como en la calidad del producto y la articulación directa con los mercados de exportación de California y Texas.

Un rasgo distintivo de la producción mexicana de tomate es la creciente transición hacia sistemas de agricultura protegida. De acuerdo con datos del INEGI (2023), para el ciclo agrícola 2021-2022, a nivel nacional la agricultura protegida se desarrolló principalmente bajo macrotúnel (44.3 por ciento de la superficie), malla sombra (44.0 por ciento) e invernadero (14.0 por ciento). Los cultivos que más se beneficiaron de estos sistemas fueron las hortalizas, los frutos y las flores. Este proceso de tecnificación está directamente vinculado con las exigencias de los mercados de exportación, que demandan mayor consistencia en calibre, color y condiciones de inocuidad (AMHPAC, 2024). En el Valle de San Quintín existen tres tipos de cultivo: invernadero, macrotúnel y malla sombra, donde el tomate tiene la mayor superficie sembrada en invernadero y malla sombra, seguido del arándano y la frambuesa.

El tomate es considerado una de las hortalizas con mayor producción y comercialización en el mundo (SIAP, 2024). A nivel mundial, la demanda de tomate es alta debido a sus nutrientes y beneficios a la salud. La producción se destina al consumo fresco para la población y a la industria, de varias formas. Su importancia alimenticia radica en el contenido de minerales, vitaminas y en su capacidad para activar la secreción salivar, lo que hace más agradable la ingestión de alimentos (FAO, 2020).

2.2 Caracterización territorial y socioeconómica

El Valle de San Quintín constituye uno de los espacios agroindustriales más dinámicos del norte mexicano. Su singularidad radica en la combinación de condiciones naturales favorables para la producción hortícola con una estructura social compleja, marcada por la presencia de comunidades jornaleras indígenas de alta vulnerabilidad y por una economía regional fuertemente orientada hacia la exportación.

De acuerdo con datos del INEGI (2020), el Valle de San Quintín se ubica a 190 km al sur de la ciudad de Ensenada (Baja California), con una superficie de 32 883 km², caracterizada por ser una región semidesértica con clima mediterráneo, ideal para cosechar frutas y verduras casi todo el año. Estas condiciones climáticas favorecen y determinan las posibilidades productivas, así como también las restricciones ambientales del territorio.

Sobre las bases del Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín, Baja California (PMDU, 2024), el municipio está integrado por 537 localidades, entre urbanas y rurales, que representan el 9.8 por ciento de las localidades en Baja California con un total de 117 568 residentes, equivalente a 3.12 por ciento del total de la población del estado, donde el 49 por ciento son mujeres y el 50 por ciento son hombres (véase el Cuadro 2.1). Esta región sobresale como el segundo valle agrícola con mayor relevancia en Baja California, fomentando la formación de comunidades influenciadas por contextos migratorios que definen la identidad cultural.

Cuadro 2.1 Información del Municipio de San Quintín

Indicador	Datos del municipio	Proporción de Baja California (%)
Superficie total (km ²)	32,883.93	46.02%
Total, de localidades	541	9.68%
Población total (habitantes)	117,568	3.12%
Población femenina (habitantes)	57,790	3.06%
Población masculina (habitantes)	59,778	3.10%
Total, de viviendas particulares habitadas	31,673	2.76%

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín, Baja California, con base a información extraída del INEGI 2020.

2.2.1 Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas

Desde el punto de vista agroecológico, el Valle de San Quintín presenta características únicas en el contexto agrícola nacional. La ausencia de ríos permanentes y la escasa precipitación, con una media anual inferior a 300 milímetros, hacen que la región dependa casi exclusivamente de los mantos acuíferos subterráneos para el abastecimiento de agua para uso agrícola y doméstico (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2012). Esta condición de escasez hídrica estructural constituye uno de los principales factores limitantes para la expansión de la producción y representa el mayor desafío ambiental para la sostenibilidad del modelo agroindustrial del valle.

La topografía del valle es relativamente plana en las zonas costeras, lo que facilita la mecanización de las labores agrícolas y la instalación de infraestructura de agricultura protegida. Los suelos predominantes son de tipo aluvial, con buena permeabilidad, pero baja materia orgánica, lo que requiere el uso sistemático de fertilización para mantener los rendimientos. La proximidad al océano Pacífico modera las temperaturas extremas y genera condiciones de humedad relativa que favorecen el cultivo bajo malla sombra y macrotúnel (Chávez Valencia, 2020).

Con el fin de delimitar espacialmente el área de estudio, se incluyen mapas de localización del Valle de San Quintín, los cuales muestran su ubicación en escalas a nivel nacional, estatal y regional, así como las unidades productivas consideradas en la investigación.

En el mapa 2.1 se presenta la delimitación espacial del área de estudio en el Valle de San Quintín mediante tres niveles de análisis:

1. Localización nacional en México
2. Ubicación estatal de Baja California
3. Delimitación específica del valle como unidad territorial de análisis

Por tanto, la identificación de las principales unidades productivas permite reconocer la concentración agrícola y aporta una base esencial para comprender la organización territorial del sistema productivo del tomate, el cual representa un recurso clave para la implementación

de estrategias de desarrollo regional en tres unidades de producción: Rancho Navarro, Rancho Los Pinos y Rancho Munguía.

Mapa 2.1 Área de estudio y unidades productivas seleccionadas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2023)

Por otra parte, el mapa 2.2 muestra ampliamente la delimitación territorial integrada por componentes físicos y agroecológicos del Valle de San Quintín, incluyendo el uso del suelo, la distribución de áreas agrícolas y la cercanía al mar. Se observan superficies destinadas mayoritariamente a la agricultura de riego, así como las principales vías de comunicación y asentamientos. Estos elementos permiten entender las condiciones estructurales que influyen en la producción agrícola, sobre todo en un contexto de escasez hídrica y la necesidad de sistemas tecnológicos como la desalinización.

Mapa 2.2 Localización del Valle de San Quintín



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2023).

2.2.2 Estructura demográfica y contexto migratorio

Según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín (PMDU, 2024), el municipio cuenta con 537 localidades entre urbanas y rurales, que representan el 9.8 por ciento de las localidades del estado de Baja California, con una población total de 117 568 residentes, equivalente al 3.12 por ciento del total de la población estatal. La composición por sexo muestra una distribución casi equitativa de 49 por ciento mujeres y 50 por ciento hombres.

La región se destaca como uno de los valles agrícolas de mayor relevancia en Baja California y es reconocida como un espacio configurado por complejos procesos migratorios que definen la identidad cultural de sus comunidades. La gran mayoría de los jornaleros agrícolas del Valle de San Quintín son migrantes (González, 2007).

El proceso migratorio hacia San Quintín se intensificó a partir de los años noventa, cuando el valle se sumó al circuito migratorio de jornaleros temporales que involucraba al norte mexicano

y a los Estados Unidos (Velasco Ortiz et al., 2014). La demanda creciente de mano de obra barata por parte de las empresas agroexportadoras y la precariedad de las condiciones de vida en las regiones de origen generaron flujos migratorios masivos que transformaron profundamente la estructura demográfica y social del valle.

El punto de inflexión más significativo en la historia laboral reciente del valle fue el paro de jornaleros del 17 de marzo de 2015, en el que los trabajadores agrícolas indígenas hicieron públicas sus demandas laborales mediante paros, manifestaciones y bloqueos (Chávez Valencia, 2020). Este movimiento visibilizó las condiciones de explotación, precariedad e insalubridad en que laboraban las comunidades jornaleras y estableció un nuevo contexto de negociación laboral que incidió en las estrategias productivas de las empresas de la región.

2.3 El cultivo de tomate en el Valle de San Quintín en los sistemas productivos

El tomate constituye el cultivo de mayor relevancia en el Valle de San Quintín, con la mayor superficie sembrada bajo sistemas de agricultura protegida dentro de la región (SADER-BC, 2021). Su producción se organiza en ciclos que aprovechan las condiciones climáticas particulares del territorio y está orientada casi exclusivamente hacia la exportación al mercado estadounidense. La adopción de distintos sistemas de cultivo responde a criterios económicos, agronómicos y de acceso a financiamiento de los productores (Pacheco Escobar, 2021)..

2.3.1 Tipo de cultivo: invernadero, malla sombra y macrotúnel

En el Valle de San Quintín se identifican tres sistemas principales de agricultura protegida para la producción de tomate: el invernadero, el macrotúnel y la malla sombra. Cada uno ofrece distintos niveles de control ambiental, requiere diferentes inversiones iniciales y genera rendimientos diferenciados (Meraz, 2023).

Cabe agregar que los invernaderos representan la estructura de mayor nivel de tecnificación. Se trata de espacios delimitados por estructuras metálicas (acero, aluminio o PTR galvanizado) cubiertas con materiales plásticos, vidrio o policarbonato, cuyo objetivo principal es aislar el cultivo del medio ambiente exterior para controlar la fertilización, el riego y el microclima interno (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México [ICAMEX], 2024; Juárez López et al., 2011). En Baja California, los invernaderos

de tipo túnel representaban el 46.2 por ciento de los sistemas protegidos en las empresas tomateras, mientras que los invernaderos tipo capilla sumaban el 15.4 por ciento. Los rendimientos bajo invernadero en la región del norte de México oscilan entre 250 y 350 toneladas por hectárea en condiciones óptimas (AMHPAC, 2024).

Asimismo, el macrotúnel es una estructura intermedia donde el productor puede trabajar en su interior. Puede estar cubierta por plásticos y mallas de distintos tipos (sombra, antiáfidos, antigranizo, antipájaros) y ofrece un nivel de control ambiental inferior al invernadero, pero superior a la malla sombra (ICAMEX, 2024). A nivel nacional, el macrotúnel representa el sistema de mayor adopción dentro de la agricultura protegida, con el 44.3 por ciento de la superficie total (INEGI, 2023). En San Quintín, este sistema es especialmente valorado por su relación costo-beneficio: requiere una inversión inicial menor que el invernadero y permite rendimientos medios de 160 a 260 toneladas por hectárea en la región (AMHPAC, 2024).

En cuanto a la malla sombra, es el sistema más extendido en el Valle de San Quintín, dado su menor costo de instalación y su adaptación a las condiciones climáticas locales. Se utiliza para proteger a los cultivos del exceso de radiación solar, el viento y la lluvia intensa, y es ampliamente utilizada para hortalizas de hoja, flores y plantas ornamentales. En las empresas tomateras de San Quintín, la preferencia por la malla sombra se confirma por las propias percepciones de los productores.

En la encuesta realizada por Meraz (2023) a empresas tomateras, la mayoría optaba por este sistema para la producción de tomate, destacando que la implementación del cultivo protegido con malla sombra incrementa la producción y mejora la calidad del producto. Entre las razones más valoradas por los productores se encuentra el aumento del volumen, la mejora de la calidad y un mejor control de plagas y enfermedades.

2.3.2 Producción, volumen y calidad

La producción de tomate en el Valle de San Quintín se organiza en ciclos anuales que aprovechan la ventana climática del territorio. Diversas fuentes señalan que alrededor de nueve de cada diez jitomates producidos en esta zona se exportan, principalmente hacia el mercado de los Estados Unidos (La Jornada, 2025; Buzos, 2026). El volumen de producción de cada

empresa depende de su superficie cultivada, el sistema de agricultura protegida empleado, la disponibilidad de agua y los estándares de calidad exigidos por el comprador.

La calidad del tomate producido en San Quintín se evalúa mediante criterios de calibre (clasificación por tamaño: jumbo, extra-large, large y small), color (verde, naranja, amarillo y rojo en distintos grados de madurez) y firmeza. Estos estándares determinan la clasificación del producto en calidades primera, segunda o tercera, y condicionan el destino de cada partida: la primera calidad se destina a exportación, la segunda a mercados nacionales y la tercera o rezaga, a mercados de abastos y uso ganadero (trabajo de campo, entrevista con personal de empacadora, San Quintín, febrero de 2026).

Los indicadores técnicos de producción de tomate bajo agricultura protegida en el norte de México muestran rendimientos diferenciados según el sistema de cultivo. En campo abierto, Baja California registra rendimientos de entre 50 y 90 toneladas por hectárea; bajo malla sombra o macrotúnel, el rango asciende a 160-260 toneladas por hectárea; y bajo invernadero, los rendimientos más altos se sitúan entre 250 y 350 toneladas por hectárea (AMHPAC, 2024). Estos datos evidencian el impacto significativo de la tecnificación sobre la productividad del cultivo.

2.4 Infraestructura, empacadora y cadena de valor

La cadena de valor del tomate en el Valle de San Quintín comprende desde la producción en campo hasta la entrega del producto en los mercados de destino. El eslabón de la empacadora ocupa un lugar estratégico en esta cadena, ya que es el punto donde el producto agrícola se transforma en una mercancía comercializable con estándares de calidad, calibre y presentación definidos. La infraestructura de empacado condiciona directamente la capacidad competitiva de las empresas productoras y su acceso a mercados de exportación exigentes.

El proceso productivo en la empacadora inicia con la recepción del tomate cosechado en campo, que llega en bins (contenedores estándar de campo). A partir de ahí, el producto pasa por sistemas de lavado, selección, clasificación y empacado antes de ser colocado en cajas para su distribución. La eficiencia de este proceso determina el tiempo de respuesta desde el corte hasta la llegada a la tienda, lo que tiene implicaciones directas sobre la calidad final del producto. A

menor tiempo entre cosecha y empackado, menor necesidad de conservadores y mayor frescura para el consumidor (trabajo de campo, entrevista en empackadora, San Quintín, febrero-marzo de 2025).

2.4.1 Tecnología de selección y clasificación con inteligencia artificial (IA)

Uno de los avances tecnológicos más significativos en la cadena de valor del tomate en el Valle de San Quintín es la adopción de sistemas de selección y clasificación automatizada con inteligencia artificial (IA). Estas máquinas permiten clasificar el producto por calibre, color y condición fitosanitaria con una precisión de entre 90 y 100 por ciento, reemplazando parte de la mano de obra manual que anteriormente requería el proceso de selección (trabajo de campo, entrevista en empackadora, San Quintín, febrero de 2026).

El funcionamiento de estos sistemas se basa en cámaras y sensores que analizan en tiempo real cada tomate que circula por la línea de clasificación. El operador configura en la plataforma digital los parámetros deseados entre color, calibre, ausencia de golpes o manchas, y la máquina distribuye automáticamente el producto en los bancos o canales correspondientes, cada uno asociado a una calidad o destino específico. El sistema detecta además productos fallados, golpeados o deshidratados y los desvía automáticamente hacia la rezaga, sin detener el flujo de la línea (trabajo de campo, entrevista en empackadora, San Quintín, febrero de 2026).

Entre los beneficios documentados de la adopción de estos sistemas se encuentran la reducción significativa de los tiempos de procesamiento, la homogeneización de los estándares de calidad, la disminución de la merma por error humano, la mejora de las condiciones de inocuidad al reducir el contacto manual con el producto, y la generación de datos digitales sobre los volúmenes procesados y las características del producto. Este último aspecto facilita el control y el cumplimiento de los requisitos de los compradores internacionales (trabajo de campo, entrevista en empackadora, San Quintín, febrero de 2026).

La adopción de estos sistemas ha implicado también cambios en la organización del trabajo en las empackadoras. Donde antes se requerían cien trabajadores para operar una línea de selección durante cierto tiempo, con la tecnología automatizada es posible operar con veinticinco trabajadores con mayor eficiencia y menor exposición del producto a contaminación por

contacto (trabajo de campo, entrevista en empacadora, San Quintín, febrero de 2026). Sin embargo, este proceso de sustitución tecnológica genera tensiones con la demanda de empleo en una región con alta dependencia del trabajo jornalero.

2.4.2 Uso de agua, agroquímicos y desaladoras

El uso del agua es el factor más crítico para la sostenibilidad agrícola del Valle de San Quintín. Sin ríos permanentes ni reservorios superficiales significativos, la región depende totalmente de los mantos acuíferos subterráneos para abastecer tanto a la actividad agrícola como a la población. El valle atraviesa una crisis de administración de los recursos hídricos derivada de la sobreexplotación de sus mantos acuíferos, agravada por la poca inversión en alternativas como nuevos acueductos o desaladoras de agua de mar.

La sobreexplotación acuífera ha generado un fenómeno de intrusión salina en los mantos costeros de la región. Esta situación ha obligado a los productores a invertir en plantas desaladoras de agua salobre como solución tecnológica para mantener la viabilidad productiva.

El uso de agroquímicos como fertilizantes, plaguicidas, fungicidas es otra dimensión crítica del sistema productivo. El tomate cultivado en el Valle de San Quintín requiere programas de fertilización específicos para compensar la baja materia orgánica de los suelos y garantizar rendimientos estables. Sin embargo, el uso inadecuado o excesivo de fertilizantes minerales genera problemas económicos y ecológicos tales como la salinización de suelos, contaminación de acuíferos, lo que trae como consecuencia el incremento de los costos de producción por encima de los niveles competitivos.

Una de las ventajas directas identificadas en el trabajo de campo de esta investigación es que la reducción del tiempo entre cosecha y empacado, posibilitada por la disposición de maquinaria propia, permite disminuir la cantidad de conservadores y recubrimientos aplicados al producto. Al procesar el tomate en menos de ocho horas y colocarlo rápidamente en la cadena de distribución, los productores pueden reducir su dependencia de insumos conservadores y llegar al mercado con un producto más fresco y con menor carga de químicos (trabajo de campo, entrevista en empacadora, San Quintín, febrero de 2025).

2.5 Políticas públicas y programas de apoyo al sector agrícola

El marco de política pública que regula la producción de tomate en el Valle de San Quintín se implementa en distintos niveles (federal, estatal y municipal). En el nivel federal, el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024 (SADER) buscó aumentar la producción, integrar a pequeños y medianos productores e impulsar prácticas que aseguren la conservación del medio ambiente y el uso eficiente de los recursos naturales.

La política pública ha querido acompañar a los productores en la transformación hacia la agricultura protegida, con apoyos técnicos y económicos. Desde 2009, la Estrategia Nacional reconoció los beneficios de producir bajo invernadero o malla sombra y destinó recursos para su expansión (SAGARPA, 2013). Sin embargo, el trabajo de campo realizado en esta investigación demuestra que los productores medianos y pequeños del Valle de San Quintín enfrentan limitaciones importantes para acceder a estos apoyos, principalmente para financiar la instalación de sistemas protegidos.

En materia de inocuidad y certificación fitosanitaria, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) establece los requisitos que deben cumplir los productos agrícolas mexicanos para acceder al mercado estadounidense. Estos lineamientos abarcan un protocolo de aplicación de plaguicidas, las condiciones de manejo postcosecha y los estándares de higiene en empacadoras. Estas exigencias no solo son un requerimiento legal, sino también un motor que impulsa a las empresas de la región a trabajar con prácticas más sostenibles (SADER, 2020).

A nivel municipal, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín 2024 identifica a la agricultura como el motor económico y propone acciones de organización territorial y mejora en los servicios. No obstante, los productores siguen enfrentando dificultades, especialmente en el acceso a financiamiento y asistencia técnica.

En síntesis, el contexto del Valle de San Quintín se reconoce como un territorio productivo definido por la interacción de diversos procesos. Por un lado, las dinámicas históricas de expansión agroindustrial han dejado huella en su sistema económico. Asimismo, las condiciones agroecológicas, especialmente la escasez de agua, imponen límites y retos constantes en la

producción. A ello se suma la realidad social caracterizada por la presencia de comunidades jornaleras migrantes en situación de vulnerabilidad. Finalmente, las políticas públicas han comenzado a incorporar la sostenibilidad agrícola como objetivo sectorial, aunque todavía enfrentan grandes desafíos en el territorio.



CAPÍTULO III: ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El capítulo presenta la estrategia metodológica diseñada para analizar las prácticas de sostenibilidad agrícola y su impacto en la producción de tomate en el Valle de San Quintín. Se detallan el enfoque, el diseño de investigación, las técnicas e instrumentos empleados para recolectar la información, así como también los procedimientos de triangulación y validación que garantizaron la solidez del análisis. También se explican los criterios de selección de la muestra, la manera en que se operacionalizaron los conceptos y las consideraciones éticas que guiaron el trabajo de campo. En conjunto, esta estrategia metodológica responde a los objetivos, las preguntas y el supuesto analítico planteados en la introducción y se vincula con el marco teórico desarrollado en el capítulo I.

3.1 Enfoque de investigación cualitativo

Con un enfoque cualitativo, la investigación se adentra en los fenómenos sociales complejos que caracterizan el Valle de San Quintín. Comprenderlos exige atender las relaciones, prácticas y perspectivas de quienes participan en los procesos productivos y comerciales del tomate. Este método cualitativo resulta idóneo para observar de cerca las dinámicas económicas, sociales y ambientales que determinan la sostenibilidad agrícola, desde la mirada de los actores territoriales.

Como señalan Taylor y Bogdan (1987), este tipo de estudio permite una visión clara y exacta de los contextos locales y los significados que los participantes atribuyen a su vida cotidiana a partir de sus vivencias. Es la vía más pertinente para indagar en situaciones de gran complejidad y especificidad social, apoyándose en las narrativas y el saber de los informantes tal como se desprenden de su propia realidad.

Para el estudio del desarrollo regional, el enfoque cualitativo resulta especialmente pertinente. Permite examinar cómo se configuran las prácticas agrícolas en un contexto determinado, atendiendo las condiciones estructurales, la historia y las relaciones de poder que marcan el territorio.

Tarrés (2013) destaca que la metodología cualitativa se caracteriza por un diseño flexible y analítico, capaz de evolucionar frente a los obstáculos y retos propios del fenómeno. De este

modo, la investigación se sustenta en un análisis riguroso que contempla las complejidades y las variaciones de los entornos sociales, económicos o ambientales, ofreciendo una mirada integral que reconoce la riqueza y diversidad de las realidades locales.

En coherencia con lo anterior, la investigación emplea herramientas cualitativas para analizar el impacto de las prácticas sostenibles en los procesos productivos del tomate, así como para examinar las perspectivas, experiencias y conocimientos de los actores involucrados en el Valle de San Quintín. Esta perspectiva es ideal porque profundiza en situaciones complejas y específicas de las dinámicas sociales fundamentadas por las narrativas y conocimientos del participante desde sus propias experiencias en la realidad social (Taylor y Bogdan, 1987). Además, permite una comprensión más profunda de los procesos económicos, sociales y ambientales del sector agrícola, promoviendo el análisis del desarrollo regional desde las voces y vivencias de los actores.

La investigación se desarrolló en tres etapas: (1) una etapa de investigación documental, orientada a sistematizar información proveniente de publicaciones académicas, reportes institucionales, archivos históricos y estadísticas oficiales sobre el desarrollo agrícola de la región; (2) una etapa de caracterización cuantitativa del contexto, mediante el análisis de bases de datos, estadísticas de producción y exportación, y registros de planificación local; y (3) una etapa de investigación cualitativa de campo, destinada a capturar las experiencias productivas, los procesos de comercialización y exportación, las medidas ambientales y las condiciones laborales a través de entrevistas semiestructuradas y observación directa con informantes clave en el Valle de San Quintín (Izcara, 2014).

Por tanto, las herramientas de investigación cualitativa como entrevistas semiestructuradas, la triangulación metodológica, la validez permitirán el fortalecimiento y desarrollo del estudio para el análisis de la sostenibilidad agrícola del tomate en el Valle de San Quintín.

3.2 Diseño de investigación exploratorio-descriptivo

La investigación adopta un diseño exploratorio-descriptivo, el cual resulta adecuado para el análisis de fenómenos en estudios cualitativos (Hernández Sampieri et al., 2014). Desde este enfoque, su carácter exploratorio se fundamenta en la necesidad de identificar y caracterizar las

prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en la producción de tomate en el Valle de San Quintín, así como su relación con el volumen y la calidad del producto, un ámbito relevante pero escasamente abordado desde una perspectiva territorial integrada.

De igual modo, el estudio adquiere un carácter descriptivo al exponer con detalle las condiciones, experiencias y prácticas en que se ponen en marcha las estrategias analizadas. Esto permite recopilar no solo los aspectos visibles para el observador, sino también los significados que técnicos, trabajadores y productores atribuyen a sus acciones y a su impacto en la cadena productiva.

Se ha optado por un diseño no experimental, decisión que responde al propósito de observar y analizar los fenómenos en su entorno natural, sin manipular variables (Hernández Sampieri et al., 2014). Este enfoque garantiza la autenticidad de la información al acceder a la realidad de manera ordinaria.

En este marco, el diseño exploratorio-descriptivo resulta el más adecuado, pues centra el análisis en las estrategias y percepciones de los actores involucrados. Con ello no se limita a documentar las prácticas sostenibles, sino que también permite comprender los significados que los participantes atribuyen, dando mayor profundidad a la interpretación de los resultados y a su relación con el desarrollo de la región.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

La estrategia de recolección de información combina cuatro técnicas cualitativas complementarias: (1) la entrevista semiestructurada; (2) la observación directa en campo; (3) la revisión documental; y (4) la fotografía como instrumento de registro. La articulación de estas técnicas permite acceder a distintas dimensiones del fenómeno estudiado y fortalece la validez del análisis mediante la triangulación metodológica.

Las entrevistas dieron voz a los actores, la observación acercó a la investigadora a las dinámicas cotidianas, la revisión documental ofreció antecedentes y referencias, y la fotografía capturó momentos y escenarios que enriquecen la memoria del trabajo de campo. La combinación de estas herramientas abrió la posibilidad de comprender no solo los datos, sino también los significados y experiencias detrás de ellos.

Más allá de un procedimiento técnico, esta estrategia se convirtió en un espacio para escuchar, valorar y observar la diversidad de las dinámicas y prácticas que dan forma al sector agrícola en el Valle de San Quintín.

3.3.1 Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada constituye la técnica central del trabajo de campo en esta investigación. Tal como lo explica Flick (2004), este tipo de entrevista se aplica cuando se busca comprender las distintas perspectivas, experiencias y particularidades dentro de un grupo determinado. Esta herramienta funciona como guía de preguntas flexibles en el estudio, que permite la fluidez de la conversación y que los informantes expresen sus ideas con total libertad.

Esta técnica se centra en escuchar y observar a los participantes profundizando en sus conocimientos, habilidades y condiciones sociales. De esta forma, se abren espacios para explorar relaciones, interpretaciones y el impacto que tienen en diversos contextos. La riqueza de este enfoque radica en que la comprensión de las situaciones se vuelve más sólida y profunda, facilitando el entendimiento de los significados y motivaciones que dan forma a la vida cotidiana de los actores.

En el caso de esta investigación, la entrevista semiestructurada permitió conocer los puntos de vista, objetivos y características de quienes participan en el sector agrícola. Al mismo tiempo, proporcionó una dinámica flexible, adaptable a las capacidades y disponibilidad de tiempo de los entrevistados, lo que facilitó el diálogo en el ámbito regional. Esto representa una oportunidad para acceder a datos precisos y detallados sobre las prácticas de sostenibilidad y su impacto en el cultivo de tomate en el Valle de San Quintín.

Los relatos recopilados sobre retos, vivencias, beneficios y oportunidades en la adaptación a la tecnología y la innovación aportaron riqueza invaluable al estudio. Además, la información obtenida en las dimensiones económica, social y ambiental permitió un análisis profundo de las dinámicas productivas, así como una comprensión más amplia del estado de la región y las prácticas actuales de desarrollo agrario.

Las entrevistas se realizaron durante el trabajo de campo en el Valle de San Quintín entre los meses de febrero y marzo de 2026, con una guía semiestructurada previamente validada (véase

Anexo 2). La selección de los informantes fue intencional y cuidadosa, con el propósito de incorporar testimonios variados de acuerdo con las experiencias y la realidad que atraviesan en la región. Los perfiles de informantes incluyeron:

- ✓ Productores del Valle en el Valle de San Quintín
- ✓ Trabajadores agrícolas
- ✓ Ingenieros agrícolas y técnicos agrícolas
- ✓ Personal de empacadoras y operadores de maquinaria de selección con IA

Estos perfiles fueron seleccionados por su capacidad para enriquecer el análisis y aportar perspectivas diversas sobre la incorporación de prácticas sostenibles y herramientas digitales en la región.

El número de entrevistas se definió siguiendo el criterio de saturación teórica, es decir, se continuó entrevistando a los actores hasta que la información obtenida dejó de aportar elementos nuevos relevantes para las categorías de análisis (Izcara, 2014). En total se realizaron diez entrevistas individuales semiestructuradas durante el trabajo de campo (véase Anexo 3. Lista de informantes claves).

3.3.2 Observación directa en campo

La observación directa en campo se realizó de manera simultánea a las entrevistas, durante las visitas al Rancho Navarro, Rancho Los Pinos y Rancho Munguía en el Valle de San Quintín. Esta técnica permitió capturar de cerca las dinámicas productivas, económicas, ambientales y sociales, examinando tanto elementos visibles como interpretaciones, en coherencia con la perspectiva cualitativa planteada por Taylor y Bogdan (1987). Así, además de documentar procesos agrícolas y comerciales, la observación directa contribuyó al análisis de los valores y las creencias que construyen las relaciones sociales a partir de la realidad observada.

Los criterios de selección de las tres unidades productivas respondieron a los siguientes principios de variación máxima: (1) tipo de sistema de cultivo, incorporando sistemas en campo abierto y macrotúnel (Rancho Navarro), así como cultivo protegido en hidroponía (Rancho Los Pinos); (2) posición en la cadena de valor, incluyendo una unidad de producción primaria y una empacadora con sistema de clasificación automatizada con inteligencia artificial (Rancho

Munguía); y (3) orientación de mercado, seleccionando unidades con exportación consolidada hacia el mercado estadounidense.

Para el registro se recurrió a un sistema de notas de campo que permitió documentar con detalle los sistemas de cultivo en uso, la forma en que se opera la maquinaria de clasificación, el manejo de agroquímicos y del agua, las condiciones de los jornaleros, así como los procesos de embalaje destinados para la exportación. Esta misma metodología facilitó la identificación de nuevos informantes, lo cual no solo fortaleció el sustento de las entrevistas, sino que también brindó una visión más amplia y completa del fenómeno estudiado.

3.3.3 Revisión documental

Como primer paso de la estrategia metodológica se realizó la revisión documental, técnica que establece las bases históricas y contextuales para el posterior análisis del trabajo de campo. Se trata de un examen crítico y sistemático de fuentes primarias y secundarias de todo tipo (Tarrés, 2013).

En este sentido, las fuentes consultadas se organizaron en cuatro grupos. En primer lugar, se revisaron artículos de revistas especializadas en materia de sostenibilidad, agricultura protegida y producción de tomate en México y Baja California, obtenidos a través de Scielo, Redalyc o Google Scholar. En segundo lugar, se analizaron reportes y datos oficiales de organismos como la SADER, el INEGI y el SIAP. También se consideraron documentos de planeación territorial, entre ellos el Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín (2024). Finalmente, se incluyeron publicaciones periodísticas y de divulgación que abordan las condiciones laborales de la zona y el sector agrícola.

Este proceso no solo aportó un marco analítico sólido para comprender el contexto regional, sino que también permitió identificar vacíos de información y dirigir el estudio hacia los aspectos más relevantes para el análisis de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín.

La revisión documental permitió caracterizar los antecedentes históricos de la producción agrícola en el Valle de San Quintín, los sistemas productivos y los estándares de calidad exigidos por los mercados de exportación, el marco de políticas públicas aplicable al sector, y los datos cuantitativos de producción y exportación de tomate a nivel nacional y regional. Estos insumos

informativos son indispensables para contextualizar e interpretar los hallazgos del trabajo de campo.

3.3.4 Fotografía como instrumento de registro

La fotografía se utiliza como instrumento de registro visual del trabajo de campo, la cual plasma la realidad en el mundo o el ambiente manifestando un testimonio de eventos sociales en el espacio-tiempo de forma precisa, detallada y concreta que nos invita a visualizar, reflexionar o analizar elementos poco visibles o detectables a simple vista.

Desde esta perspectiva, las imágenes tienen la capacidad de cambiar nuestras interpretaciones de los fenómenos que se observan en la realidad (Bonetto, 2016). Por tanto, esta perspectiva es fundamental para la evolución, progreso y desarrollo de las investigaciones, brindando el registro, la documentación, la recopilación y análisis de eventos en tiempo real, constituyendo una evidencia de los hallazgos observados en el estudio, proporcionando la estructuración, construcción y organización visual en relación con las sociedades.

Mediante la fotografía se pretende plasmar y capturar evidencia visual de la realidad de las dinámicas económicas, sociales y ambientales en tiempo real, permitiendo a su vez observar a detalle y profundidad el contexto, lo que brinda evidencia y validez de los fenómenos del estudio. Las fotografías obtenidas durante el trabajo de campo documentan los sistemas de cultivo protegido (invernadero, malla sombra, macrotúnel), la maquinaria de clasificación con IA en las empacadoras, las condiciones de trabajo de los jornaleros, las instalaciones de desaladoras, y los procesos de embalaje del tomate para exportación (véase Anexo 4: Registro fotográfico de campo).

De igual forma, el uso de la fotografía en la investigación social está respaldado por una larga tradición metodológica que la reconoce como herramienta de documentación, análisis y comunicación de los hallazgos (Bonetto, 2016). En el contexto de esta investigación, las imágenes proporcionan evidencia tangible de las prácticas descritas por los informantes y facilitan la triangulación con los datos obtenidos mediante las entrevistas y la observación directa.

3.4 Triangulación metodológica y validez

La validez y la credibilidad de la investigación se sostienen mediante la estrategia de triangulación metodológica. Según Stake (1999), la triangulación es un proceso que, desde múltiples perspectivas, clarifica significados y verifica la consistencia de las observaciones y las interpretaciones. No se limita a confirmar resultados, sino que busca incorporar profundidad y riqueza al análisis, revelando coincidencias, discrepancias y detalles que una sola herramienta no podría percibir.

En esta investigación se aplican tres modalidades de triangulación para fortalecer la validez y profundidad del estudio. En primer lugar, la triangulación metodológica integra los datos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas, observación directa en campo, revisión documental y fotografía, evaluando los hallazgos de cada técnica para verificar su consistencia. En segundo lugar, la triangulación de fuentes contrasta la información proporcionada por los distintos perfiles de informantes participantes (productores, trabajadores y técnicos), identificando similitudes y diferencias en las percepciones sobre las prácticas de sostenibilidad en el sector agrícola. Finalmente, la triangulación teórica, siguiendo a Izcara (2014), consiste en confrontar los hallazgos empíricos obtenidos en el trabajo de campo con los marcos teóricos revisados en el capítulo I. De esta forma, las evidencias registradas se contrastan con los planteamientos de autores como Gutiérrez et al. (2006) y Chirinos et al. (2018) sobre las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad agrícola.

La triangulación garantiza la validez interna de la investigación al demostrar que los hallazgos no dependen de una sola fuente o técnica, sino que emergen de la integración de múltiples evidencias independientes. De igual forma, la participación de los propios actores en la revisión y validación de las interpretaciones preliminares, cuando fue posible, contribuyó a fortalecer la credibilidad de los datos (Stake, 1999).

Además, la revisión documental de referencias locales o informes institucionales, como registros de producción y planificación local, complementa la triangulación y brinda autenticidad a la información obtenida durante el estudio. Esta estrategia permite identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el contexto analizado.

En conjunto, estos métodos cualitativos permiten comparar la información y resultados obtenidos, facilitando el análisis de las dinámicas económicas, sociales y ambientales en la sostenibilidad y comercio de la región, comprendiendo la realidad desde diferentes puntos de vista de los actores. La triangulación, como lo plantea Izcara (2014), confirma la estabilidad de los datos recolectados y profundiza en la comprensión del contexto desde múltiples perspectivas, lo que resulta fundamental para garantizar el análisis de las complejidades de la sostenibilidad agrícola del tomate y el comercio en el Valle de San Quintín.

3.5 Muestra teórica y saturación

Para la investigación se optó por un muestreo teórico o intencional en la selección de los participantes. Esta estrategia permite identificar a los informantes cuya experiencia, posición y perfil los habilitan para aportar la información indispensable que conduce a la saturación de las categorías analíticas (Taylor y Bogdan, 1987).

En la elección de estos informantes se consideraron tres factores. En primer lugar, su intervención directa en algún eslabón de la cadena productiva del tomate en el Valle de San Quintín. En segundo término, su capacidad de aportar información relevante sobre las prácticas de sostenibilidad agrícola que se llevan a cabo en la región. Por último, se buscó que representaran la diversidad de posturas y perspectivas propias de productores, técnicos y trabajadores.

De este modo, se asegura una visión multidimensional del fenómeno, capaz de integrar tanto las prácticas observables como los significados que los actores atribuyen a sus acciones dentro del sistema agrícola.

La selección de las tres unidades productivas se fundamenta en el enfoque cualitativo de esta investigación, que no busca representatividad estadística, sino profundidad y riqueza analítica. Para ello, se establecieron cuatro criterios de elección. En primer lugar, se consideró el nivel de desarrollo tecnológico y de recursos disponibles. En segundo lugar, se tomó en cuenta la relación con los mercados nacionales o de exportación, que refleja las dinámicas de integración comercial. En tercer lugar, se valoró la presencia de prácticas observables vinculadas con el manejo integral de agua, la innovación productiva y la organización laboral, lo que permite

identificar procesos concretos de sostenibilidad e innovación. Finalmente, se evaluó la viabilidad de acceso para realizar observación directa y entrevista en campo, requisito esencial para garantizar la validez del enfoque cualitativo.

El criterio que determinó el cierre de la muestra fue la saturación teórica, lo que implicó continuar realizando entrevistas y observaciones hasta que la información obtenida dejó de aportar elementos nuevos o distintos a las categorías de análisis ya identificadas (Taylor y Bogdan, 1987). De esta forma, la saturación garantiza que la muestra, aunque reducida en términos numéricos, resulta suficiente para responder a las preguntas de investigación y sustentar las conclusiones del estudio. Esta estrategia asegura que los resultados no dependan de la cantidad de casos, sino de la profundidad y consistencia de la información obtenida.

Se realizaron diez entrevistas semiestructuradas a productores, ingenieros, personal técnico y operadores de empacadora. La saturación teórica se alcanzó de manera diferenciada por dimensión de análisis. En la dimensión ambiental, las categorías de manejo del agua, uso de agroquímicos y gestión de residuos se saturaron a partir de la quinta entrevista. En el caso de la dimensión económica, las categorías de tecnología, rendimiento y certificaciones se saturaron en la séptima entrevista, mientras que, en la dimensión social, las categorías de condiciones laborales y perfil migratorio requirieron en conjunto las diez entrevistas realizadas, considerando la diversidad entre los perfiles de los informantes.

Por tanto, esta muestra permitió seleccionar de forma efectiva los actores que intervienen en los procesos de producción de tomate en la región, lo que fortalece la comprensión de las relaciones sociales y brinda una exploración más integral al estudio.

3.6 Sistematización y análisis de la información

La sistematización de la información consistió en la organización, clasificación y procesamiento de datos obtenidos en el trabajo de campo, con el propósito de facilitar su comparación e interpretación analítica (Tarrés, 2013). Con el fin de dar forma y orden al contenido en función de las categorías analíticas, este procedimiento se realizó mediante una revisión detallada de registros documentales, así como de las observaciones y las entrevistas realizadas.

Este proceso permitió organizar los datos de manera coherente y sistemática, asegurando que cada evidencia se vincule con las dimensiones centrales de la investigación y los objetivos planteados.

El análisis se realizó mediante un proceso de codificación temática en dos etapas. En una primera fase, de tipo deductivo, se partió de categorías analíticas: las tres dimensiones de la sostenibilidad agrícola definidas en el marco teórico (económica, social y ambiental), con sus indicadores correspondientes según la operacionalización del cuadro 3.1. En una segunda etapa, de tipo inductivo, se identificaron categorías emergentes no anticipadas en el marco teórico, como la dependencia regulatoria del mercado estadounidense y las desigualdades tecnológicas entre unidades productivas.

Este procedimiento permitió identificar patrones recurrentes y relaciones significativas en los discursos de los actores entrevistados, posibilitando la organización de la información en ejes analíticos vinculados con las dimensiones de la sostenibilidad agrícola y consolidando la coherencia interna del análisis.

Posteriormente, el análisis se orientó a la identificación de temas relevantes y frecuentes siguiendo el enfoque de análisis cualitativo. Este enfoque facilitó la interpretación de las dinámicas productivas, sociales y comerciales desde la mirada de los propios actores, otorgando profundidad a la comprensión del objeto de estudio.

La codificación de la información obtenida en la investigación se realizó utilizando el software Atlas.ti, como herramienta especializada en el análisis cualitativo, que permitió organizar, clasificar y relacionar los datos de manera sistemática. El uso de este programa facilitó la construcción de categorías analíticas, el establecimiento de vínculos entre fragmentos de entrevistas y observaciones, y la generación de interpretaciones que aporten profundidad y solidez al análisis. De esta forma, se fortaleció tanto la validez como la concordancia del estudio, asegurando que la interpretación de la información reflejara con precisión las dinámicas sociales y productivas observadas en el Valle de San Quintín.

Las entrevistas fueron transcritas de manera manual y sistematizadas en matrices de análisis organizadas por dimensión y por unidad productiva. La validez interna de los hallazgos se

garantizó mediante la triangulación metodológica descrita en la sección 3.4, que confronta la información obtenida a través de entrevistas, observación directa y revisión documental. Los sesgos potenciales de la investigadora se reconocen como una limitación propia del diseño cualitativo y se redujeron mediante la revisión sistemática de las transcripciones con el director de tesis.

En conjunto, los procedimientos metodológicos aplicados contribuyeron a garantizar la consistencia, validez y rigor del análisis, lo que permitió elaborar interpretaciones sólidas sobre la relación entre prácticas sostenibles agrícolas, producción de tomate y el acceso a mercados en el Valle de San Quintín, con implicaciones relevantes para la formulación de políticas y estrategias regionales.

3.7 Operacionalización del concepto de sostenibilidad agrícola

Para operacionalizar los conceptos que son centrales en esta investigación, se tomaron como punto de partida las tres dimensiones de la sostenibilidad agrícola (económica, social y ambiental) expuestas en el capítulo I, en coherencia con los objetivos y preguntas de investigación planteados en la introducción. De este modo, el proceso funciona como el eslabón metodológico que une el marco teórico con el trabajo empírico del capítulo IV, haciendo evidente la conexión entre cada categoría de análisis y su base empírica, sustentada por los testimonios de los propios actores entrevistados. El propósito de la operacionalización es traducir los conceptos teóricos fundamentales en dimensiones e indicadores observables que permitan el análisis.

En consonancia con esto, el análisis empírico de la investigación se ha enfocado en tres ejes: el volumen y la calidad del tomate, y la sostenibilidad agrícola en tanto categoría de análisis principal. La relación entre estos elementos parte del supuesto de que las prácticas sostenibles contribuyen a incrementar el volumen y la estabilidad productiva, mejorar la calidad y consistencia del producto, y fortalecer los procesos de comercialización y exportación mediante una mayor capacidad de cumplimiento, competitividad y acceso a los mercados.

En el siguiente cuadro se muestran las dimensiones de la sostenibilidad agrícola como eje teórico del estudio. Las dimensiones económica, social y ambiental se consideran fundamentales para

guiar el análisis, debido a que permiten estructurar las categorías, indicadores y técnicas utilizadas para la delimitación empírica del estudio.

Cuadro 3. 1 Operacionalización del concepto de sostenibilidad agrícola

Dimensión	Categoría de análisis	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Actores claves
Ambiental	-Manejo eficiente de agua	-Uso de hidroponía -Riego por goteo -Recirculación de agua -Reducción de desperdicio hídrico.	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo -Registro fotográfico	-Productores -Ingenieros agrícolas
Ambiental	-Conservación del suelo	-Uso de compost -Injertos -Incorporación de organismos benéficos -Disminución de bromuro de metilo ¹	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Productores -Asesores técnicos

¹ Bromuro de metilo, considerado un pesticida altamente tóxico, responsable de la degradación de la capa de ozono, ha sido progresivamente restringido en la agricultura debido a sus impactos ambientales y riesgos para la salud. Como resultado, su uso ha sido sustituido gradualmente por alternativas físicas, químicas y biológicas.

Ambiental	-Uso de agroquímicos	-Aplicación controlada -Productos autorizados -Productos biológicos	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	Ingenieros Agrónomos
Económica	-Innovación tecnológica	- Uso de inteligencia artificial -Automatización de selección y empaque	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Encargado y técnicos de empacadoras
Económica	-Calidad del tomate	- Clasificación por color, tamaño, firmeza -Estándares de exportación	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Encargado y técnicos de empacadoras
Económica	-Volumen de producción	- Rendimiento por hectárea -Estabilidad productiva -Eficiencia de procesos	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Productores -Ingenieros agrónomos

Económica	-Capacidad competitiva y exportación	- Cumplimiento de normas -Acceso a mercados internacionales -Certificaciones	-Entrevistas semiestructuradas	-Productores -Ingenieros agrónomos
Social	-Condiciones laborales	- Auditorías laborales -Bienestar del trabajador -Cumplimiento normativo	-Entrevistas semiestructuradas	-Trabajadores agrícolas
Social	-Organización productiva	-División del trabajo -Capacitación técnica -Uso especializado de maquinaria	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Técnicos y operadores
Social	-Dinámicas territoriales	-Participación de población migrante	-Entrevistas semiestructuradas -Observación directa en campo	-Trabajadores agrícolas

-Integración
comunitaria

-Empleo

Fuente: Elaboración propia.

La operacionalización de los conceptos centrales de la investigación fue posible convertir las distintas dimensiones de la sostenibilidad agrícola en categorías de observación aplicables para el trabajo de campo en el Valle de San Quintín. De este modo se organizó y sistematizó la información procedente de las entrevistas semiestructuradas, la observación y el registro fotográfico, lo que a su vez facilita la interpretación la información.

La sostenibilidad agrícola se entiende como un enfoque multidimensional donde confluyen lo económico, lo social y lo ambiental. No se limita a la conservación del medio ambiente, sino que implica la capacidad de sostener sistemas productivos eficientes, socialmente responsables y territorialmente viables. La metodología empleada es de carácter cualitativo que, siguiendo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), adopta alcances exploratorios y descriptivos para examinar los fenómenos sociales y productivos desde la visión de los actores involucrados.

En consecuencia, el estudio busca comprender las interacciones económicas, sociales y ambientales que definen la sostenibilidad en la producción de tomate, así como su relación con el volumen de producción, la calidad del producto y el fortalecimiento del desarrollo de la región.

3.8 Consideraciones éticas

La investigación se rige por principios éticos basados en el respeto al consentimiento informado de los actores, la confidencialidad de la información, el derecho a participar o rechazar su participación y la protección de la identidad de los informantes. Estos principios garantizan la confiabilidad, consistencia y protección de la información obtenida durante todo el proceso, desde la fase de diseño hasta la difusión de los resultados.

De acuerdo con Hernández et al. (2014), la investigación social debe garantizar el consentimiento informado, la reserva de la información, el respeto al derecho a participar o rechazar la participación y la protección de la identidad de los informantes. En este sentido, es fundamental respetar los derechos de los actores que participan en la investigación, garantizando la integridad ética y la confiabilidad metodológica del estudio (véase Anexo 1. Consentimiento informado).

3.8.1 Consentimiento informado

Para el trabajo de campo se elaboró un protocolo de consentimiento informado, el cual fue presentado a todos los participantes antes de realizar las entrevistas. Este protocolo explicó los objetivos de la investigación, el uso académico de la información recabada, la garantía de confidencialidad y anonimato de los informantes, así como el derecho de los participantes a retirarse del estudio o interrumpir la entrevista en cualquier momento sin consecuencias.

Asimismo, los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio, la institución a la que pertenece la investigadora y el tratamiento que se daría a la información obtenida durante el trabajo de campo. Esta información fue proporcionada de manera verbal y complementada mediante un documento escrito de consentimiento informado. Las entrevistas fueron grabadas únicamente con el consentimiento explícito de los participantes y los registros obtenidos permanecen bajo resguardo y acceso restringido.

3.8.2 Confidencialidad y protección de los participantes

Con el propósito de proteger la identidad de los participantes y minimizar los riesgos derivados de la divulgación de información sensible, como datos relacionados con la producción, comercialización o relaciones laborales, se adoptaron las siguientes medidas: (a) la información recolectada se utiliza exclusivamente con fines académicos establecidos en el consentimiento informado; (b) los nombres de los participantes se incluyen únicamente con su autorización expresa y en el marco de sus funciones profesionales, no como personas privadas; y (c) cualquier información que pudiera identificar a trabajadores específicos o generar riesgos para los entrevistados fue omitida del análisis.

Los participantes entrevistados en calidad de representantes técnicos o directivos de las unidades productivas (ingenieros agrónomos, productores y técnicos de empacadora) autorizaron expresamente ser citados en el ejercicio de sus funciones profesionales, así como la mención de los nombres comerciales de las unidades productivas en las que laboran, lo cual justifica la referencia explícita a los Ranchos Navarro, Los Pinos y Munguía en el cuerpo de la tesis.

Considerando la vulnerabilidad de la información sensible relacionada con prácticas productivas, relaciones laborales y condiciones socioeconómicas de los trabajadores, se adoptaron medidas específicas de protección. Los nombres de los informantes fueron reemplazados por códigos alfanuméricos en todas las transcripciones y notas de campo. De igual forma, los datos de identificación de las empresas se manejan con reserva, y los fragmentos de entrevistas utilizados en el estudio se presentan de manera que no permitan identificar a los informantes.

3.8.3 Diagnóstico de riesgos y beneficios

El diagnóstico de los riesgos y beneficios potenciales para los participantes, el manejo de los riesgos identificados y el procedimiento de consentimiento informado se elaboraron siguiendo las recomendaciones del Manual de Presentación de Tesis de El Colef (2026), el cual establece que la ética de la investigación debe proteger a los participantes en relación con la interacción entre la investigadora y los participantes, la aplicación de las técnicas de recolección de información y la difusión de los resultados.

Los riesgos potenciales para los participantes asociados a la presente investigación son de bajo nivel y se limitan principalmente a posibles incomodidades derivadas de la discusión de temas relacionados con condiciones laborales, uso de agroquímicos y relaciones con compradores internacionales. Con el propósito de minimizar estos riesgos, el guion de entrevista fue diseñado con preguntas abiertas y no invasivas, sin inducir respuestas ni presionar a los participantes para evidenciar la información que pudiera comprometer su posición laboral o comercial.

Los beneficios potenciales de la investigación para los participantes incluyen el reconocimiento y documentación de sus prácticas y experiencias en el ámbito académico, la posibilidad de que los hallazgos contribuyan a la formulación de políticas de apoyo al sector y la generación de

evidencia sobre las transformaciones observadas en las condiciones laborales del valle. En términos más amplios, la investigación puede contribuir al debate académico y de política pública sobre la sostenibilidad agrícola en el norte de México, lo que representa un beneficio potencial para la región.

3.8.4 Declaración sobre uso de herramientas de inteligencia artificial

En relación con las consideraciones éticas establecidas en el Manual de Presentación de Tesis de El Colef (2026), se declara el uso de herramientas de inteligencia artificial como apoyo en el proceso de redacción y revisión de la tesis. La IA se utilizó como herramienta de asistencia para la revisión de la estructura y coherencia del texto, así como para la corrección formal y organización del documento, sin sustituir la autoría intelectual de la investigación ni la generación de los datos primarios.

En ningún caso se utilizó IA para generar o sustituir el análisis empírico de las entrevistas, la interpretación de los hallazgos ni las conclusiones de la investigación, cuya autoría corresponde exclusivamente a la investigadora. Las citas textuales de los entrevistados provienen íntegramente de las transcripciones de las sesiones de entrevista realizadas en campo. Todos los análisis, interpretaciones y hallazgos corresponden exclusivamente a la autora.

3.8.5 Manejo de la información y almacenamiento de datos

Las grabaciones de audio y las transcripciones procedentes de las entrevistas se optaron por almacenarlas en dispositivos personales de uso exclusivo de la investigadora, protegidos mediante contraseña. En concordancia con las buenas prácticas de gestión ética de información cualitativa, los datos no serán compartidos con terceros ajenos al proceso de evaluación académica.

La misma consideración de confidencialidad y resguardo de la identidad se aplicó al tratamiento de la información y datos obtenidos en el trabajo de campo, de modo que su empleo queda restringido a lo estrictamente académico.

Con el fin de integrar las diferentes técnicas metodológicas, se implementaron estrategias de análisis que incluyeron la elaboración de narrativas analíticas, la construcción de la síntesis

complementaria y el fortalecimiento del rigor argumentativo. Estas herramientas permitieron no solo consolidar la validez de los hallazgos, sino también atender las dinámicas económicas, sociales y ambientales propias del Valle de San Quintín, ofreciendo una interpretación más integral del fenómeno estudiado.

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, delimitado en tres unidades productivas del Valle de San Quintín. Los resultados no buscan representatividad estadística, ni generalizaciones del sector agrícola, sino ofrecer una mirada situada y profunda. La información obtenida dependió de la disponibilidad y experiencia de los informantes, lo que en algunos casos dejó menos exploradas ciertas dimensiones del fenómeno, especialmente en la unidad con menos apertura en las entrevistas. Finalmente, el diseño exploratorio- descriptivo permitió identificar las tendencias y percepciones sobre la sostenibilidad agrícola, el volumen y la calidad. Más que buscar causas, el estudio busca generar un análisis situado que refleje las dinámicas y la realidad social y productiva de la región.



CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo expone los hallazgos obtenidos a partir del trabajo de campo realizado en el Valle de San Quintín, Baja California, durante los meses de febrero y marzo de 2026. La información fue recopilada mediante entrevistas semiestructuradas aplicadas a actores clave vinculados al sector productor de tomate, entre ellos productores, ingenieros agrónomos, personal técnico de empacadoras y asesores técnicos especializados en agroquímicos, pertenecientes a tres unidades de producción: Rancho Navarro, Rancho Los Pinos y Rancho Munguía.

Los resultados se organizan en torno a las prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en la región y su impacto en la producción de tomate, particularmente en el volumen de producción, la calidad del producto y el cumplimiento de las exigencias del mercado de exportación. El análisis se sustenta en la triangulación de la evidencia empírica obtenida en campo con las perspectivas teóricas y conceptuales desarrolladas en los apartados anteriores, lo que permite interpretar las transformaciones productivas, tecnológicas y sociales vinculadas a la dinámica agroexportadora en el Valle de San Quintín.

4.1 Prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en el Valle de San Quintín

El análisis de las entrevistas realizadas a los actores productivos del Valle de San Quintín permite identificar un conjunto de prácticas de sostenibilidad agrícola que se manifiestan de manera diferenciada en las dimensiones económica, social y ambiental definidas en el marco teórico. Dichas prácticas no responden únicamente a la convicción de los productores en torno a la sostenibilidad, sino también a las exigencias regulatorias de los mercados de exportación, particularmente del mercado estadounidense, donde las certificaciones de inocuidad y el cumplimiento de los estándares establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) constituyen requisitos indispensables para la comercialización del tomate.

El concepto de sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín no emerge únicamente del discurso institucional, sino que se construye de manera práctica a partir de las exigencias del

mercado de exportación, las limitaciones estructurales del territorio, particularmente la escasez hídrica, y la presión regulatoria de organismos como la FDA y EPA. Los resultados del trabajo de campo muestran que las prácticas sostenibles se manifiestan en distintas dimensiones asociadas al manejo del agua, suelo y fertilización; la adopción de tecnología e innovación productiva; y el cumplimiento de certificaciones fitosanitarias y criterios de inocuidad.

4.1.1 Dimensión ambiental: Manejo de agua, suelo y fertilización

Desde la perspectiva de Altieri (1995) y Pretty (2008), la gestión eficiente del agua constituye el indicador más sensible de la sostenibilidad ambiental en agroecosistemas áridos. En el contexto del norte de México, el IPCC (2022) proyecta una reducción de las precipitaciones medias anuales de entre 10 y 20 por ciento para el año 2050, junto con un incremento de temperatura de entre 1.5 y 2.5 grados Celsius, condiciones que profundizan la ya crítica disponibilidad hídrica de la región. Desde este marco teórico de referencia, los hallazgos del trabajo de campo en el Valle de San Quintín manifiestan respuestas tecnológicas diferenciadas ante la sobreexplotación del acuífero costero.

En este contexto, la gestión del agua constituye la restricción estructural más crítica en el Valle de San Quintín. A diferencia de otras regiones agrícolas del país que cuentan con presas y ríos, San Quintín depende casi en su totalidad de pozos de subsuelo cuya salinidad se ha incrementado significativamente en las últimas décadas. El ingeniero E-1a, asesor agrónomo entrevistado en el Rancho Navarro, describió esta situación con precisión:

“Antes, hablar de un agua buena era hablar de un agua de 850 partes por millón de sales de sodio en el agua de riego. A raíz del incremento en producción y la escasez de lluvia, que es notoria en esta zona, el agua se ha venido salando año con año [...] hoy llega a 7 000 partes por millón. Un agricultor, hoy por hoy, que no tiene una desaladora para su unidad agrícola, no puede producir” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta realidad ha obligado a los productores a invertir en plantas desaladoras de ósmosis inversa, cuyo costo de adquisición puede superar los 600 000 dólares estadounidenses y cuya operación continua las 24 horas del día representa un componente determinante de los costos variables de producción. En el Rancho Los Pinos, uno de los ingenieros entrevistados reportó que cada metro

cúbico de agua desalinizada tiene un costo de entre 16 y 18 pesos mexicanos, lo que obliga a maximizar la eficiencia hídrica en cada etapa del proceso productivo (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta situación convierte a la sobreexplotación de acuíferos en una de las principales amenazas a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en el norte de México.

Como respuesta a la escasez hídrica, las unidades de producción visitadas emplean sistemáticamente el riego por goteo, tecnología que permite dirigir el agua directamente a la zona radicular de la planta y minimizar las pérdidas por evaporación y escorrentía. En las instalaciones de hidroponía del Rancho Los Pinos, el personal técnico señaló que el consumo promedio por kilogramo de tomate producido es de 25 litros de agua, regulado mediante sensores de radiación solar y tensiómetros que monitorean la humedad del sustrato en tiempo real. Asimismo, se implementan proyectos piloto de recirculación del agua de drenaje, con los que se recupera entre el 20 y 30 por ciento del líquido utilizado en cada riego, reduciéndose así la demanda total del recurso (Ingenieros Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

En cuanto al manejo del suelo, las prácticas observadas en campo apuntan hacia un enfoque de manejo integrado que va más allá del análisis de los parámetros físico-químicos tradicionales. Los técnicos del Rancho Los Pinos describieron la incorporación de compost producido a partir de residuos orgánicos generados en la propia unidad productiva, estiércol importado de zonas ganaderas de Tijuana y organismos benéficos para el enriquecimiento de los microorganismos presentes en el suelo:

“Se cuida mucho la incorporación de organismos benéficos y de compost. Esos mismos compost se producen con los mismos residuos que se generan en el proceso de producción [...] para ir generando fauna, microflora y todo eso benéfico. Entonces se busca incrementar la materia orgánica, ya que anteriormente eran suelos prácticamente sin materia orgánica” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta práctica se alinea con los principios del manejo integrado de cultivos (MIC) descritos en la literatura especializada, que reconoce la salud biológica del suelo como factor determinante en

la productividad a largo plazo (Pretty & Bharucha, 2014). La incorporación de materia orgánica contribuye, además, a mejorar la estructura del suelo, la capacidad de retención de humedad y la actividad enzimática, aspectos críticos en una región donde los suelos son predominantemente arenosos y con baja materia orgánica de origen.

En lo relativo a la fertilización, el modelo predominante en la región es la fertiirrigación: la aplicación de nutrientes disueltos en el agua de riego a través del sistema de goteo. El ingeniero E-1a explicó que todo programa de fertilización parte de un análisis de “pasta de suelo” realizado en laboratorio, que determina las concentraciones actuales de nutrientes, el nivel de salinidad y la presencia de patógenos, de modo que los insumos se aplican en función de las necesidades reales del cultivo, evitando tanto la administración insuficiente de dosis como el exceso, que en zonas de exportación podría generar residuos inaceptables para el mercado estadounidense (E-1a, comunicación personal, 7 de febrero de 2026).

La gestión de nutrientes adquiere una precisión mayor en la producción hidropónica del Rancho Los Pinos. Con un sustrato que no es sino una combinación de tezontle y fibra de coco, se logra separar por completo la nutrición mineral de las incertidumbres del suelo natural. Esto se traduce en un producto final homogéneo y reduce el riesgo de acumulación de toxinas. Tal como señala Savvas y Gruda (2018), la implementación de sistemas de recirculación en hidroponía no solo optimiza el uso de nutrientes, sino que también reduce la liberación de nitrógeno y fósforo al medio ambiente.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad agrícola, lo que ocurre en el Valle de San Quintín con el agua, el suelo y la fertilización responde más a una necesidad impuesta por la geografía y el mercado internacional que a un voluntarismo de responsabilidad ambiental. Aun así, los hechos muestran una eficiencia en el uso de insumos que, en última instancia, protege la capacidad productiva del territorio y asegura su viabilidad para el futuro.

4.1.2 Dimensión económica: Adopción de tecnología e innovación productiva

La innovación tecnológica se identifica como el segundo eje articulador de las prácticas de sostenibilidad en el Valle de San Quintín. Los actores entrevistados describieron un proceso de transformación productiva sostenido durante las últimas tres décadas, que ha llevado a la región

de un modelo de agricultura a campo abierto, con rendimientos de entre 4 000 y 5000 cajas por hectárea, a sistemas de agricultura protegida, invernaderos y macrotúneles, capaces de alcanzar entre 14 000 y 16 000 cajas por hectárea, e incluso, hasta 22 000 cajas en condiciones de hidroponía optimizada (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, 11 de febrero de 2026). Este incremento de más del 300 por ciento en el rendimiento por unidad de superficie representa una expresión clara del papel que la tecnología desempeña en la eficiencia productiva, y se alinea con lo que Chirinos et al. (2018) denominan innovación sistémica orientada a la competitividad.

Uno de los avances tecnológicos de mayor impacto identificado en el trabajo de campo es el uso de plantas injertadas en la producción de tomate. El programa de injertos fue introducido en el Valle de San Quintín en 2012, a través de un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el marco del Protocolo de Montreal, como alternativa al uso del bromuro de metilo, desinfectante de suelo de alto impacto ambiental cuya producción y uso fue restringido por su efecto en la capa de ozono (Protocolo de Montreal, 1987). Los técnicos del Rancho Los Pinos describieron el proceso de injertación:

“El injerto es una planta o una tecnología que vino a ayudar un poco a que sea más eficiente el uso de los fertilizantes que se le aplican, tenga mayor tolerancia a los climas extremos y que haya buena producción. El proceso del injerto para llevarse a campo dura 60 días [...]. Ahorita inclusive hasta algunas enfermedades virales presentan mayor resistencia” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La técnica consiste en unir mediante un corte a 45 grados un portainjerto de material silvestre, con resistencia natural a hongos como Fusarium, nematodos y, más recientemente, a ciertas enfermedades virales, con un material comercial seleccionado por su calidad de fruto y adaptabilidad al mercado de exportación. El resultado es una planta que combina la rusticidad y resistencia del patrón silvestre con las características agronómicas y comerciales del cultivar elite. Esto ha permitido reducir de manera significativa el uso de desinfectantes de suelo y plaguicidas, lo que incide directamente en la sostenibilidad ambiental y en el cumplimiento de los límites de residuos permitidos para exportación.

En el ámbito del mejoramiento genético, el ingeniero E-1a señaló que el 50 por ciento del éxito productivo depende de la elección de variedades con el genotipo adecuado para las condiciones locales y el destino comercial del producto:

“El 50 por ciento de tu éxito depende de la genética de las variedades [...]. Las variedades que sembrábamos hace 30 años, por supuesto que no, ya no existen, actualmente son otras mucho más mejoradas [...]. La lista de resistencias es específica para cada una de las variedades: resistencia a Fusarium, Rhizoctonia, Verticillium, hongos fitopatógenos, nematodos” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

El desarrollo de variedades mejoradas es realizado por empresas semilleras especializadas que invierten hasta 10 o 12 años en investigación antes de liberar comercialmente un cultivar. Este proceso de innovación genética continua es un factor exógeno clave que condiciona la sostenibilidad del sistema productivo de la región, en tanto que sin la incorporación de variedades tolerantes a las nuevas cepas de patógenos como el virus "Café Rugoso" del tomate, que afectó la producción del Valle a partir de 2020, la continuidad productiva de las empresas se vería comprometida.

En la etapa de postcosecha, el Rancho Munguía incorporó recientemente una empacadora con sistema de clasificación automatizado basado en inteligencia artificial (IA). El responsable de la empacadora, Edgar, describió el funcionamiento del sistema:

“La máquina tiene el sistema IA, tecnología IA [...] tú le pides un tomate de selección y la máquina lo clasifica automáticamente [...]. Incluso en unos videos vienen las imágenes de los tomates donde sale la computadora y te va marcando la medida y el color [...]. Tú seleccionas un banco, pero ya se lo pides a la máquina y la máquina te va a facilitar para que disminuyas el costo de mano de obra en la máquina y ayudes a salir al agricultor” (E-3a Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

El sistema clasifica los tomates por color, calibre, firmeza y ausencia de defectos visuales, con una tasa de precisión de entre el 90 y el 100 por ciento, sustituyendo parcialmente la clasificación manual que requería hasta 100 operarios por turno. La implementación de esta tecnología no solo impacta en la eficiencia operativa, al reducir los tiempos de procesamiento a

menos de ocho horas desde el corte hasta el envío al mercado, sino también en la inocuidad del producto, al minimizar el contacto humano con la fruta y, con ello, el riesgo de contaminación microbiana (Brosnan & Sun, 2004).

En el Rancho Los Pinos se ha implementado NetSuite ², un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) que integra en tiempo real la información de la producción, cosecha, empaque y comercialización. De acuerdo con los ingenieros del rancho, esta herramienta es esencial para mejorar la comunicación entre departamentos y hacerla más fluida, y afinar las proyecciones de volúmenes de cosecha, en coordinación con las demandas del bróker en Estados Unidos. Su valor para planificar ciclos productivos y tomar decisiones basadas en datos es evidente, aunque por el momento se sigue en proceso de evaluación (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

No ocurre lo mismo en todo el Valle de San Quintín, donde la adopción de tecnología es un asunto de tensiones y poco uniforme. Hay productores de menor envergadura que no pueden costearse plataformas digitales, sistemas de agricultura protegida o equipos de desalinización, lo que limita su competitividad en la región. Esta disparidad coincide con lo señalado por Pacheco Escobar (2021), quien pone de manifiesto que la innovación en la agricultura de frontera tiende a concentrarse en aquellas empresas que tienen mejor acceso al capital y vínculos directos con el mercado norteamericano.

4.1.3 Dimensión social: Condiciones laborales, bienestar del jornalero y trabajo infantil

La dimensión social de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín se expresa de manera particularmente visible en las transformaciones que han experimentado las condiciones laborales de los jornaleros agrícolas a lo largo de las últimas dos décadas. Los testimonios obtenidos en campo ofrecen una perspectiva histórica amplia que permite contrastar la situación pasada con la presente, poniendo en evidencia avances significativos, pero también tensiones persistentes.

² NetSuite es el sistema de gestión empresarial en la nube unificado (ERP) número uno a nivel mundial. Está diseñado para centralizar todas las operaciones clave de una organización en una sola plataforma basada en Inteligencia Artificial

Uno de los cambios más contundentes documentados en las entrevistas se refiere a la erradicación del trabajo infantil en los campos del valle. El ingeniero agrónomo entrevistado en el Rancho Navarro relató de manera detallada la dinámica histórica que, hace aproximadamente veinte años, llevaba a menores de edad a trabajar en los campos agrícolas:

“Antes los trabajadores vivían en condiciones no muy adecuadas. Hoy por hoy tienen sus casas bien. Pero que una parte la proporciona el Estado y otra parte la proporciona el agricultor [...]. No hay infantes en los campos. Eso ha mejorado muchísimo” (E-1c, comunicación personal, febrero de 2026).

Este relato resulta especialmente relevante porque el entrevistado explica que la presencia de menores en los campos no era, en la mayoría de los casos, resultado de una decisión unilateral de los productores, sino una condición que los propios jornaleros imponían como requisito para trabajar. La precariedad económica de los hogares, con salarios que en aquel período rondaban los 70 u 80 pesos diarios, convertía el ingreso de los hijos en una necesidad de sobrevivencia familiar, no en un acto de explotación deliberada. Lo que se desprende de esta lectura coincide con lo señalado por Velasco Ortiz y colaboradores (2014), quienes han puesto de manifiesto que la precariedad del Valle de San Quintín no es el resultado de acciones individuales de un empleador, sino de estructuras de desigualdad sistémica.

En la actualidad, el trabajo infantil está terminantemente prohibido en los ranchos que se han visitado. El respeto y cumplimiento de esta norma se garantiza mediante inspecciones de la autoridad laboral y del IMSS, sin olvidar a los auditores enviados por los compradores de Estados Unidos. Los ingenieros de Rancho Los Pinos han confirmado que la empresa cuenta con la certificación que la acredita como libre de trabajo infantil, lo que refuerza su compromiso con las prácticas laborales responsables:

“Son empresas libres de trabajo infantil, y eso ya tienen muchos años” (Ingenieros Rancho Los Pinos, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta certificación no responde únicamente a una obligación legal, sino a una exigencia del mercado exportador. La norma SA8000 de responsabilidad social, promovida por Social Accountability International (SAI, 2014), es clara al respecto estableciendo entre sus parámetros

la prohibición absoluta del trabajo infantil, junto con otros estándares laborales, como condición indispensable para acceder a las cadenas de valor de los grandes distribuidores minoristas en Estados Unidos y Europa.

De este modo, la certificación se convierte en un puente entre las prácticas locales y las exigencias globales, garantizando que la producción agrícola cumpla las normas éticas y sociales que fortalecen la competitividad en los mercados internacionales.

En cuanto a las condiciones laborales actuales, los entrevistados destacan mejoras significativas en comparación con el pasado en aspectos como la vivienda, la salud, la educación de los hijos y la seguridad social. El agrónomo del Rancho Navarro señaló:

“Hoy por hoy, es de 430 pesos el salario mínimo aquí en San Quintín, cuando hace 20 años que se ganabas 80, 90 pesos al día” (E-1b, comunicación personal, febrero de 2026).

Este incremento nominal, de aproximadamente cinco veces el salario de hace dos décadas, debe contextualizarse con la inflación acumulada en el período, que en México entre 2006 y 2026 fue de aproximadamente 180 por ciento según datos del Banco de México (Banxico, 2024). Aun así, el salario mínimo vigente en el Valle de San Quintín, como zona libre de frontera, alcanzó en 2024 los 312.41 pesos diarios, y en 2025 fue actualizado a 374.89 pesos diarios (Comisión Nacional de Salarios Mínimos [CONASAMI], 2025), con lo cual los 430 pesos referidos por el entrevistado representan un nivel por encima del mínimo oficial, aunque siguen siendo insuficientes frente al costo de vida regional para zonas similares de agricultura de exportación en el norte de México.

Respecto a los servicios de bienestar social, los productores reportan la existencia de guarderías y escuelas para los hijos de los trabajadores al interior de los ranchos. El entrevistado del Rancho Navarro describió esta transformación como uno de los avances más significativos:

“Tienen guarderías, le llaman guarderías donde la madre o la señora tiene un menor, va y lo deja en la guardería, y cumple con sus funciones de trabajo, sea cual sea” (E-1b, comunicación personal, febrero de 2026).

Los actores también reconocen que las condiciones laborales varían significativamente entre empresas, y que existen asimetrías importantes entre las grandes exportadoras agrícolas, que han avanzado más en la incorporación de estándares sociales, y los pequeños productores, que carecen de los recursos y la presión externa necesarios para implementar mejoras similares. Esta brecha evidencia que la sostenibilidad social en la agricultura de exportación en México tiende a concentrarse en las empresas integradas verticalmente con los mercados internacionales, mientras que los actores más pequeños permanecen en condiciones de mayor precariedad productiva.

Dicho esto, la dimensión social de la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín refleja avances tangibles en la eliminación del trabajo infantil y en la provisión de algunos servicios de bienestar para los jornaleros, pero también persisten desafíos en materia de equidad salarial, condiciones de habitabilidad y acceso a la seguridad social para la totalidad de la fuerza laboral. Como señala la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), el trabajo decente en la agricultura sigue siendo una asignatura pendiente en muchos contextos de producción para la exportación en América Latina, y el Valle de San Quintín no constituye una excepción a esta tendencia.

4.1.4 Certificaciones fitosanitarias y criterios de inocuidad

El cuarto eje de las prácticas de sostenibilidad agrícola identificado en el trabajo de campo es el cumplimiento de un sistema complejo de certificaciones fitosanitarias y criterios de inocuidad, cuya exigencia proviene principalmente del mercado de exportación a los Estados Unidos. En este sentido, la sostenibilidad no es solo una opción estratégica de las empresas, sino una condición de acceso al mercado: sin certificaciones, no hay exportación, y sin exportación, el modelo de negocio vigente en San Quintín pierde su razón de ser, dado que más del 85 por ciento de la producción de tomate se destina al mercado estadounidense (E-1d, comunicación personal, febrero de 2026; Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

El marco normativo que rige las prácticas fitosanitarias de los productores entrevistados se estructura en torno a tres sistemas: las listas de plaguicidas autorizados de la EPA de los Estados Unidos, las tolerancias de residuos de la FDA y las regulaciones nacionales de la Secretaría de

Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). El ingeniero agrónomo del rancho Navarro articuló en síntesis la lógica de este sistema:

“La FDA es prácticamente el mayor pilar de exportación. Tú no puedes aplicar un químico si no viene escrito en el registro de la FDA [...]. Si te equivocas, no exportas y te cancelan [...] la etiqueta de exportación [...]. Cada año el productor tiene que solicitar el permiso exportador [...], cultivo por cultivo” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

El sistema de permisos anuales por cultivo implica que los productores deben mantener un historial impecable de cumplimiento regulatorio, pues cualquier incidente, como la detección de residuos de plaguicidas no autorizados por encima de los límites máximos de residuos (LMR), puede derivar en la cuarentena de lotes, la pérdida de la etiqueta de exportación o, en el caso de la producción orgánica certificada, una multa de hasta 500 000 dólares más la cancelación del permiso. Esta presión regulatoria actúa como un poderoso incentivo de facto para la adopción de buenas prácticas agrícolas (BPA), alineando los intereses comerciales privados con los criterios de sostenibilidad ambiental y salud pública.

Los actores entrevistados identificaron como uno de los elementos más exigentes de este sistema la necesidad de respetar los intervalos de reentrada y los números máximos de aplicaciones por molécula durante cada ciclo productivo. El ingeniero E-1a ejemplificó:

“Hay unos materiales que puedes usar, muchos larvicidas. Pero si usas un larvicida como acefato [...] que ya no tienen registro de exportación, en el momento en que aplicas a tu campo, esas moléculas ya no puedes exportar [...]. Si te pasas en los límites permitidos de partes por millón de una molécula [...] te mandan una carta, hey, agrícola, ya no uses esta molécula” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta restricción obliga a los productores a implementar programas de rotación de plaguicidas y a sustituir moléculas de mayor impacto por productos biológicos o de bajo perfil toxicológico. En el Rancho Los Pinos, los ingenieros describieron la incorporación de controladores biológicos de plagas, como avispas parasitoides para el control de minadores de hoja y ácaros depredadores para el manejo de arañas rojas, como parte de un esquema de manejo integrado

de plagas (MIP). Adicionalmente, el uso de luz ultravioleta para la desinfección del agua de riego y de desinfectantes de amplio espectro de origen natural forma parte del protocolo estándar de inocuidad en estas unidades productivas (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

En cuanto al monitoreo de los trabajadores expuestos a agroquímicos, los entrevistados del Rancho Los Pinos señalaron la obligatoriedad de realizar análisis periódicos de niveles de acetilcolinesterasa en sangre, conforme a la normativa nacional. Si los niveles se incrementan más allá del umbral permitido, el trabajador es reasignado a labores sin exposición a plaguicidas hasta la normalización de sus valores. Esta práctica, además de ser un imperativo de salud pública, responde a las auditorías que realizan tanto las autoridades mexicanas como los compradores estadounidenses sobre las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas:

“Tenemos auditorías de las empresas [...] tanto de gobierno como de los compradores que son de Estados Unidos, mandan sus propios auditores para que nos evalúen y vean que sí estamos cumpliendo con las normas establecidas de la cantidad de cada producto y aparte también en relación al trato de la gente, el manejo de la gente que esté viviendo bien, que tenga las prestaciones, todo que esté en armonía” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

En términos de las certificaciones formales obtenidas, las unidades productivas entrevistadas reportan contar con: permiso de exportación ante la FDA, certificación de buenas prácticas agrícolas, permisos de aprovechamiento de aguas subterráneas ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y, en el caso del Rancho Los Pinos, una certificación de manejo integrado de plagas en proceso de consolidación. La ausencia de certificaciones orgánicas en todos los casos estudiados se explica por el elevado costo de transición a este sistema y la dificultad de cumplir el período de carencia de cinco años de suelo libre de químicos exigido para la certificación orgánica (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

El peso de la inocuidad como criterio de competitividad se evidencia también en la etapa de empaque. En el Rancho Munguía, E-3a, responsable de operaciones de la empacadora, describió el protocolo de selección automatizada como un mecanismo que garantiza no solo la

homogeneidad del producto, sino también la eliminación de frutos con defectos susceptibles de generar problemas microbiológicos durante el transporte y la distribución. La máquina clasificadora rechaza automáticamente los tomates con fisuras, deshidratación superficial o coloración anómala, los cuales son derivados a mercados de segundo nivel o, en caso de deterioro avanzado, a la cadena de alimentación animal, evitando así su descarte completo y reduciendo las pérdidas postcosecha (E-3a Munguía, comunicación personal, marzo de 2026).

Por consiguiente, el sistema de certificaciones fitosanitarias y criterios de inocuidad vigente en el Valle de San Quintín opera como un mecanismo de gobernanza privada del mercado, en el sentido planteado por publicaciones del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) sobre incentivos de mercado en la agricultura sostenible, que eleva continuamente los estándares de producción e induce a las empresas a incorporar prácticas más sostenibles, no como un fin en sí mismo, sino como condición de permanencia en el mercado de exportación (BID, 2021). Esta dinámica genera, paradójicamente, un nivel de sostenibilidad ambiental y sanitaria relativamente alto en las grandes unidades productivas, mientras que los pequeños productores que no pueden absorber los costos de certificación quedan excluidos del mercado exportador y se ven forzados a operar en nichos de menor rentabilidad.

4.2 Impacto en el volumen de producción

La segunda dimensión central del análisis de resultados se enfoca en el impacto que las prácticas de sostenibilidad agrícola han tenido sobre el volumen de producción de tomate en el Valle de San Quintín. Desde la perspectiva de la sostenibilidad económica planteada por Chirinos et al. (2018), el volumen de producción constituye un indicador estratégico que determina la viabilidad financiera de los sistemas agrícolas a largo plazo, así como la capacidad de las empresas para posicionarse competitivamente en mercados de exportación. Los datos obtenidos en campo revelan que la región ha experimentado una transformación productiva profunda en las últimas tres décadas, impulsada por la adopción tecnológica, el mejoramiento genético de variedades y la intensificación de los sistemas de cultivo protegido, con consecuencias directas sobre los rendimientos por unidad de superficie y sobre la capacidad de respuesta ante las fluctuaciones de la demanda internacional.

4.2.1 Rendimiento por hectáreas y por ciclo productivo

Uno de los hallazgos más significativos del trabajo de campo es la magnitud de la transformación en el rendimiento por hectárea registrada en el Valle de San Quintín entre la década de los noventa y la actualidad. El ingeniero E-1a, asesor agrónomo con más de dos décadas de experiencia en la región, ofreció un testimonio que ilustra con precisión la escala de este cambio:

“Antes, una hectárea, por ejemplo, de tomates era 4 500 cajas. Cajas por hectárea. Hoy, estamos hablando de 8 000 a 10 000 cajas. Lo que equivale a un aumento de más del 100 por ciento en producción, en la misma hectárea. Esto se debe a variedades mejoradas, tecnologías más desarrolladas y mejores manejos” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

En los sistemas de agricultura protegida del Rancho Los Pinos, que en la actualidad opera cerca de 600 hectáreas bajo macrotúnel y estructuras de invernadero pasivo, los rendimientos reportados son aún superiores: los ingenieros entrevistados indicaron un promedio de 16 000 cajas por hectárea, con potencial de alcanzar hasta 22 000 cajas en condiciones de hidroponía avanzada, lo que implica un incremento de más del 300 por ciento respecto a los rendimientos de campo abierto de hace tres décadas:

“Prácticamente de producir 6 000 cajas por hectárea, ahorita ya andamos en promedios de 16 000 cajas por hectárea con cultivo protegido. Son 10 000 metros cuadrados. Estamos hablando de 300 por ciento, aproximadamente, más productivos” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, febrero de 2026).

Estos datos son consistentes con la tendencia documentada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024) para la agricultura protegida en México, que registra rendimientos promedio de tomate bajo invernadero de entre 150 y 200 toneladas por hectárea al año, comparados con 40 a 60 toneladas en producción a campo abierto. La diferencia obedece a la combinación de tres factores: el control micro climático que ofrece la estructura de cultivo protegido, el uso de variedades híbridas con potencial genético de alto rendimiento, y el manejo técnico de la nutrición y el riego.

En términos de ciclo productivo, el Valle de San Quintín presenta una ventaja comparativa fundamental respecto a otras regiones productoras de México: la posibilidad de sembrar durante todo el año gracias a una temperatura media anual de 20 a 22 °C, que se encuentra dentro del rango óptimo de desarrollo del tomate (18-24 °C). Esta condición climática, señalada reiteradamente por el ingeniero E-1d como “la bendición de San Quintín”, permite que mientras regiones como Sinaloa o Sonora tienen ciclos productivos restringidos, de septiembre a junio, con un parón obligado por calores extremos de julio a agosto, San Quintín pueda mantener producción continua durante los 12 meses del año (E-1d, comunicación personal, febrero de 2026).

En el Rancho Los Pinos, el ciclo productivo con plantas injertadas dura en promedio 60 días desde el trasplante hasta el inicio de cosecha, y los cortes se realizan de forma escalonada durante varios meses. Con el sistema de producción en racimos, los ingenieros entrevistados reportaron que un racimo de 8 a 16 frutos produce en promedio 1 000 a 1 500 cajas, de modo que con 6 a 8 racimos cosechados por planta se pueden alcanzar entre 1 0000 y 12 000 cajas por hectárea, incluso superando las metas presupuestadas cuando las condiciones agronómicas son favorables:

“Normalmente un racimo nos debe dar 1 000 cajas, pero cuando tenemos buena producción prácticamente si un racimo es de 8 o 10 tomates logramos hacerle 12 o 14 o 16 tomates, prácticamente por cada racimo ya estamos cortando 1 000 o 1 500 cajas [...]. Normalmente siempre vamos un 20 por ciento anual mejorando” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, febrero de 2026)

Este crecimiento sostenido del rendimiento del 20 por ciento anual reportado por el Rancho Los Pinos coincide con la dinámica de mejora continua propia de los sistemas de agricultura de precisión, en los que el monitoreo constante de indicadores productivos, a través de plataformas digitales como NetSuite, permite identificar desviaciones respecto a los parámetros esperados y tomar decisiones correctivas oportunas. Los ingenieros del rancho destacaron la importancia de contar con estadísticas históricas de producción:

“Tenemos presupuestos y parámetros que tiene la empresa para saber cómo vamos en cuanto a cada etapa de producción de la planta, todo está medido para saber cuánto es el presupuesto

que ocupamos para cada cultivo, cada etapa y cuánto es lo que debe producir y vamos midiendo todos los rangos y existen estadísticas desde hace 5 o 6 años que nos van indicando si vamos en los rangos de cada año y qué porcentaje vamos mejorando o aumentando” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Desde el punto de vista económico de la sostenibilidad, el aumento en el rendimiento por hectárea tiene implicaciones directas en la estructura de costos de producción. El entrevistado E-1c señaló que los costos operativos por caja se ubican actualmente entre 6.50 y 7.00 dólares estadounidenses, incluyendo mano de obra, empaques, fletes, agroquímicos y cuotas al seguro social. Al distribuir esos costos fijos entre un mayor número de cajas producidas por hectárea, el productor puede absorber mejor los períodos de precios bajos y maximizar su margen de ganancia, estimado en el 20 por ciento de los ingresos brutos, durante los períodos de precio alto:

“El productor parte de una premisa que es esta en el momento en que clava una planta de tomates, el 80 por ciento lo guarda en el bolsillo [...] El 80 por ciento seguro social, el 80 por ciento es prácticamente para gastos operacionales. Si tienes buena suerte, el 20 por ciento es para ti” (E-1c, comunicación personal, febrero de 2026).

Este margen limitado de utilidad subraya la importancia crítica del rendimiento por hectárea como variable de sostenibilidad económica: un incremento del 10 al 20 por ciento en la producción, manteniendo constantes los costos variables, puede representar la diferencia entre la rentabilidad y la pérdida en ciclos con precios bajos.

Sin embargo, los actores entrevistados también identificaron factores que limitan la continuidad del crecimiento en el rendimiento por hectárea. El principal es la emergencia de nuevas enfermedades virales, especialmente el virus del tomate rugoso marrón (ToBRFV, por sus siglas en inglés), que apareció con fuerza en la región alrededor de 2020 y afectó significativamente los rendimientos hasta que las empresas semilleras comenzaron a desarrollar variedades con tolerancia específica a este patógeno:

“Ha habido situaciones que, como todo esto es cíclico, vienen saliendo nuevos problemas de enfermedades o virus que viene siendo cíclicamente cada 5 años, cada 10 años. Que eso no está

en nuestro control [...] ya se lleva un proceso de aprendizaje, el mismo apoyo por decir de las empresas semilleras, nos traen materiales ya con ciertas resistencias” (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

El cambio climático también se identifica como un factor de riesgo creciente para el volumen de producción. Los técnicos del Rancho Los Pinos reportaron que en los últimos dos años se han registrado lluvias asociadas a sistemas tropicales durante la temporada alta de cosecha de octubre a diciembre, lo que ha provocado daños a los cultivos y la degradación de la calidad de los frutos, forzando el desvío de producción de primera calidad hacia mercados secundarios de menor precio.

A grandes rasgos, el análisis de los rendimientos por hectárea y por ciclo productivo en el Valle de San Quintín confirma que las prácticas de sostenibilidad agrícola, en particular la transición a la agricultura protegida, la adopción de plantas injertadas y el uso de variedades mejoradas, han tenido un impacto positivo y mensurable en el volumen de producción de tomate. Este incremento en la productividad por unidad de superficie es la expresión más concreta de la dimensión económica de la sostenibilidad agrícola en la región, y constituye el factor que ha permitido que el Valle de San Quintín mantenga su posición como proveedor competitivo en el mercado de exportación a los Estados Unidos, a pesar del aumento sostenido en los costos operativos derivados de la desalinización del agua y el cumplimiento de estándares regulatorios cada vez más exigentes (SIAP, 2024).

4.2.2 Capacidad de respuesta a la demanda del mercado

La capacidad de respuesta a la demanda del mercado representa la segunda dimensión de análisis dentro del impacto en el volumen de producción. En el contexto del Valle de San Quintín, esta capacidad no se limita únicamente a la producción física de tomate, sino que involucra un conjunto de decisiones estratégicas relacionadas con la planificación del calendario de siembra, el ajuste del volumen de producción a las señales del mercado internacional, la infraestructura de empaque y distribución, y la gestión de la relación con los compradores en los Estados Unidos. El resultado es un sistema altamente coordinado entre el campo, la empacadora y el bróker comercializador, cuya eficiencia determina en gran medida la competitividad de la región en un mercado global de alta exigencia y volatilidad de precios.

Un rasgo central del modelo productivo de San Quintín es la orientación casi exclusiva hacia la exportación al mercado estadounidense. El ingeniero E-c reportó que el 95 por ciento o más de la producción de tomate, pepino y otros cultivos hortícolas de la región se destina a los Estados Unidos, con apenas un 5 por ciento para el mercado nacional (E-1c, comunicación personal, 7 de febrero de 2026). Esta proporción es confirmada por los datos del SIAP (2024), que ubica a Baja California entre las entidades con mayor proporción de producción hortícola de exportación en México. El Rancho Los Pinos reportó una distribución de 85 por ciento de exportación y 15 por ciento de mercado nacional en el ciclo 2025-2026, señalando que la meta institucional es mantener el mayor porcentaje posible orientado a la exportación (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La estrategia de comercialización de las empresas entrevistadas se articula a través de empresas filiales o brokers establecidos en los Estados Unidos, que funcionan como intermediarios entre el productor y las cadenas de distribución minorista. En el caso del Rancho Los Pinos, la producción es adquirida por Pinos Products, empresa filial con sede en el lado estadounidense, que a su vez distribuye el producto a clientes como Taylor Farms y Walmart, entre otros. Este modelo de integración vertical hacia arriba en la cadena de valor permite a la empresa mantener un canal de comercialización estable, reducir la exposición a la volatilidad de los precios spot y negociar condiciones de entrega más favorables (Ingenieros del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La planificación del volumen de producción en función de la demanda del mercado requiere un flujo constante de información entre el productor y el comprador. Los ingenieros del Rancho Los Pinos describieron la importancia de monitorear el calendario de siembra de los productores de tomate en California, principal competidor estacional de San Quintín en el mercado del suroeste de los Estados Unidos, para ajustar el volumen de producción propio:

“La comunicación es uno de los elementos que más nos ayudan a manejar o a tomar decisiones importantes, porque todo parte desde los compradores o el mercado de Estados Unidos [...] principalmente en California, que es el que siembra tomate. Se analiza cómo está la superficie que se siembran, qué tanto de tomate y qué variedades conviene sembrar. Yo creo que esa es una de las principales ventajas. El compañero que tenemos allá nos proporciona información

para nosotros, aumentar o disminuir el hectareaje” (E-2c, del Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta dinámica de ajuste del hectareaje en función de la información de mercado constituye una expresión de agricultura inteligente orientada al mercado, en la que las decisiones de producción no parten de las capacidades internas de la empresa, sino de las señales de precio y demanda que emite el mercado de destino. El mecanismo es coherente con el supuesto de esta tesis, ya que las prácticas de sostenibilidad agrícola, en este caso, la planificación estratégica del volumen, facilitan el acceso a mercados al mejorar la correspondencia entre la oferta local y la demanda internacional.

El papel de los precios en la decisión de producción y exportación es otro elemento analizado con detalle por el ingeniero E-1a. En San Quintín, el precio de exportación del tomate, denominado localmente en dólares por caja de 25 libras, presenta una estacionalidad marcada: los precios más altos se registran en octubre y noviembre, cuando la producción de otras regiones del continente es mínima, alcanzando entre 14 y 20 dólares por caja; mientras que en los meses de alta disponibilidad nacional e internacional el precio puede caer hasta 6 o 7 dólares, límite inferior por debajo del cual las regulaciones anti competencia del mercado estadounidense prohíben la exportación por considerarla venta por debajo del costo de producción:

“Los tomates de aquí en octubre y noviembre van de 14 hasta 20 dólares sobre todo en el mes de noviembre [...]. La demanda siempre existe. Lo que pasa es que hay escasez, entonces como el tomate o las hortalizas oscilan en precio basado en la oferta y la demanda, a menor cantidad a mayor precio, a mayor cantidad a menor precio [...]. Si los tomates andaban a 6 dólares en Estados Unidos no podías venderlos porque la ley lo prohíbe. Tienes que venderlos a 7 dólares para arriba” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

La estrategia de los productores ante esta volatilidad de precios consiste en calcular una media ponderada de ingresos a lo largo del ciclo completo, aceptando precios bajos en ciertos períodos con la expectativa de compensarlos con precios altos en otros.

La capacidad de respuesta a la demanda también depende críticamente de la eficiencia de la infraestructura de empaque. En el Rancho Munguía, la instalación reciente de la empacadora

con sistema de clasificación automatizado por inteligencia artificial fue descrita por E-3a como un salto cualitativo en la capacidad de respuesta ante pedidos urgentes o de alto volumen. Con el sistema anterior, la clasificación manual imponía tiempos de procesamiento de 24 horas o más desde el corte, lo que aumentaba el riesgo de pérdidas por deterioro. Con la nueva máquina, el procesamiento se realiza en menos de ocho horas:

“En el año antepasado tuvimos una producción no tan eficiente porque no se había adquirido la máquina [...] lo que hacía es que nos corrían el producto hasta que ellos dejaban de correr a los demás productores [...]. Prácticamente se renovó, se instaló una máquina nueva, con eso la eficiencia del corte es mucho porque como lo cortas en su momento, lo vienes, lo pones en la máquina y lo estás corriendo, automáticamente en menos de ocho horas el producto ya va a ir destino a la tienda” (E-3a, del Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta reducción del tiempo de postcosecha tiene implicaciones directas sobre la competitividad del producto en el mercado: un tomate que llega fresco y firme al anaquel del supermercado en California tiene una vida de comercialización mayor, lo que se traduce en menor merma para el distribuidor y, en consecuencia, en una mejor posición negociadora para el productor en el siguiente ciclo de ventas. Adicionalmente, el responsable de la empacadora señaló que la velocidad de procesamiento reduce la necesidad de aplicar conservadores postcosecha y fertilizantes retardantes de maduración, lo que mejora el perfil de inocuidad del producto y contribuye indirectamente al cumplimiento de los criterios de sostenibilidad exigidos por los compradores estadounidenses (E-3b Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Otro mecanismo de respuesta a la demanda identificado en el trabajo de campo es el sistema de diferenciación de producto por calidad. Las empacadoras del Valle de San Quintín no comercializan un único tipo de tomate, sino que clasifican la producción en al menos tres categorías de calidad, primera, segunda y tercera, definidas por color, calibre, firmeza y ausencia de defectos, y en subcategorías de tamaño (Jumbo, XL, Large, Small). Esta diferenciación permite atender simultáneamente a segmentos de mercado con distintos niveles de exigencia y capacidad de pago, maximizando así el aprovechamiento de cada ciclo productivo. La fruta que no cumple los estándares de exportación de primera se destina al mercado de abastos nacional o a la alimentación animal, eliminando prácticamente el desperdicio total (E-3a Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

En términos de infraestructura logística, la ubicación geográfica del Valle de San Quintín, a aproximadamente 300 kilómetros al sur de la frontera con los Estados Unidos y a 150 kilómetros de la aduana de Otay Mesa en Tijuana, representa una ventaja competitiva estructural que ningún otro gran polo productor de tomate en México puede replicar. El ingeniero E-1c lo resumió en términos claros y precisos *“La gran ventaja es que estamos a un paso de los gringos. Estamos a 300 kilómetros [...] Culiacán, que es el centro agroexportador del país, a Nogales, Sonora, son más de 1200 kilómetros”* (E-1c, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta diferencia en el costo y el tiempo de transporte favorece la competitividad de San Quintín, especialmente en los mercados de California, Oregón y el norte de los Estados Unidos, a los que abastece principalmente a través del punto de internación de Chula Vista-San Diego. La cercanía geográfica al mercado, combinada con el incremento sostenido en los rendimientos por hectárea y la mejora en la eficiencia del empaque y la logística, configura un modelo de respuesta a la demanda que ha permitido al Valle de San Quintín mantener y ampliar su presencia en el mercado estadounidense incluso frente a presiones crecientes derivadas de políticas arancelarias proteccionistas. El ingeniero E-1d describió la lógica de estas presiones:

“En el caso de los melones que pasa [...] los estados como Nuevo México, Colorado, Arizona siembra sandía y melón, entonces se conjuntan en las fechas y los gringos dicen primero hay que consumir lo que el país produce [...] por eso los famosos aranceles para exportación” (E-1d, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta presión proteccionista no ha logrado desplazar significativamente al tomate de San Quintín del mercado californiano, en parte porque la ventana de producción de octubre a diciembre coincide con un período de escasez en la producción local californiana, y en parte porque la integración vertical a través de brokers y empresas filiales genera relaciones comerciales estables que moderan la volatilidad regulatoria. Sin embargo, los actores entrevistados reconocen que la amenaza arancelaria es permanente y constituye uno de los factores de mayor incertidumbre para la planificación del volumen de producción a mediano plazo, lo que refuerza la importancia de la flexibilidad productiva y la diversificación de los canales de comercialización como estrategias de sostenibilidad económica.

Entonces, la capacidad de respuesta a la demanda del mercado en el Valle de San Quintín descansa sobre cuatro pilares interrelacionados: (1) la ventaja de proximidad geográfica al mercado estadounidense; (2) el sistema de información de mercado en tiempo real que permite ajustar el volumen de producción a las señales de precio y oferta competidora; (3) la infraestructura de empaque tecnificada que garantiza tiempos de procesamiento mínimos y homogeneidad en la calidad del producto; y (4) las relaciones comerciales estables con brokers y distribuidores en los Estados Unidos, que reducen la exposición a la volatilidad del mercado spot.

Estos pilares, en conjunto, constituyen la dimensión comercial de la sostenibilidad agrícola en la región, entendida no solo como la capacidad de producir de manera ambientalmente responsable, sino también como la capacidad de conectar esa producción con mercados que generen valor económico suficiente para garantizar la continuidad del sistema productivo a largo plazo (Chirinos et al., 2018).

4.3 Impacto en la calidad del tomate

La calidad del tomate producido en el Valle de San Quintín constituye uno de los ejes centrales del análisis de sostenibilidad agrícola en la región. A diferencia de otras zonas productoras del país, las empresas de San Quintín destinan la mayor parte de su producción al mercado de exportación hacia Estados Unidos, lo que implica el cumplimiento de estándares de calidad sumamente rigurosos y verificables. En este contexto, la calidad no se limita a atributos organolépticos o visuales del fruto, sino que abarca un conjunto integrado de dimensiones: el cumplimiento de normas fitosanitarias, el control de insumos aplicados en campo, la uniformidad del calibre, el color y la firmeza del producto, así como la eficiencia del proceso de selección en la empacadora.

Desde la perspectiva de los actores entrevistados, tanto productores como técnicos agrónomos y operadores de empacadoras, la calidad se construye desde el momento en que se selecciona la variedad genética a sembrar, atraviesa el proceso de cultivo bajo condiciones controladas y culmina en el empaque y la distribución. Esta visión integral reconoce la calidad como resultado de una cadena de decisiones técnicas, organizacionales e institucionales.

La calidad documentada en campo puede agruparse en tres niveles articulados: los criterios físicos del fruto (color, tamaño y firmeza), el sistema de clasificación y manejo de la merma en la empacadora, y las exigencias normativas de los mercados de destino. A continuación, se analizan cada uno de estos componentes a partir del trabajo de campo realizado en febrero y marzo de 2026, con el propósito de vincular las prácticas observadas con los estándares de sostenibilidad y competitividad agrícola.

4.3.1 Criterios de color, tamaño y firmeza

Los criterios de clasificación del tomate en el Valle de San Quintín obedecen a parámetros establecidos por los compradores del mercado estadounidense, principalmente las grandes cadenas de distribución como Walmart, Taylor Farms y otros supermercados que operan en California, Texas y estados del norte de Estados Unidos. Dichos parámetros incluyen la escala cromática de maduración, el calibre o tamaño del fruto, y la firmeza o textura del tomate al momento de su empaque.

En cuanto al color, los entrevistados en el Rancho Los Pinos señalaron que el criterio de cosecha se ajusta en función del destino geográfico del producto:

“La calidad se da mayormente en la forma de cortar el tomate, si vamos a exportarlo a un lugar más lejano se va en color 3 y si es un lugar más cercano color 4, entonces prácticamente toda la fruta es madurada en la planta y sin maduradores” (E-2c, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta práctica refleja una estrategia de manejo postcosecha orientada a garantizar que el producto llegue en condiciones óptimas al consumidor final, considerando los tiempos de tránsito y las condiciones de la cadena de frío. La escala cromática empleada abarca cuatro categorías básicas: verde, naranja, amarillo y rojo, como señaló el operador de la empacadora del Rancho Munguía:

“Los colores bases son verde, naranja, amarillo y rojo, entonces son los colores bases, pero ahí en adelante puedes sacar miles infinidad de colores, entre ellos están lo que es los falseados [...] puede en un tomate te puede traer los cuatro colores que tú estás sacando en tu máquina, por eso tiene que traer inteligencia artificial, ¿para qué? para que te defina realmente qué

producto está siendo dirigido a cada banco de salida” (E-3b, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

La introducción de sistemas de clasificación basados en inteligencia artificial en las empacadoras representa un salto tecnológico significativo en la cadena de valor del tomate en la región. Estos sistemas permiten identificar automáticamente el color, el calibre y las deficiencias del fruto, como magulladuras, manchas o deshidratación, con una precisión de entre 90 y 100 por ciento según lo reportado por los propios operadores. La IA aplicada al proceso de selección no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce los costos de mano de obra, ya que disminuye el número de trabajadores necesarios para la línea de clasificación manual.

Respecto al tamaño o calibre, el sistema de clasificación distingue entre categorías como Small, Large (L), Extra Large (XL) y Jumbo, que determinan tanto el número de tomates por caja como el precio de venta en el mercado de destino. Una caja de calidad Small puede contener hasta 108 a 120 tomates, mientras que los calibres superiores reducen el número de piezas por caja, pero implican un mayor peso por fruto. La uniformidad de calibre es un criterio determinante para los compradores institucionales, ya que permite estandarizar los volúmenes por embarque y facilita la presentación del producto en anaquel.

La firmeza del tomate es el tercer criterio central de calidad. Este atributo está directamente vinculado a las prácticas de nutrición mineral en campo, particularmente a la aplicación de calcio y potasio, que fortalecen la estructura celular del fruto y extienden su vida en anaquel. Así lo confirmaron los ingenieros del Rancho Los Pinos:

“Siempre tratamos de darle calidad a la planta con los productos que son para dar calidad, calcio, potasio y eso nos permite tener presencia en el mercado, tanto por tamaño como por calidad y color” (E-3b, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La relación entre nutrición mineral y firmeza del fruto está documentada en la literatura especializada: el calcio participa en la formación de la pared celular y reduce la incidencia de desórdenes fisiológicos como el BER (blossom-end rot), mientras que el potasio contribuye a la síntesis de azúcares y a la regulación hídrica del fruto. En el contexto de San Quintín, donde el

agua de riego es altamente mineralizada y debe pasar por plantas desaladoras, el control nutricional es un reto adicional, ya que la calidad química del agua afecta la disponibilidad y absorción de nutrientes por la planta.

También se identificó que la adopción de tecnologías de cultivo protegido, en particular la hidroponía en sustrato, ha contribuido significativamente a la uniformidad del producto. Al cultivar en un medio aislado del suelo, se elimina la variabilidad asociada a la composición heterogénea del suelo y se tiene mayor control sobre el aporte nutricional, la temperatura y la humedad del entorno radicular. En el Rancho Los Pinos, la producción en sistema hidropónico alcanza entre 16 000 y 22 000 cajas por hectáreas por ciclo, frente a los 4 000 a 5 000 cajas por hectárea que se obtenían en producción a campo abierto, lo que representa un incremento de más de 300 por ciento en rendimiento (Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La adopción del injerto como práctica agronómica también ha impactado en la calidad del fruto. Al combinar un portainjerto silvestre, con mayor tolerancia a enfermedades del suelo (como fusarium y nematodos), con una variedad comercial seleccionada por sus atributos de calidad, se logra una planta con mejores características productivas y mayor resistencia. Este manejo permite reducir el uso de agroquímicos para el control de patógenos de suelo, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Asimismo, el ingeniero asesor E-1a, de la empresa Sagal en el Rancho Navarro, destacó que la calidad genética de la variedad utilizada es responsable de aproximadamente 50 por ciento del éxito productivo:

“El 50 por ciento de mi triunfo como exportador o como agricultor es la genética de las variedades y en otro 50 es mi responsabilidad como productor que no tener plagas, no tener enfermedades, tener una buena calidad, manejar muy bien los fertilizantes” (E-1a, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta afirmación se sustenta en que la mejora genética en tomate ha avanzado significativamente en el desarrollo de variedades con resistencia múltiple a enfermedades, mayor vida postcosecha

y mejor respuesta a condiciones de estrés ambiental, lo que resulta indispensable para mantener la competitividad en mercados de exportación.

Finalmente, la calidad del tomate también está regulada por las exigencias de la U.S. Food and Drug Administration (FDA) y la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, que establecen límites máximos de residuos (LMR) de agroquímicos en los productos importados. El incumplimiento de estos límites puede derivar en la cuarentena del embarque, la cancelación de la etiqueta de exportación e incluso en sanciones económicas severas para el productor. Esta presión regulatoria actúa como un mecanismo de facto que obliga a los productores de San Quintín a adoptar prácticas agrícolas más cuidadosas y documentadas, lo que a su vez se traduce en una mejora gradual de la calidad del producto (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

4.3.2 Manejo de merma y producto según la calidad

El manejo de la merma en la cadena productiva del tomate en el Valle de San Quintín representa uno de los aspectos más reveladores de la articulación entre sostenibilidad y competitividad en la región. La merma, entendida como la fracción del producto que no cumple con los estándares de primera calidad para exportación, no se descarta de manera generalizada, sino que se redistribuye en un sistema estratificado de mercados según el grado de deficiencia que presente el fruto.

A partir de las entrevistas realizadas en la empacadora del Rancho Munguía, se identificó que el sistema de clasificación opera con tres niveles de calidad: calidad primera (destinada a exportación en categoría A), calidad segunda (exportación en categoría B o mercado nacional de alta demanda) y calidad tercera (mercado de abastos nacional). El operador Edgar explicó el funcionamiento de este sistema con precisión:

“Los compradores están pidiendo y exigiendo una calidad buena y esa es la que tú le vas a vender [...] calidad segunda, calidad tercera como te comenté ahorita [...] si él viene dispuesto a pagar una buena calidad pues se le va a dar la buena calidad, si te va a dar un jumbo, un small o en colores que dependan a dónde van a viajar también tiene que ver mucho” (E-3b, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta clasificación tripartita se corresponde con la estructura de mercado descrita por el agrónomo E-1c, quien distinguió entre mercado de alta calidad, mercado de mediana calidad y mercado de abasto, identificando el último como el destino de tomates con deficiencias visuales o físicas menores:

“Ese mercado en el cual se acepta mucha fruta que trae detalles a que le llamo yo detalles deficiencias problemas que no sea que no sea muy estético todo eso va a un mercado en los famosos mercados de abastos [...] hay unas seleccionadoras encargadas de clasificar los productos por su calidad y las venden más caras el mismo que te compró a ti en 10 pesos yo voy a vender a 20 pero voy a darle una pulidita” (E-1c, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Este sistema de aprovechamiento diferenciado del producto representa una práctica de reducción de pérdidas alineada con los objetivos de sostenibilidad planteados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), que promueve la disminución del desperdicio alimentario en toda la cadena de suministro. En el caso de San Quintín, la merma de primera calidad no se desecha, sino que se redirige hacia circuitos de comercialización alternativa, generando ingresos secundarios para los productores y reduciendo el impacto ambiental asociado a la disposición de residuos orgánicos.

El papel de la tecnología de clasificación basada en IA resulta determinante en la eficiencia de este proceso. Los sistemas automatizados de la empacadora permiten identificar con alta precisión los defectos del fruto, incluyendo magulladuras, manchas, deshidratación o inconsistencias cromáticas, y separar automáticamente el producto hacia los bancos correspondientes a cada categoría de calidad. Esta capacidad técnica reduce los errores de clasificación manual y disminuye el tiempo de procesamiento, lo que a su vez contribuye a preservar la frescura del producto y a extender su vida del estante.

Según los datos obtenidos en campo, el porcentaje de merma que no puede ser comercializado en ninguno de los tres niveles de calidad es mínimo, estimado en no más de cinco por ciento de la producción total. En casos extremos, cuando el producto ha alcanzado un grado de deterioro tal que lo hace no apto para consumo humano, se destina como alimento para ganado. Como señaló el operador de la empacadora:

“Cuando ya no el producto no tiene una venta, que se nos llega a caducar, que decimos este ya se caducó, prácticamente tenemos también en la agricultura y ganadería, entonces la ganadería se aprovecha, el producto también entra, no es el 100 por ciento, pero se maneja de una manera donde se reparte y el productor de agricultura que es el ganadero también aprovecha” (E-3b, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Este manejo final de residuos orgánicos en la cadena ganadera constituye una práctica de economía circular a pequeña escala, que evita el depósito de materia orgánica en rellenos sanitarios y genera un beneficio colateral en el sector pecuario local.

En cuanto a los impactos de las lluvias en la región, constituyen otro factor que incide directamente en los niveles de merma. Los ingenieros del Rancho Los Pinos reportaron que las precipitaciones asociadas a fenómenos climáticos extremos, aunque no alcanzan la intensidad de huracanes directos, tienen un efecto muy negativo cuando ocurren durante la temporada alta de producción:

“Nos llegan cuando tenemos la temporada alta y pues sí tiene un efecto negativo, se echa a perder una buena parte de la producción. Si iba a ser de primera calidad, a lo mejor ya va a ser segunda o va a ser nacional y eso obviamente cada que va bajando una categoría el precio es diferente, también es más bajo” (E-2a, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta observación evidencia que la calidad del producto y, por tanto, el nivel de merma recuperable, están condicionados no solo por las prácticas agronómicas sino también por factores climáticos externos que escapan al control del productor. El cambio climático amplifica esta vulnerabilidad, en particular en regiones como el Valle de San Quintín donde las condiciones de temperatura y humedad son determinantes para la incidencia de enfermedades fúngicas.

Desde una perspectiva económica, el manejo eficiente de la merma tiene implicaciones directas sobre la rentabilidad de los productores. El agrónomo E-1c destacó que los gastos operativos por caja se sitúan entre seis y siete dólares estadounidenses, lo que significa que el precio de venta mínimo viable para exportación debe superar ese umbral para garantizar la sostenibilidad

económica de la operación. En ese contexto, todo producto que puede ser recuperado para un mercado secundario, aunque sea a precios significativamente más bajos, contribuye a reducir las pérdidas y a mejorar la viabilidad financiera del ciclo productivo (E-1b, comunicación personal, febrero de 2026).

En relación con la infraestructura de la empacadora, la renovación tecnológica reciente en el Rancho Munguía es ilustrativa de cómo la inversión en equipamiento impacta positivamente en la reducción de la merma y en la eficiencia del proceso:

“En el año antepasado tuvimos una producción no tan eficiente porque no se había adquirido la máquina, no teníamos la eficiencia de correr nuestro producto en su momento [...] se instaló una máquina nueva, con eso la eficiencia del corte es mucho porque como lo cortas en su momento, lo traes, lo pones en la máquina y lo estás corriendo, automáticamente en menos de ocho horas el producto ya va a ir destino a la tienda” (E-3a, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

La reducción del tiempo entre cosecha y procesamiento es un factor crítico para disminuir la merma por deterioro y mantener la calidad del producto. En San Quintín, donde las temperaturas ambientales pueden ser elevadas durante los meses de verano y otoño, esta variable es especialmente relevante.

Cabe destacar también que el diseño de los cartones de empaque influye en la merma generada durante el transporte. Los productores señalaron que la calidad del cartón determina la protección física del fruto durante el tránsito hacia los mercados de destino:

“El cartón depende mucho también la compañía y la calidad, hay cartón bueno más o menos y malo, entonces también depende mucho el costo, una caja te puede venir valiendo hasta 300 pesos dependiendo si la calidad y el tamaño” (E-3b, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta observación refleja una tensión latente entre la reducción de costos operativos y la preservación de la calidad durante el transporte, tensión que es común en cadenas agroalimentarias orientadas a la exportación. La elección de empaques de menor calidad puede

generar ahorros en el corto plazo, pero incrementa el riesgo de mermas por daño mecánico durante el transporte, lo que puede derivar en rechazos o descuentos en el precio final.

Por tanto, el manejo de la calidad del tomate en el Valle de San Quintín exhibe un sistema complejo y articulado que combina tecnología de punta en la clasificación, buenas prácticas agronómicas en campo, y una estrategia comercial de recuperación del valor en múltiples niveles de mercado. Esta articulación responde tanto a las exigencias del mercado de exportación como a la necesidad de minimizar las pérdidas económicas y ambientales asociadas al desperdicio de alimentos. Los hallazgos son correspondientes con la evidencia de que la integración tecnológica y la gestión de la cadena de valor como factores clave para la competitividad sostenible en la horticultura mexicana de exportación.

4.4 Acceso a mercados y comercialización

El acceso a mercados constituye uno de los elementos determinantes de la sostenibilidad económica en los sistemas agrícolas orientados a la exportación. En el Valle de San Quintín, la comercialización del tomate opera dentro de una estructura dual que articula, por un lado, una cadena de exportación altamente exigente con destino al mercado estadounidense y, por el otro, un mercado nacional secundario que absorbe la producción que no cumple con los estándares de exportación. Esta dualidad no responde a una planificación deliberada de diversificación comercial, sino a una lógica de aprovechamiento integral del producto que maximiza el retorno económico para el productor.

Desde la perspectiva de los actores entrevistados, la comercialización del tomate en la región está fuertemente condicionada por las exigencias de los compradores estadounidenses, que actúan como el principal motor de las decisiones productivas y tecnológicas a lo largo de toda la cadena de valor. La certificación fitosanitaria, la inocuidad alimentaria, el calibre del fruto y las condiciones de empaque son definidas, en última instancia, por las especificaciones de los importadores y cadenas de distribución en Estados Unidos. Esta dependencia del mercado externo otorga a los productores de San Quintín una posición subordinada en la negociación de precios, pero al mismo tiempo los impulsa a adoptar estándares de calidad y sostenibilidad que difícilmente serían exigidos por el mercado nacional.

El Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), vigente desde 2020, introdujo modificaciones sustanciales en las reglas de origen y en los estándares sanitarios y fitosanitarios aplicables a las exportaciones agrícolas mexicanas. Dichas modificaciones han impulsado a los productores a fortalecer sus sistemas de control, sus programas de buenas prácticas agrícolas y su capacidad de documentación, en respuesta a las exigencias reforzadas del mercado de destino. En este contexto, el acceso a los mercados no puede comprenderse únicamente como un problema logístico o comercial, sino como un proceso condicionado por marcos regulatorios y por la capacidad institucional de los productores para cumplirlos.

Las siguientes subsecciones analizan, a partir de los testimonios de campo y de la bibliografía especializada, las particularidades del mercado nacional y los canales de distribución interna, así como las condiciones, rutas y actores del proceso de exportación al mercado estadounidense

4.4.1 Mercado nacional y canales de distribución

El mercado nacional representa una fracción minoritaria pero estratégicamente relevante de la producción de tomate del Valle de San Quintín. Según los actores entrevistados, la participación en este mercado no es el resultado de una estrategia comercial planeada, sino una consecuencia inevitable de la clasificación del producto en la empacadora: el tomate que no alcanza los estándares de primera calidad exigidos para la exportación es redirigido hacia circuitos de comercialización internos. Esta lógica de aprovechamiento diferenciado convierte al mercado nacional en un amortiguador económico que permite a los productores recuperar parte del valor de la producción que, de otra manera, representaría una pérdida directa. El agrónomo E-1a, asesor de la empresa Sagal en el Rancho Navarro, fue preciso al estimar la magnitud de esta participación:

“El 95 por ciento si es que me quedo corto, de la producción de aquí, de San Quintín, es para exportación. En el caso de tomates, col de bruselas, chiles, todo lo que se produce aquí va destinado para exportación [...]. Es muy poco lo que se destina para mercado nacional. Estaría hablando de un máximo de un 5 por ciento” (E-1a, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta estimación coincide con los datos reportados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), que indica que más de 90 por ciento de la producción de tomate del norte de México se destina a la exportación, siendo el mercado estadounidense el principal receptor. La pequeña fracción destinada al mercado nacional sigue rutas comerciales distintas a las de la exportación: el producto es enviado a mercados de abastos en ciudades como Guadalajara, Ciudad de México o Mexicali, donde intermediarios locales lo redistribuyen en función de su calidad y precio. E-1d describió con detalle la lógica de esta cadena de comercialización secundaria:

“En los famosos mercados de abastos, por ejemplo, en Guadalajara, hay un mercado de abastos, donde se concentra mucha producción de diferentes partes. De ahí se selecciona en el mismo mercado [...]. El mismo vendedor tiene ciertas seleccionadoras que seleccionan calidades y las da más caras. El mismo que te compró a ti en 10 pesos yo voy a vender a 20, pero voy a darle una pulidita, y lo demás no lo voy a tirar, lo voy a vender también como revendedor” (E-1d, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta descripción evidencia la existencia de una cadena de intermediación en el mercado nacional que extrae valor del producto en cada eslabón sin que el productor original participe de esos márgenes adicionales.

El mercado nacional también se estructura en categorías de calidad que determinan el precio de venta. Según los actores entrevistados, la clasificación del producto para mercado interno distingue entre calidad segunda (tomate con defectos leves, pero apto para consumo directo) y calidad tercera o de abasto (tomate con deficiencias estéticas más marcadas, destinado a mercados populares y tiendas de barrio). Esta segmentación interna del mercado nacional permite que el productor maximice el retorno de cada caja producida, independientemente de su calidad para exportación.

La operadora de la empacadora del Rancho Munguía explicó que el producto de menor calidad para exportación también tiene mercado en circuitos nacionales, e incluso en actividades pecuarias cuando ya no es apto para consumo humano:

“Se maneja un mercado mucho más bajo, puede ser un mercado de abastos mucho más abajo y más barato [...]. También hay un poquito de todo en ese mercado. Y al final de cuentas cuando el producto no tiene una venta, que se nos llega a caducar, parte de este se destina a la ganadería, entonces la ganadería lo aprovecha.” (E-3b, Rancho Munguía, comunicación personal, febrero de 2026).

Desde el punto de vista de la sostenibilidad alimentaria, esta práctica de aprovechamiento integral del producto es congruente con los objetivos establecidos en el Marco de Desarrollo Sostenible de la FAO, que promueve la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en toda la cadena productiva (FAO, 2019). Sin embargo, los ingresos obtenidos por la venta de tomate en el mercado nacional son considerablemente inferiores a los de exportación. Mientras que una caja de 25 libras de tomate de primera calidad puede alcanzar entre 14 y 20 dólares en el mercado estadounidense durante los meses de octubre y noviembre, el mismo producto derivado al mercado de abastos nacional puede venderse a 200 pesos mexicanos, equivalentes a aproximadamente 10 dólares al tipo de cambio de 2026. Esta diferencia representa una reducción significativa del ingreso por unidad producida, lo que refleja la disparidad en la rentabilidad obtenida según el destino de comercialización (E-1b, comunicación personal, febrero de 2026).

La situación del mercado nacional también está condicionada por la escasa infraestructura de distribución regional. A diferencia de la exportación, que cuenta con rutas logísticas consolidadas y con intermediarios especializados (brókers) que gestionan la colocación del producto en los puntos de venta en Estados Unidos, la distribución nacional carece de un sistema equivalente. Los productores de San Quintín que envían producto al mercado interno lo hacen, en general, a través de contactos comerciales informales o mediante la venta directa a intermediarios que llegan al empaque a recoger el producto sobrante.

El ingeniero E-2c, del Rancho Los Pinos, reportó que en los años recientes la proporción de producto destinado al mercado nacional había aumentado ligeramente respecto a ciclos anteriores, situándose en torno a 15 por ciento de la producción total del rancho:

“Tratamos de que sea 100 por ciento para la exportación, pero últimamente andamos en 85 por ciento de exportación y 15 por ciento de nacional.” (Ingeniero E-2c, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Este aumento relativo de la participación en el mercado nacional puede interpretarse como una señal de las mayores dificultades enfrentadas para cumplir con los estándares de exportación en los últimos ciclos, posiblemente relacionadas con el impacto de fenómenos climáticos adversos sobre la calidad del producto y con la creciente exigencia de los compradores estadounidenses. En cualquier caso, la orientación exportadora de los productores de San Quintín es estructural y no coyuntural, y el mercado nacional opera como un canal de contingencia más que como un destino estratégico.

En síntesis, el mercado nacional cumple una función de absorción de excedentes que contribuye a la sostenibilidad económica del sistema productivo, pero no representa un motor de crecimiento ni de mejora tecnológica para los productores. Su peso relativo en la estructura de ingresos es marginal, y su dinámica está determinada, en última instancia, por las exigencias del mercado de exportación que define qué fracción del producto será rechazada y, por tanto, disponible para la distribución interna.

4.4.2 Exportación al mercado estadounidense (Texas y California)

La exportación al mercado estadounidense constituye el eje articulador de toda la actividad económica del sector tomatero en el Valle de San Quintín. La proximidad geográfica de la región con California, apenas 300 kilómetros desde San Quintín hasta San Diego, y la disposición de infraestructura logística en el cruce fronterizo de Otay Mesa-Tijuana configuran una ventaja competitiva estructural que difícilmente podría ser replicada por otras zonas productoras del interior del país. El agrónomo E-1d sintetizó esta ventaja geográfica con claridad:

“La gran ventaja es que estamos a un paso de los gringos. Estamos a un paso del marketing de Estados Unidos. Estamos a 300 kilómetros. Culiacán, que es el centro hortícola del país, a Nogales, Sonora, son más de 1,200 kilómetros. Y todos los días, en temporada, ves un carro tras otro llevando tomates [...] Aquí en Baja es Chula Vista, nada más San Diego. Todo se

distribuye ahí. Y de ahí, hay cadenas de distribución que van al norte de California o más allá” (E-1d, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Desde el punto de distribución en San Diego y Chula Vista, el producto se incorpora a las redes de distribución mayorista que abastecen cadenas de supermercados en California, incluyendo el área metropolitana de Los Ángeles, el Valle Central y el norte del estado, y en Texas, donde las grandes cadenas de distribución como Walmart y Taylor Farms adquieren el producto a través de los brókers que operan desde el lado estadounidense de la frontera. El Rancho Los Pinos, por ejemplo, exporta su producción a través de su empresa filial Pinos Products, que actúa como bróker para venderle a esas cadenas en el mercado estadounidense (Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Este modelo de exportación a través de empresas filiales o brókers especializados es característico de las grandes agroindustrias hortícolas del norte de México. Permite al productor delegar la función comercial a actores con mayor conocimiento del mercado de destino, sus normas y sus redes de distribución, pero también implica una cesión del control sobre el precio de venta y las condiciones de negociación.

El proceso de exportación está regulado por un sistema de permisos anuales que el productor debe renovar ante las autoridades fitosanitarias mexicanas y estadounidenses. Cada cultivo y cada temporada requieren un trámite independiente, lo que genera una carga administrativa significativa para los productores, pero, al mismo tiempo, establece un mecanismo de control que garantiza el seguimiento y la calidad del producto exportado. El agrónomo E-1a describió este sistema de permisos con detalle:

“Cada año el productor tiene que solicitar el permiso exportador. Si este año el productor mandó su producción a Estados Unidos como exportador, para el próximo año tiene que volver a solicitar el permiso. No es permanente. Es año con año. Y cultivo por cultivo. Por ejemplo, si yo voy a exportar tomates, pero yo soy agricultor y también produzco pepino [...] cada uno de los cultivos tiene un permiso, con sus requisitos especiales” (E-1a, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

La norma central que regula el acceso del tomate mexicano al mercado estadounidense es la establecida por la U.S. Food and Drug Administration (FDA), que determina qué moléculas agroquímicas están autorizadas para ser usadas en cultivos destinados a la exportación, los límites máximos de residuos (LMR) permitidos, y los requisitos de inocuidad alimentaria que deben cumplir tanto el proceso productivo como el empaque. El incumplimiento de cualquiera de estos requisitos puede derivar en la cuarentena del embarque, la cancelación de la etiqueta de exportación y, en casos extremos, la revocación del permiso exportador.

La severidad de las consecuencias del incumplimiento fue ilustrada por el agrónomo E-1d con un ejemplo concreto:

“Imaginate una caja de tomates en el mes de octubre que anda en 20 dólares, una caja de tomates de 25 libras, y que cometes un error gravísimo de esta naturaleza, no vas a poder exportar. Vas a tener que venderlos a 200 pesos en Guadalajara. La misma caja. Eso te elimina. Te elimina y dejas de ser competitivo en cuestión de exportación. Y con riesgo de que pierdas tu permiso de exportador a Estados Unidos” (E-1d Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta descripción evidencia la asimetría de poder que caracteriza la relación comercial entre los productores mexicanos y los importadores estadounidenses. Las reglas del juego son establecidas unilateralmente por el país importador, y cualquier falla en el cumplimiento puede tener consecuencias devastadoras para la viabilidad económica del productor.

El sistema de precios en el mercado de exportación opera bajo la lógica de la oferta y la demanda estacional. Los precios son más elevados durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, cuando la producción de tomate en otras regiones de México y en los estados productores de Estados Unidos disminuye, y el Valle de San Quintín, gracias a su clima templado con medias de 20 a 22 grados centígrados, puede mantener su producción activa. E-1c explicó la dinámica de precios con precisión:

“Aquí en San Quintín, en esta área, en esta zona, los tomates en octubre y noviembre van de 14 hasta 20 dólares, sobre todo en el mes de noviembre. Porque no hay en ninguna otra parte más que aquí por el clima. La demanda siempre existe. Lo que pasa es que hay escasez, entonces

como el tomate o las hortalizas oscilan en precio basado en la oferta y la demanda, a menor cantidad, a mayor precio” (E-1c, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta ventana de precios altos en otoño-invierno es el principal incentivo económico que sostiene la orientación exportadora de los productores de San Quintín y justifica la elevada inversión en insumos, tecnología y cumplimiento normativo que requiere el proceso productivo. Frente a un costo operativo de entre seis y siete dólares por caja, un precio de venta de 14 a 20 dólares representa un margen bruto atractivo, aunque condicionado a que el producto cumpla los requisitos de calidad del comprador (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

Un elemento regulatorio adicional que condiciona el acceso al mercado estadounidense es la regla antidumping, conocida informalmente como el “*precio mínimo de exportación*”, que establece que el tomate mexicano no puede venderse en Estados Unidos por debajo de un precio de referencia, actualmente en torno a los siete dólares por caja, bajo pena de ser investigado por prácticas de competencia desleal. Esta disposición, enmarcada en el acuerdo de suspensión de la investigación antidumping sobre el tomate fresco de México renegociado en 2019 en el contexto del T-MEC, protege a los productores estadounidenses de la competencia de precio, pero también impone un piso de mercado que, paradójicamente, favorece la rentabilidad de los productores mexicanos que trabajan con precios bajos durante las temporadas de baja demanda (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

La protección del mercado interno estadounidense también se manifiesta en formas menos formales. El trabajador agrícola E-1b señaló que, en los meses en que la producción de fresas y otras hortalizas en California y otros estados del suroeste de Estados Unidos alcanza su pico, los productores de San Quintín experimentan caídas de precio que reflejan la competencia indirecta de la producción doméstica estadounidense, amparada por políticas de preferencia de consumo de productos nacionales:

“En febrero y marzo aquí los precios de los productores de fresa se bajan y los de Estados Unidos se mantienen. Es un proteccionismo desde lejos” (E-1b, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta observación señala que la competencia estacional entre la producción hortícola mexicana y la de los estados del suroeste de Estados Unidos, en particular California, Florida y Georgia, genera presiones de precio cíclicas que afectan desproporcionadamente a los productores mexicanos de exportación.

El proceso logístico de exportación desde San Quintín hacia California y Texas involucra varios actores y etapas. Una vez clasificado y empacado el producto en las empacadoras, los contenedores refrigerados son transportados por carretera hasta el cruce fronterizo de Otay Mesa, en Tijuana, donde pasan por los controles fitosanitarios de las autoridades mexicanas (SENASICA) y estadounidenses. Tras el cruce, el producto es distribuido desde los centros de acopio en Chula Vista y San Diego hacia los mercados de California y, mediante conexiones intermodales, hacia Texas y otros estados del este y centro del país.

El Rancho Los Pinos opera este proceso a través de su empresa filial Pinos Products, que coordina la relación comercial con los compradores finales en Estados Unidos. Los ingenieros entrevistados explicaron el funcionamiento de este modelo:

“Normalmente la empresa tiene una empresa filial que es de ellos, entonces prácticamente todo lo que exportan se va a Pinos Products, que es parte de la empresa. Y ellos son los que funcionan como brókers para venderle a otras empresas que tienen convenios con ellos. El mercado está de Taylor Farm, hay Walmart, hay todos, que ellos compran a Pinos Products” (E-2b, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Este modelo de integración vertical en el que el productor controla también la función de intermediación comercial en el mercado de destino a través de una empresa filial, otorga al Rancho Los Pinos una posición relativamente más favorable en la cadena de valor respecto a productores que dependen de brókers externos, ya que permite capturar el margen comercial de la intermediación y mantener un vínculo directo con los compradores finales. Según la literatura sobre gobernanza de cadenas de valor globales, este tipo de integración es característica de los exportadores de mayor tamaño y con mayor capacidad de inversión (Gereffi et al., 2005). Los autores destacan que la gobernanza depende de las complejidades de las transacciones, la posibilidad de codificarlas y las capacidades de los proveedores.

El uso de herramientas digitales para la gestión comercial y logística está en proceso de implementación en las empresas de la región. El Rancho Los Pinos reportó la adopción reciente de un sistema de gestión empresarial (ERP) denominado NetSuite, que permite integrar los datos de producción en campo, los volúmenes de cosecha y las proyecciones de oferta en tiempo real con la información de los compradores en Estados Unidos:

“Actualmente se implementó o la empresa implementó un programa que se llama NetSuite en la cual se va metiendo los datos, algunos son diarios, algunos son semanales y otros mensuales [...]. Con esto va el proveedor o el distribuidor va teniendo la información actual, él sabe cuánto se va a cosechar hoy o cuánto se cosechó ayer, cuánto hay en el empaque para que él se vaya dando una idea de cuánto le va a llegar” (E-2b, Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

La adopción de sistemas ERP en la agricultura de exportación representa un paso significativo hacia la digitalización de la cadena de valor agrícola, que permite una planificación más precisa, reduce los costos asociados a la sobreproducción o la insuficiencia de oferta, y mejora la comunicación con los compradores en el mercado de destino. Este tipo de transformación digital está documentado como uno de los factores que mejoran la competitividad de los exportadores agrícolas en mercados exigentes.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el acceso consolidado al mercado estadounidense genera incentivos para la adopción de prácticas agrícolas más rigurosas y documentadas, que a su vez contribuyen a la reducción del impacto ambiental del sistema productivo. Los programas de inocuidad exigidos por la FDA, como el FSMA (Food Safety Modernization Act), obligan a los productores a implementar sistemas de gestión de riesgos de contaminación, protocolos de higiene en el empaque y registros de control que abarcan desde el origen de los insumos hasta la entrega del producto al importador. El cumplimiento de estas normas no solo es un requisito de acceso al mercado, sino también un mecanismo que mejora las condiciones de trabajo y reduce la exposición de los trabajadores a riesgos sanitarios.

En términos de sostenibilidad económica, la exportación al mercado estadounidense representa para los productores de San Quintín la única fuente de ingresos capaz de justificar los elevados costos operativos del sistema productivo local. Como señaló el agrónomo E-1c, producir tomate

en San Quintín es “carísimo” debido a los costos de la desalación del agua, los insumos tecnológicos y la mano de obra, y solo la diferencia de precio entre el mercado de exportación y el mercado nacional hace viable la operación:

“Producir aquí no es barato. Es carísimo. La gran ventaja es que estamos a un paso de los gringos” (E-1c, Rancho Navarro, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta síntesis revela que la competitividad del sector tomatero de San Quintín en el mercado de exportación es, al mismo tiempo, su mayor fortaleza y su principal vulnerabilidad estructural. La dependencia de un único mercado de destino, el estadounidense, expone a los productores a riesgos de política comercial (aranceles, renegociación de acuerdos), de demanda (cambios en los patrones de consumo) y de regulación (endurecimiento de normas fitosanitarias) que escapan a su control y que podrían afectar de forma significativa la viabilidad económica del sistema productivo en el mediano y largo plazo.

La diversificación de mercados de exportación hacia Canadá, Japón o la Unión Europea es una estrategia que los actores entrevistados no mencionaron como una opción activamente explorada, lo que sugiere que la concentración en el mercado estadounidense es percibida como una condición estructural del sistema productivo regional más que como una decisión estratégica que podría ser modificada. Esta percepción refleja tanto la racionalidad económica de aprovechar la ventaja geográfica de la proximidad con California y Texas como la inercia institucional de un modelo exportador consolidado durante décadas.

En conclusión, el análisis del acceso a mercados y la comercialización del tomate en el Valle de San Quintín revela una estructura comercial dual, fuertemente orientada a la exportación hacia Estados Unidos, en la que el mercado nacional opera como un canal secundario de absorción de excedentes. La sostenibilidad económica del sistema depende de la capacidad de los productores para cumplir con los estándares regulatorios del mercado de destino, gestionar los costos operativos en un entorno de precios volátiles, y adaptarse a las transformaciones tecnológicas y normativas que condicionan el acceso al mercado. Los hallazgos son coherentes con el supuesto de la tesis: las prácticas de sostenibilidad agrícola, en particular la inversión en inocuidad, certificaciones y tecnología, que facilitan el acceso a los mercados al mejorar la calidad y la confiabilidad del tomate producido en la región.

4.5 Dimensión social territorial: migración, comunidad y organización laboral

El Valle de San Quintín constituye un territorio socialmente complejo cuya configuración actual es, en gran medida, el resultado de décadas de migración interna proveniente de los estados del sur de México. La dimensión socioterritorial de la sostenibilidad agrícola en esta región no puede analizarse de manera independiente de este proceso migratorio estructural, que ha configurado tanto la identidad de las comunidades locales como las condiciones de organización del trabajo agrícola y la relación de los jornaleros con el territorio.

Como señala Pacheco Escobar (2021), el Valle de San Quintín ha sido históricamente un destino de migración interna e internacional, con importantes flujos migratorios provenientes de estados del sur de México, particularmente Oaxaca, Guerrero, Veracruz y Chiapas, que han dado origen a comunidades indígenas con lenguas, tradiciones y formas organizativas propias. Esta presencia pluriétnica configura un escenario sociolaboral de alta complejidad, donde las relaciones de producción se entrelazan con dinámicas culturales y de identidad que inciden directamente en la organización del trabajo en los campos agrícolas.

4.5.1 Perfil sociodemográfico de trabajo jornalera

Los actores entrevistados coinciden en describir a la fuerza laboral agrícola del Valle de San Quintín como mayoritariamente migrante, con una composición multiétnica que incluye hablantes de mixteco, triqui y otras lenguas indígenas. El agrónomo del Rancho Navarro ofreció una narración detallada de los flujos migratorios históricos que dieron forma a la actual composición sociodemográfica del valle:

“El padre de familia se traía a sus hijos. Antes había mucha migración de los estados del sur, sobre todo de Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Chiapas, de esos estados del sureste. Llegaban hasta aquí, de Sinaloa se pasaban para acá y cuando se terminaba aquí se regresaban a Sinaloa, a los campos agrícolas del estado de Sinaloa. Era un vaivén” (E-1d, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta descripción ilustra el carácter pendular que históricamente tuvo la migración jornalera en la región, antes de que una parte de los trabajadores optara por asentarse de manera permanente en el valle. La sedentarización progresiva de los migrantes ha transformado la estructura

sociodemográfica de San Quintín, que pasó de ser un destino estacional a convertirse en un territorio de residencia permanente para miles de familias. Según el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), el municipio de Ensenada, que incluye el valle de San Quintín, registró una población total de 466,814 habitantes, con una presencia significativa de población hablante de lengua indígena, estimada en alrededor del 8 por ciento del total.

El factor determinante del proceso de asentamiento permanente, según el relato de los entrevistados, fue la disponibilidad de trabajo agrícola durante todo el año, posibilitada por las condiciones climáticas del valle. A diferencia de regiones como Sinaloa, donde el ciclo agrícola se interrumpe en los meses de mayor calor, el Valle de San Quintín ofrece condiciones térmicas que permiten la siembra continua, con temperaturas medias de entre 20 y 22 °C:

“Aquí hay trabajo todo el año. Se siembra todo el año. En Sinaloa empieza en septiembre y se termina en junio [...] La bendición de San Quintín es el clima” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

Este proceso de sedentarización ha generado colectividades que mantienen vínculos identitarios y económicos con sus comunidades de origen al tiempo que construyen nuevas identidades y formas de organización en el territorio de destino. En el Valle de San Quintín, esta doble pertenencia se expresa en la persistencia de prácticas culturales y lingüísticas indígenas dentro de las colonias de jornaleros, así como en el mantenimiento de redes de parentesco y reciprocidad que articulan a las familias con sus lugares de procedencia.

Desde el punto de vista demográfico, la fuerza de trabajo agrícola del valle se caracteriza por una composición etaria relativamente joven, con una presencia significativa de mujeres tanto en las labores de campo como en las empacadoras. Esta composición de género tiene implicaciones directas para el análisis de la sostenibilidad social, como se abordará en el apartado 4.5.3.

4.5.2 Salarios, prestaciones y transformaciones en las condiciones de vida

Las transformaciones en las condiciones de vida de los jornaleros del Valle de San Quintín constituyen uno de los temas más recurrentes en las entrevistas realizadas, y permiten establecer una comparación histórica entre la situación de hace dos décadas y la actualidad. Los actores

entrevistados coinciden en señalar que se han producido avances significativos, aunque también reconocen que persisten condiciones de vulnerabilidad estructural.

En materia salarial, el cambio más relevante ha sido el incremento del salario mínimo aplicable a la zona libre de la frontera norte, que actualmente es diferenciado y más elevado que el salario mínimo general vigente en el resto del país. La Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI, 2025) estableció para 2025 un salario mínimo de 374.89 pesos diarios para la zona libre de la frontera norte, frente a los 248.93 pesos diarios del salario mínimo general. Según los testimonios recabados, en la práctica los salarios en los principales ranchos exportadores del valle se ubican por encima de este mínimo, lo que refleja tanto la presión regulatoria de los auditores internacionales como la competencia por mano de obra en la región. El agrónomo del Rancho Navarro describió la transformación salarial de la siguiente manera:

“Como 4 o 5 veces aproximadamente es el valor real. Entendemos que las cosas han subido, pero para mencionar la dimensión de diferencia que existe hoy por hoy, sí han cambiado. Han cambiado mucho, mucho, mucho. Para bien” (E-1a, comunicación personal, febrero de 2026).

No obstante, la evaluación del poder adquisitivo real de los jornaleros requiere considerar el costo de vida en la región fronteriza, que es significativamente más elevado que el promedio nacional. Como lo reporta el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2022), la línea de pobreza por ingresos en zonas fronterizas del norte de México supera en promedio los valores aplicables del país, lo que condiciona el efecto real del incremento salarial sobre el bienestar de los hogares jornaleros.

En cuanto a las prestaciones laborales, los ingenieros del Rancho Los Pinos reportaron que los trabajadores de la empresa cuentan con acceso al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), vivienda digna proporcionada o subsidiada por la empresa, y acceso a guarderías y servicios de salud para sus familias:

“A la gente también la tienen que tener con cierto confort, que la gente esté conforme, con buen salario, vivienda digna, muchos servicios de apoyo, guarderías, escuelas, cuestiones de salud para los hijos de los trabajadores” (Ingenieros Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

De igual forma, el cumplimiento de estándares tiende a ser mayor en las grandes empresas exportadoras y más débil en los eslabones intermedios y pequeños de la cadena productiva, donde los trabajadores siguen enfrentando condiciones de mayor precariedad.

El paro laboral de 2015, protagonizado por miles de jornaleros del valle, marcó un punto de inflexión en la historia sociolaboral de la región. Ese movimiento, liderado principalmente por trabajadores de origen mixteco, logró visibilizar condiciones de explotación laboral, incluyendo salarios por debajo del mínimo legal, ausencia de seguridad social y viviendas precarias, y presionar a los grandes productores y a las autoridades a adoptar compromisos de mejora (López González, 2020). Los actores entrevistados en 2026 reconocen implícitamente el impacto de aquel movimiento, al describir las mejoras en las condiciones laborales como algo que se fue ganando con el tiempo y no como un proceso espontáneo de las empresas.

En términos de vivienda, el agrónomo del Rancho Navarro planteó que la provisión de alojamiento para los trabajadores es resultado de un esfuerzo conjunto entre el Estado y los productores, en el marco de programas de infraestructura rural promovidos por el gobierno de Baja California. Esta modalidad de cofinanciamiento, en la que la responsabilidad social de los actores productivos se complementa con la intervención pública, busca garantizar condiciones de vida dignas para los trabajadores rurales mediante la construcción y mejoramiento de viviendas, así como el acceso a servicios básicos.

4.5.3 Género y participación de la mujer en la cadena productiva

La participación de las mujeres en la cadena productiva del tomate en el Valle de San Quintín representa una dimensión central de la sostenibilidad social del territorio, aunque su visibilidad en los discursos de los actores entrevistados resultó relativamente acotada. Las referencias directas a la situación laboral de las trabajadoras aparecieron principalmente en el contexto de la existencia de guarderías como condición que permite a las madres cumplir con sus actividades productivas sin tener que llevar a sus hijos al campo.

Desde esta perspectiva, la participación laboral femenina, si bien se reconoce su importancia productiva, se enmarca en la lógica del cuidado familiar como condición de posibilidad del trabajo de la mujer, más que en términos de derechos laborales autónomos o de participación

equitativa. En este escenario, las mujeres jornaleras enfrentan una doble carga: la laboral en el campo o la empacadora, y la doméstica y de cuidado en el hogar.

En el contexto de las empacadoras, la presencia femenina es especialmente significativa. Las tareas de selección, clasificación y empaque del tomate han sido históricamente desempeñadas en mayor proporción por mujeres, aunque la introducción de sistemas automatizados de clasificación con inteligencia artificial (IA) está modificando esta composición. El operador de la empacadora del Rancho Munguía describió que la nueva maquinaria reduce el número de operadores necesarios y modifica los perfiles de habilidad requeridos:

“Si metías 100 gentes para correr un producto de dos horas, ahorita puedes meter 25 gentes donde la máquina te está facilitando el producto” (E-3a, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta reducción de la fuerza laboral en las empacadoras tiene implicaciones diferenciales para las mujeres, quienes representan una proporción mayoritaria de los trabajadores desplazados. La automatización en los procesos agroindustriales tiende a reproducir las desigualdades de género preexistentes cuando no va acompañada de políticas activas de reconversión laboral y formación de capacidades para las trabajadoras desplazadas.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad social, la plena incorporación de la perspectiva de género en los sistemas de producción y en las cadenas de valor agroalimentarias es reconocida como un factor de competitividad y resiliencia. En el Valle de San Quintín, avanzar hacia condiciones de mayor equidad de género en el trabajo agrícola constituye tanto un requisito ético como una oportunidad estratégica para la sostenibilidad del modelo productivo.

La incorporación de la perspectiva de género en las auditorías de sostenibilidad exigidas por los mercados exportadores representa una tendencia creciente que está comenzando a incidir en las prácticas de las empresas del valle. Certificaciones como la SMETA y la GlobalG.A.P. incluyen criterios específicos sobre no discriminación y equidad de género en el empleo, lo que proporciona un marco normativo externo que puede impulsar avances en este ámbito cuando los incentivos internos son insuficientes.

4.6 Retos y limitaciones identificadas por los actores

El análisis de las entrevistas realizadas permite identificar un conjunto de retos y limitaciones que los propios actores productivos reconocen como los principales obstáculos para la consolidación de un modelo agrícola verdaderamente sostenible en el Valle de San Quintín. Estos retos operan en las tres dimensiones de la sostenibilidad y se retroalimentan entre sí, configurando un escenario de vulnerabilidad multidimensional que requiere respuestas articuladas desde los ámbitos productivo, institucional y de política pública.

4.6.1 El agua como limitante estructural

El reto más urgente e irresoluto identificado por todos los actores entrevistados es la escasez de agua. El Valle de San Quintín carece de ríos o cuerpos de agua superficiales permanentes, y la explotación de los acuíferos subterráneos ha alcanzado niveles que comprometen la disponibilidad a mediano y largo plazo. Frente a esta situación, los productores han recurrido crecientemente a plantas desaladoras como fuente de agua para el riego, con un costo operativo de entre 16 y 18 pesos por metro cúbico según los datos proporcionados por los ingenieros del Rancho Los Pinos:

“La limitante que nosotros tenemos es el agua, puesto que toda el agua que se utiliza para la producción tiene que pasar por la desaladora. Cada metro cúbico de agua nos viene costando alrededor de 16 pesos, 18 pesos” (Ingenieros Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Este costo del agua desalada, significativamente más elevado que el de fuentes convencionales, eleva los costos de producción y reduce los márgenes de rentabilidad, especialmente para los productores de menor escala. Al mismo tiempo, impone una presión permanente hacia la eficiencia en el uso del recurso hídrico, que ha motivado la adopción generalizada del riego por goteo y el desarrollo de proyectos piloto de recirculación del agua de drenaje en las instalaciones de hidroponía.

Esta situación coincide con lo que señala la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2021), que clasifica el acuífero del Valle de San Quintín como sobreexplotado desde 2009, con una extracción que supera la recarga natural en más del doble. La dependencia de las plantas

desaladoras como alternativa estructural al agotamiento del acuífero representa un modelo de adaptación costoso y con importantes implicaciones ambientales, dado que el proceso de desalación consume grandes cantidades de energía y genera salmuera que debe ser dispuesta de manera adecuada para evitar daños al ecosistema costero.

4.6.2 Volatilidad climática y vulnerabilidad productiva

El cambio climático emerge como un factor de riesgo creciente para la producción de tomate en el valle. Los ingenieros del Rancho Los Pinos describieron el impacto de las precipitaciones asociadas a fenómenos climáticos extremos sobre los ciclos productivos:

“Dos años seguidos empezaron a pegar, no nos pegan directo los huracanes, pero sí nos pegan las lluvias y eso, que nos pegan cuando tenemos toda la producción y tiene un efecto muy negativo” (Ingenieros Rancho Los Pinos, comunicación personal, marzo de 2026).

Esta vulnerabilidad climática incide directamente en la calidad del producto: un tomate que sufre exceso de humedad durante la cosecha pierde calidad de exportación y debe ser destinado al mercado nacional o doméstico, con precios sustancialmente inferiores. Como señala el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022), las regiones agrícolas de zonas semiáridas del norte de México enfrentan proyecciones de mayor variabilidad en las precipitaciones y eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos, lo que incrementa la exposición de los sistemas productivos a pérdidas inesperadas.

4.6.3 Asimetrías tecnológicas y acceso diferenciado a la innovación

Un reto adicional identificado en las entrevistas es la brecha tecnológica entre las grandes empresas exportadoras, que han podido invertir en sistemas automatizados de clasificación, hidroponía y tecnologías de precisión, y los productores más pequeños, que mantienen sistemas de producción convencionales con menor eficiencia y mayores riesgos fitosanitarios. El operador de la empacadora del Rancho Munguía ilustró cómo la incorporación de una máquina clasificadora con sistema de inteligencia artificial ha transformado radicalmente la capacidad operativa de su empresa:

“La facilidad de la plataforma, que puedes contar 10 000, 20 000 tomates, sin falla en alguna, solamente que tú le robes un tomate a la máquina antes de contarlo” (Edgar, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta diferenciación tecnológica reproduce lo que Reygadas (2002) denomina la paradoja de la modernización agrícola: el acceso desigual a las innovaciones tecnológicas tiende a concentrar los beneficios de la productividad en las empresas más capitalizadas, ampliando las brechas de competitividad dentro del sector y generando procesos de exclusión para los actores más pequeños. En el contexto del Valle de San Quintín, esta dinámica se superpone con las asimetrías históricas entre las grandes empresas agrícolas de capital transnacional y los pequeños productores locales, configurando un escenario de creciente polarización.

4.6.4 Dependencia regulatoria de los mercados externos

Otro reto identificado de manera transversal en las entrevistas es la dependencia regulatoria respecto a los estándares y exigencias del mercado estadounidense. Más del 85 por ciento de la producción de los ranchos visitados está destinada a la exportación, y las normas de la FDA, la EPA y los requerimientos de los grandes distribuidores como Walmart, Taylor Farms y otros establecen los parámetros de calidad, inocuidad y sostenibilidad que los productores deben cumplir. El agrónomo del Rancho Navarro describió las consecuencias de no cumplir con estas normas:

“De no cumplirlas, no se puede exportar. Si te equivocas, no exportas. Y te cancelan la producción. Para el próximo año tiene que volver a solicitar el permiso” (E-1b, comunicación personal, febrero de 2026).

Esta dependencia regulatoria tiene un efecto ambivalente: por un lado, actúa como motor de adopción de buenas prácticas agrícolas y de sostenibilidad al imponer estándares que los productores probablemente no adoptarían de manera voluntaria. Por otro lado, se genera una asimetría de poder en la cadena de valor que deja a los productores mexicanos en una posición subordinada respecto a los grandes compradores y distribuidores estadounidenses. Esto otorga a los actores de la distribución final un poder de gobernanza que puede ser utilizado tanto para

impulsar mejoras en las prácticas sostenibles como para extraer valor de los eslabones productivos más débiles.

En conjunto, los retos y limitaciones identificados por los actores configuran un cuadro de sostenibilidad frágil, donde los avances en prácticas ambientales y sociales están condicionados en gran medida por las exigencias del mercado exportador y la disponibilidad de recursos financieros para la inversión tecnológica, más que por un compromiso genuino y autónomo con el desarrollo sostenible del territorio. Esta fragilidad es característica de los modelos de agricultura intensiva de exportación, que tienden a priorizar la sostenibilidad económica a corto plazo sobre la sostenibilidad social y ambiental a largo plazo.

4.7 Discusión y hallazgos

El presente apartado integra los hallazgos obtenidos a partir del análisis de las entrevistas realizadas con actores clave del sistema productivo del Valle de San Quintín como productores, ingenieros agrónomos, responsables de emparadoras, contrastándolos con el marco teórico expuesto en el capítulo I y el contexto territorial desarrollado en el capítulo II. La discusión se organiza en torno a las tres dimensiones de la sostenibilidad agrícola: ambiental, económica y social, y sus efectos sobre el volumen y la calidad del tomate, que constituyen el eje central del supuesto analítico de la investigación.

4.7.1 Dimensión ambiental: eficiencia hídrica, manejo de suelo y reducción de agroquímicos

Uno de los hallazgos más contundentes de la investigación es el papel central que ocupa la gestión del agua en la viabilidad productiva del Valle de San Quintín. Las entrevistas realizadas en los Ranchos Los Pinos, Navarro y Munguía coinciden en señalar que la disponibilidad de agua, mediada por plantas desaladoras, representa la principal condición estructural que habilita o limita la producción. El ingeniero entrevistado en Rancho Los Pinos afirmó con precisión:

“Cada metro cúbico de agua nos viene costando alrededor de 16, 18 pesos. Entonces por eso necesitamos eficientizar 100 por ciento el recurso que viene siendo el agua” (E-2c, Rancho Los Pinos, marzo de 2026).

Como consecuencia, la escasez hídrica en regiones semiáridas como el norte de México exige la transición hacia sistemas de riego de alta precisión que maximicen el rendimiento por unidad de agua utilizada. El sistema de riego por goteo implementado en los ranchos estudiados, con consumos de 25 litros por kilogramo de tomate producido, ilustra un avance concreto en esta dirección, aunque también pone en evidencia la dependencia estructural del sector respecto a una infraestructura tecnológica costosa y concentrada en grandes unidades de producción.

El entrevistado del Rancho Navarro, agrónomo con décadas de experiencia en la región, describió con nitidez la evolución de la calidad del agua subterránea: *“el agua de 800 partes por millón que teníamos en los pozos en aquellos años, hoy llega a 7000 partes por millón”* (Entrevista, Rancho Navarro, febrero de 2026).

Esta degradación progresiva confirma el patrón descrito por Meraz (2023) sobre la sobreexplotación acuífera en el valle y apunta a una vulnerabilidad de largo plazo que requiere políticas públicas de gestión integrada del recurso hídrico.

En relación con el manejo del suelo, los hallazgos indican una transición gradual desde la agricultura en suelo abierto hacia sistemas hidropónicos en sustrato, lo que ha permitido eliminar problemas como la sobreexplotación del suelo, la incidencia de patógenos endémicos y el uso del bromuro de metilo, prohibido a partir del Protocolo de Montreal (WCED, 1987).

El agrónomo entrevistado en Rancho Los Pinos explicó que la adopción de plántulas injertadas, introducida a partir de 2012 mediante proyectos de la ONU, permitió sustituir la fumigación masiva con bromuro por estrategias de resistencia genética: *“el portainjerto es un material silvestre que va a tener todas esas características de algo nativo, sus resistencias”* (Entrevista, Rancho Los Pinos, marzo de 2026). Este hallazgo señala que el injerto en solanáceas reduce significativamente la dependencia de biocidas y mejora la tolerancia a condiciones edáficas adversas.

Respecto al uso de agroquímicos, los actores entrevistados coinciden en señalar una reducción progresiva del impacto ambiental gracias a la adopción de productos de bajo impacto, el control biológico de plagas y el cumplimiento de los listados de la EPA (Environmental Protection

Agency) de Estados Unidos, requisito indispensable para la exportación. Como señaló el responsable técnico del Rancho Los Pinos:

“hay un listado de la EPA, de productos autorizados, el cual no se puede salir” (Entrevista, Rancho Los Pinos, marzo de 2026).

Este hallazgo confirma que la integración a los mercados internacionales funciona como dispositivo regulador indirecto de las prácticas ambientales, en línea con los análisis sobre cómo los estándares de inocuidad y calidad impuestos por supermercados y compradores generan cambios en las prácticas productivas de los agricultores de países en desarrollo.

Asimismo, los proyectos piloto de recirculación de agua de riego documentados en los ranchos estudiados representan un paso hacia la economía circular en la producción hortícola, recuperando entre 20 y 30 por ciento del agua de drenaje para su reutilización. Si bien aún se encuentran en fase experimental, reflejan una tendencia positiva coherente con los principios de la agricultura de precisión y la gestión integrada de insumos (Pretty, 2008).

4.7.2 Dimensión económica: innovación tecnológica, rendimiento y acceso a mercados

La dimensión económica constituye el eje articulador de los cambios observados en el sistema productivo del Valle de San Quintín. Los hallazgos de las entrevistas revelan una transformación estructural en los rendimientos por hectárea: mientras que en campo abierto se obtenían entre 4 500 y 6 000 cajas por hectárea en los años noventa, el sistema de cultivo protegido como malla sombra e invernaderos permite hoy alcanzar promedios de 14 000 a 16 000 cajas por hectárea en ciclos largos, con casos de hasta 22 000 cajas por hectárea en condiciones óptimas (Entrevista, Rancho Los Pinos, marzo de 2026; Entrevista, Rancho Navarro, febrero de 2026). Este aumento superior al ciento por ciento en la productividad responde directamente a la combinación de variedades mejoradas, sistemas hidropónicos, injertos y monitoreo digital integrado.

Este hallazgo se alinea con la evidencia de que la adopción de invernaderos y sistemas hidropónicos en el norte de México ha incrementado los rendimientos por unidad de superficie al tiempo que reduce la variabilidad climática como factor de riesgo productivo. Sin embargo, los actores también advierten que este incremento en la productividad no se distribuye de manera

equitativa, dado que el acceso a la tecnología como plantas desaladoras, sistemas de fertirrigación y plataformas digitales de gestión, está concentrado en empresas con capital suficiente para amortizar inversiones superiores a los 600 000 dólares, como mencionó el agrónomo entrevistado en Rancho Navarro al referirse al costo de las primeras desaladoras (Entrevista, Rancho Navarro, febrero de 2026).

En el ámbito de la comercialización, los hallazgos confirman que el mercado de exportación a Estados Unidos absorbe entre 85 y 100 por ciento de la producción de los ranchos estudiados, con destinos como Taylor Farm, Walmart y cadenas de distribución que operan desde California, Oregon y Texas. La empresa Pinos Products funciona como bróker intermediario que centraliza la comercialización y mantiene los vínculos con los compradores finales (Entrevista, Rancho Los Pinos, 11 de febrero de 2026). Esta integración sitúa a las empresas en cadenas globales de valor agroalimentarias, en las que los compradores transnacionales definen los estándares de calidad, inocuidad y sostenibilidad que los productores deben cumplir para mantener acceso al mercado.

Un hallazgo relevante en la dimensión económica es la dinámica de precios en el mercado de exportación. El entrevistado del Rancho Navarro describió la lógica de rentabilidad con claridad: *“el 80 por ciento de tu producción es para pagar los embarques, producción[...] Si tienes buena suerte, el 20 es para ti”* (Entrevista, Rancho Navarro, febrero de 2026). El gasto operativo por caja oscila entre 6.50 y 7 dólares, mientras que los precios de venta varían entre 8 y 20 dólares según la temporada y la oferta en el mercado de California. Esta volatilidad de precios implica que la rentabilidad depende tanto de la eficiencia productiva interna como de la gestión estratégica del momento de cosecha y comercialización.



CONCLUSIONES

La presente investigación analizó la relación entre las prácticas de sostenibilidad agrícola y su impacto sobre el volumen y la calidad de la producción de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California, durante el período 2020-2026. A través de un enfoque cualitativo de carácter exploratorio-descriptivo, que integró entrevistas semiestructuradas con actores clave, observación directa en campo y revisión documental en tres unidades productivas (Rancho Navarro, Rancho Los Pinos y Rancho Munguía), fue posible identificar patrones, tensiones y contradicciones que configuran la sostenibilidad agrícola en este importante enclave agroexportador del norte mexicano. Los resultados obtenidos evidencian que la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín se manifiesta de manera diferenciada en las tres dimensiones analizadas.

En la dimensión ambiental, la investigación documenta una transición progresiva hacia sistemas de producción de menor impacto ecológico. La gestión del agua, cada vez más escasa y cargada de sales, constituye una limitación estructural crítica del sistema productivo regional. La salinización creciente de los acuíferos subterráneos, cuyos niveles de sodio han aumentado de 800 a 7 000 partes por millón en las últimas décadas, ha transformado la desalinización como un proceso y una condición indispensable para sostener la producción agrícola. Las plantas desaladoras operan las 24 horas del día, con costos aproximados entre 16 y 18 pesos mexicanos por metro cúbico de agua, lo que ha impulsado la adopción del riego por goteo, como sistema de eficiencia hídrica, reduciendo el consumo a 25 litros por kilogramo de tomate producido.

Por otra parte, la adopción de plántulas injertadas introducidas a partir de proyectos de la ONU en 2012, ha permitido sustituir el bromuro de metilo y reducir el uso de fungicidas de alta toxicidad. La incorporación de control biológico de plagas, manejo integrado y proyectos piloto de recirculación de agua de riego apuntan hacia una gestión más circular de los insumos productivos. Sin embargo, la escasez hídrica de la región agravada además por las proyecciones del cambio climático para el norte de México (IPCC, 2022), representa una vulnerabilidad a largo plazo que no puede solucionarse únicamente con tecnología.

En la dimensión económica, los hallazgos revelan una transformación estructural en la productividad del cultivo de 4 500-6 000 cajas por hectárea en campo abierto durante los años

noventa, a 14 000-16 000 cajas por hectárea en sistemas de cultivo protegido en la actualidad. Este incremento superior al cien por ciento en la misma unidad de superficie, surge como consecuencia directa de la adopción de variedades mejoradas de alto rendimiento, sistemas hidropónicos en sustrato, tecnología de fertirrigación controlada y monitoreo digital en tiempo real mediante plataformas como NetSuite.

Puede señalarse que los rendimientos agrícolas observados reflejan las diferencias entre sistemas de cultivo: la malla sombra y el macrotúnel registran entre 160 y 260 toneladas por hectárea, mientras que el invernadero puede alcanzar entre 250 y 350 toneladas por hectárea en condiciones adecuadas (AMHPAC, 2024). Asimismo, la adopción de sistemas de clasificación con inteligencia artificial en las empacadoras, con tasas de precisión reportadas de 90 y 100 por ciento, permite clasificar el producto por color, condición fitosanitaria en tiempo real, reduciendo los tiempos de procesamiento y la merma postcosecha, lo que ha reforzado la calidad y el control del producto, reduciendo el margen de error humano y acelerando el ciclo entre cosecha y distribución. La obtención de certificaciones fitosanitarias (GlobalG.A.P, USDA Organic, Primus GFS) exigidas por el mercado estadounidense, opera como un mecanismo de acceso diferenciado que favorece a las grandes empresas exportadoras con mayor capacidad de inversión.

En la dimensión social, la investigación documenta mejoras significativas en las condiciones de trabajo agrícola, evidenciando la erradicación del trabajo infantil, antes normalizado como práctica tolerada, el incremento sustancial del salario mínimo regional, la consolidación de guarderías, escuelas y servicios de salud dentro de los campos agrícolas, y el cumplimiento verificado de las obligaciones de seguridad social ante el IMSS.

A su vez, estos avances impulsados por la combinación de las normas gubernamentales y los estándares exigidos por los compradores internacionales, representan una mejora significativa en las condiciones de vida de la fuerza de trabajo jornalera. No obstante, aún persisten vulnerabilidades vinculadas a la migración como fuente de mano de obra y a la dependencia de los ciclos del mercado externo que condiciona el destino productivo. La participación de la mujer en la cadena productiva se concentra más en las actividades de empaque y selección, con escasa presencia femenina en posiciones de toma de decisiones administrativas o técnicas, lo que señala una brecha de género que no ha sido abordada de forma integral.

La pregunta central de esta investigación planteó: ¿De qué manera las prácticas de sostenibilidad agrícola, en sus dimensiones económica, social y ambiental, influyen en el volumen y la calidad de la producción de tomate, y con ello la competitividad de las unidades productivas en el Valle de San Quintín? Los hallazgos demuestran que la adopción sistemática de prácticas sostenibles en las dimensiones ambiental, económica y social eleva la calidad y el volumen del producto, fortaleciendo la posición de las empresas productoras en los mercados de exportación.

Esta relación no ocurre de manera simple ni inmediata, sino que se encuentra condicionada por el tamaño de las empresas, la posibilidad de acceder a créditos, la escasez de agua, las exigencias regulatorias del mercado internacional y la forma en que se organiza el trabajo dentro de cada unidad productiva. Por tanto, este resultado confirma el supuesto de investigación planteada al inicio del estudio.

A partir de las evidencias recopiladas, se identifica que las prácticas de sostenibilidad agrícola influyen en el volumen y la calidad de la producción de tomate en Valle de San Quintín, condicionada por las capacidades de inversión, el acceso a recursos y el contexto territorial de cada unidad productiva.

Entre los hallazgos más significativos destaca que la sostenibilidad agrícola observada en el Valle de San Quintín está mediada en gran parte por la integración a los mercados de exportación. Los estándares de calidad, inocuidad y uso de agroquímicos impuestos por la FDA y la EPA de Estados Unidos actúan como mecanismos de regulación indirecta que impulsan la adopción de prácticas más sostenibles entre los productores orientados a la exportación.

La sostenibilidad no emerge principalmente de una conciencia ambiental endógena o de políticas públicas mexicanas, sino de la presión regulatoria de los mercados de destino. Si bien esto ha generado avances concretos, también expone al sector a una vulnerabilidad estructural, debido a que cualquier cambio en los criterios de los compradores estadounidenses o en los acuerdos comerciales vigentes puede transformar de manera significativa los incentivos hacia la sostenibilidad agrícola.

El objetivo general, por su parte, analizar los factores asociados a las prácticas de sostenibilidad agrícola que influyen en la competitividad y el acceso a los mercados de las empresas

productoras de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California, durante el periodo 2020-2026, fue alcanzado a través de la caracterización empírica de las prácticas de sostenibilidad agrícola en las tres dimensiones definidas en el marco teórico y el análisis de la relación entre el fenómeno estudiado y los indicadores de competitividad productiva y el acceso a mercados.

En cuanto a los objetivos específicos, el primero, identificar las principales prácticas de sostenibilidad agrícola en sus dimensiones económica, social y ambiental, se cumplió mediante la realización de entrevistas semiestructuradas, observación directa en campo y registro fotográfico. El segundo, analizar cómo dichas prácticas influyen en el volumen y la calidad del tomate, se alcanzó a través de la triangulación de los testimonios de los actores clave con la información de rendimiento por sistemas de cultivo. El último objetivo, examinar la relación entre prácticas de sostenibilidad y acceso a mercados, se logró mediante el análisis de los mecanismos de certificación fitosanitaria y la caracterización de las capacidades tecnológicas entre las distintas unidades de producción.

En términos teóricos, el caso del Valle de San Quintín muestra que la sostenibilidad agrícola no puede entenderse como un conjunto de técnicas que se repiten de forma automática, sino como un proceso de desigualdades territoriales, en el que cada práctica adquiere un sentido propio tanto en las posibilidades como en los límites de su implementación. La evidencia de esta tesis muestra que el acceso al agua, la capacidad de inversión y la relación con los mercados determinan quienes pueden sostenerla y en qué hasta dónde. Este resultado se relaciona con lo señalado por Reygadas (2002), al mostrar cómo la globalización productiva incrementa las desigualdades, y con la perspectiva de Manzanal (2014) quien nos recuerda que el desarrollo territorial depende de las relaciones de poder que definen el acceso a los recursos.

Los hallazgos de este estudio contribuyen al debate teórico sobre sostenibilidad agrícola en territorios especializados en la actividad exportadora, considerados desde diversas perspectivas. En primer lugar, se confirma la relevancia del enfoque de sostenibilidad agrícola en tres dimensiones (económico, social y ambiental) planteado por el informe de Brundtland (WCED, 1987) y desarrollado posteriormente por autores como Pretty (2008) y Altieri (1995), ya que estas se manifiestan de forma entrelazada y se sostienen mutuamente.

En segundo lugar, los resultados apoyan el argumento de Pretty (2008) sobre la sostenibilidad observada en sistemas de agricultura intensiva de exportación se logra a través de adaptaciones tecnológicas, más que el resultado de una transformación agroecológica. Las prácticas sostenibles identificadas surgen principalmente de las exigencias de los mercados externos, lo que refleja la distinción que hace Bernstein (2000) entre una sostenibilidad instrumental, adoptada para satisfacer requisitos comerciales, y una sostenibilidad estructural que implica reorganizar los modelos productivos en torno al territorio y sus comunidades

En tercer lugar, la investigación aporta evidencia empírica al debate sobre la relación entre las prácticas de sostenibilidad agrícola y su impacto en el volumen de producción y la calidad del tomate en el Valle de San Quintín en contextos agroexportadores fronterizos. Asimismo, se demuestra que esta relación se encuentra atravesada por desigualdades tecnológicas, barreras en el acceso a financiamiento y dinámicas de mercado que reproducen efectos sociales. Las evidencias matizan la visión optimista de Porter y Kramer (2011) sobre el valor compartido y coinciden con las advertencias de Reygadas (2002) en que la innovación tecnológica en la agricultura no siempre reduce desigualdades, a veces las reproduce.

Por último, desde la perspectiva territorial del desarrollo regional, el estudio aporta a los debates de la línea de investigación sobre transformaciones socioterritoriales: organización productiva, trabajo e innovación de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colegio de la Frontera Norte, mostrando cómo la sostenibilidad agrícola del Valle de San Quintín no puede comprenderse sin considerar la historia del territorio, la estructura migratoria de la fuerza laboral y las relaciones entre actores productivos de diferentes escalas (Manzanal, 2014).

Los resultados de este estudio permiten formular recomendaciones concretas orientadas a los distintos actores del sistema productivo del Valle de San Quintín. Se recomienda a los productores la cooperación entre pequeñas y medianas unidades productivas para facilitar el acceso colectivo a infraestructura de desalinización tecnológica de empaque y certificaciones fitosanitarias. De igual forma, avanzar hacia modelos de hidropónica en sustrato que disminuyan la dependencia del suelo y del agua de pozos. Además, fomentar e implementar programas de capacitación para trabajadores, incorporando la igualdad de género y formación en prácticas de inocuidad.

Se sugiere a las autoridades municipales y estatales que elaboren instrumentos de política pública que promuevan la gestión integral del agua en el valle. Paralelamente, implementar estrategias de apoyo financiero y técnico que fortalezcan las pequeñas y medianas unidades productivas. Asimismo, la creación de un observatorio territorial de sostenibilidad agrícola permitirá contar con información sobre la eficiencia en el uso de agua, condiciones laborales, así como también la calidad de los productos y las oportunidades en el mercado.

Para avanzar hacia un modelo de desarrollo agrícola más justo y sostenible, se propone a organismos sectoriales y federales (SADER, SENASICA, CONAGUA) potenciar la agricultura protegida al integrar la dimensión social en sus programas de apoyo que reconozca el valor de los productores más vulnerables. Es fundamental que pequeñas y medianas empresas cuenten con certificaciones asequibles y adaptadas a su realidad. De igual forma, se plantea la necesidad de promover acuerdos con agencias como la FDA y la EPA, que permitan armonizar los estándares de inocuidad, asegurando una sostenibilidad agrícola más integral.

La investigación reconoce la existencia de limitaciones metodológicas que influyen en el alcance de los resultados obtenidos. El estudio se realizó en tres unidades productivas de mediano y gran tamaño, enfocadas en la exportación, lo que limita la posibilidad de generalizar los hallazgos de manera directa a todo el sector agrícola. Si bien el enfoque cualitativo resultó el más adecuado para los objetivos, este no permite medir de forma estadísticamente verificable el impacto de las prácticas de sostenibilidad agrícola. La recopilación de la información se realizó en una fase específica del ciclo productivo (febrero-marzo de 2026), lo que implica que ciertos procesos de otras etapas pudieron no haber sido capturados. Asimismo, algunos temas sensibles fueron tratados de manera general por los informantes, y el periodo 2020-2026 estuvo marcado por transformaciones. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse como capturas momentáneas de un proceso en movimiento.

Los resultados obtenidos no cierran el camino, sino que abren nuevas preguntas que se perfilan para futuras investigaciones. Entre ellas, resulta relevante avanzar en estudios comparativos con otras regiones agrícolas de exportación e incorporar diseños mixtos que integren indicadores cuantitativos. De igual forma, se vuelve necesario explorar el impacto del cambio climático en el valle y examinar los efectos de la automatización en el empleo agrícola. De manera integral,

estas líneas constituyen un escenario enriquecedor para profundizar en la comprensión de las dinámicas de transformación que atraviesa la agricultura en la región.

Finalmente, la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín se entiende como una realidad social compleja marcada por tensiones. Entre ellas se integran las exigencias del mercado internacional frente a las necesidades locales, la incorporación tecnológica frente a la vulnerabilidad de los trabajadores migrantes, así como también la búsqueda de eficiencia productiva a corto plazo. El aporte central de esta investigación consiste en comprender y analizar las tensiones existentes y sus efectos en el desarrollo regional. En este sentido, se plantea que la sostenibilidad agrícola en el Valle de San Quintín no depende únicamente del mercado internacional, sino que requiere una estrategia territorial integrada que combine innovación tecnológica, equidad social y gestión eficiente de los recursos naturales.



BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2.^a ed.). Westview Press.

Asociación Mexicana de Horticultura Protegida [AMHPAC]. (2024). Estadísticas de agricultura protegida en México 2024-2025. AMHPAC. <https://amhpac.org>

Banco de México. (2024). Inflación [Base de datos]. Sistema de Información Económica (SIE). <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/llevarInflacionAction.do>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). Promover prácticas agrícolas sostenibles: De los incentivos a la adopción y los resultados. BID. <https://publications.iadb.org/es/promover-practicas-agricolas-sostenibles-de-los-incentivos-la-adopcion-y-los-resultados>

Bernstein, S. (2000). Ideas, social structure and the compromise of liberal environmentalism. *European Journal of International Relations*, 6(4), 464–512. <https://doi.org/10.1177/1354066100006004002>

Boisier, S. (1999). Teorías y metáforas sobre el desarrollo territorial. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Bonetto, M. J. (2016). El uso de la fotografía en la investigación social. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, 6(11), 71–83. <http://www.relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/81>

Brosnan, T., y Sun, D. W. (2004). Improving quality inspection of food products by computer vision: A review. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00183-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00183-3)

Buzos (2026, 27 de mayo). Jitomateros de San Quintín, los más afectados por impuesto de Trump, <https://buzos.com.mx/noticia/jitomateros-de-san-quintin-los-mas-afectados-por-impuesto-de-trump>

Cantú-Martínez, P. C. (2015). Desarrollo sustentable. Antes y después de Río+20. Universidad Autónoma de Nuevo León / Organización Panamericana de la Salud

Chirinos, A. Y., Córdoba, V. H., & Meriño, C. M. (2018). El clima organizacional en el emprendimiento sostenible. *Revista EAN*, 84, 43–61.

Chávez Valencia, J. A. (2020). Jornaleros agrícolas indígenas en el Valle de San Quintín, Baja California: migración, organización y movilización laboral. *Revista Ra Ximhai*, 16(1), 75–97. <https://doi.org/10.35197/rx.16.01.2020.03>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2021). Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina (LC/TS.2021/136) CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283_es.pdf

Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. (2025). Resolución del H. Consejo de Representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales que habrán de regir a partir del 1 de enero de 2025. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/2024/CONASAMI/CONASAMI_191224.pdf

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2012). Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa I Península de Baja California.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). Líneas de pobreza por ingresos. CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/contribucion_estrategias_pobreza/Pobreza_extrema_Mexico.pdf

Escobar Latapí, A., Martínez Rubio, E. A., y López López, D. H. (2023). Crecimiento agrícola y condiciones de trabajo en el Valle de San Quintín (Cuaderno regional 3). TPT Evaluación y Proyectos; Jornaleros en la Agricultura Mexicana de Exportación; Woodrow Wilson International Center for Scholars.

FAO. (2006). Food security (FAO Policy Brief, Issue 2, junio de 2006). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2019). United Nations Decade of Family Farming 2019–2028. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/family-farming-decade/home/es>

FAO. (2020). Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb2395es>

Flick, U. (2004). Introducción a la investigación cualitativa. Morata.

Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104 https://es.scribd.com/document/539565331/7-Gereffi-G-Humphrey-J-Sturgeon-T-2005-The-governance-of-global-value-chains-Traduccion-15872#google_vignette

González, I. P. (2007). La migración desde una perspectiva cultural: los jornaleros agrícolas del Valle de San Quintín, Baja California. *Cuicuilco. Revista de Ciencias Antropológicas*, 14(40), 101–120. <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/cuicuilco/article/view/4286>

Gutiérrez Pérez, J., Benayas del Álamo, J., y Calvo Roy, S. (2006). Educación para el desarrollo sostenible: evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005–2014. *Revista Iberoamericana de Educación*, (40), 25–69. <https://rieoei.org/RIE/article/view/781>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores. (ISBN 978-1-4562-2396-0)

Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México [ICAMEX]. (2024). Producción de jitomate. Gobierno del Estado de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023). Marco Geoestadístico Nacional. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>

IPCC. (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report (H.-O. Pörtner et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Izcara Palacios, S. P. (2014). Manual de investigación cualitativa. Fontamara. (ISBN 978-607-736-064-3)

Juárez López, P., Bugarín Montoya, R., Castro Brindis, R., Sánchez Monteón, A. L., Cruz Crespo, E., Juárez Rosete, C. R., Alejo Santiago, G., y Balois Morales, R. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Fuente, 3(8), 21–27.

La Jornada (2025, 15 de julio). Aranceles al jitomate impactará en producción de San Quintín, BC, <https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/07/15/estados/aranceles-al-tomate-rojo-impactara-en-produccion-de-san-quintin-bc>

Manzanal, M. (2014). Desarrollo: una perspectiva crítica desde el análisis del poder y del territorio. Realidad Económica, 283, 17–48. Instituto Argentino para el Desarrollo Económico. <https://www.iade.org.ar/noticias/una-perspectiva-critica-desde-el-analisis-del-poder-y-del-territorio>

Meraz Ruiz, L. (2023). Costo-beneficio de un sistema de cultivo protegido de tomate en San Quintín. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 14(5), 109–119. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3063>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Resolución A/RES/70/1). Naciones Unidas. <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. Asamblea General. (2019). Resolución A/RES/74/244: Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021 (19 de diciembre de 2019). Naciones Unidas. <https://undocs.org/es/A/RES/74/244>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. United Nations

Educational, Scientific and Cultural Organization.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>

Organización Internacional del Trabajo. (2019). Trabajo decente en la agricultura: Desafíos y perspectivas en América Latina, 20 de noviembre de 2019.
https://www.ilo.org/es/publications/trabajo-decente-y-productivo-en-la-agricultura/wcms_437214.pdf

Pacheco Escobar, A. (2021). La agricultura y su desarrollo tecnológico en la zona rural de San Quintín, Baja California. RedAgro. <http://redagro.mx/2021/04/13/la-agricultura-y-su-desarrollo-tecnologico-en-la-zona-rural-de-san-quintin>

Plan Municipal de Desarrollo Urbano San Quintín, Baja California [PMDU]. (2024, mayo). Gobierno del Estado de Baja California / SIDURT. <http://www.sidurt.gob.mx/marconormativo/doctos/2024/rtmunicipalSQ/pp/PMDUSQ19-JUN-2024.pdf>

Porter, M. E., y Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. Harvard Business Review, 89(1–2), 62–77. <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value.pdf>

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>

Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. Annals of Botany, 114(8), 1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>

Redagícola. (2025, 28 de marzo). EE.UU. fue el principal destino de las exportaciones de tomate desde México. Redagícola. <https://redagricola.com/ee-uu-fue-el-principal-destino-de-las-exportaciones-de-tomate-desde-mexico/>

Reygadas, L. (2002). Ensamblando culturas: diversidad y conflicto en la globalización de la industria. Gedisa. ISBN: 978-84-7432-909-4

Rizo Mustelier, M., Vuelta-Lorenzo, D. R., y Lorenzo-García, A. M. (2017). Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC*, (3), 106–120.

Rueda Rodríguez, H. F. (2022). Dimensiones culturales y sustentabilidad como factores de convivencia ciudadana. Un estudio comparativo entre países. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 14(1), 8–17.

Savvas, D., y Gruda, N. (2018). Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry: A review. *European Journal of Horticultural Science*, 83(5), 280–293. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2018/83.5.2>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en Baja California [SADR-BC]. (2021, agosto). San Quintín: municipio que más produce tomate en Baja California [Comunicado de prensa]. Gobierno de México. <https://doi.org/10.22335/rlct.v14i1.1453> (SADR-Baja California, 2021).

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024. *Diario Oficial de la Federación*, 25 de junio de 2020.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2013). Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura Protegida. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de diciembre de 2013. https://dof.gob.mx/reglas_2014/SAGARPA_181213_03.pdf

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Anuario estadístico de la producción agrícola: Tomate rojo (jitomate) 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Social Accountability International. (2014). Norma SA8000:2014. Norma de responsabilidad social. Social Accountability International. https://sa-intl.org/wp-content/uploads/2020/02/SA8000Standard_Espanol.pdf

Stake, R. E. (1999). Investigación con estudio de casos (2.^a ed.). Morata.

Tarrés, M. L. (Coord.). (2013). Observar, escuchar y comprender: sobre la tradición cualitativa en la investigación social. FLACSO / El Colegio de México / Miguel Ángel Porrúa.

Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidós.

United States-Mexico-Canada Agreement [USMCA]. (2020). United States-Mexico-Canada Agreement. Office of the United States Trade Representative. <https://ustr.gov/trade-agreements/free-trade-agreements/united-states-mexico-canada-agreement/agreement-between>

Velasco Ortiz, L., Zolniski, C., y Coubès, M.-L. (2014). De jornaleros a colonos: residencia, trabajo e identidad en el Valle de San Quintín. Tijuana: El Colegio de la Frontera

World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future [Informe Brundtland]. Oxford University Press



ANEXOS:

Anexo 1. Consentimiento informado

El Colegio de la Frontera Norte

Maestría en Desarrollo Regional

Consentimiento informado para participación en investigación

Título de la investigación: Sostenibilidad agrícola: Impacto en la producción de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California.

Investigadora: Arianne Mejías Soto, estudiante de la Maestría en Desarrollo Regional.

Institución: El Colegio de la Frontera Norte (El Colef), Tijuana, Baja California, México.

Estimado participante:

Usted ha sido invitado a participar y contribuir con su experiencia acumulada en esta investigación de carácter académico. Antes de decidir si desea participar, le pedimos leer detenidamente la información que se presenta a continuación.

1. Propósito de la investigación

Esta investigación tiene como objetivo analizar las prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en la producción de tomate en el Valle de San Quintín y su impacto sobre el volumen de producción, la calidad del producto y el acceso a los mercados. El estudio forma parte del proyecto de tesis de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colef y tiene fines estrictamente académicos.

2. Tipo de participación solicitada

Se le invita a participar en una entrevista semiestructurada de aproximadamente 60 a 90 minutos de duración. La entrevista se realizará en el lugar de su preferencia, preferentemente en su lugar de trabajo o espacios libre de ruido, en el horario que sea más conveniente para usted. Con su

autorización, la conversación será grabada en audio para facilitar la transcripción posterior. En ningún caso se realizarán grabaciones de video.

3. Participación voluntaria

Su participación es completamente voluntaria y a conciencia propia. Usted puede decidir no participar o si acepta hacerlo puede retirarse en cualquier momento durante la entrevista sin necesidad de dar explicaciones y sin que ello le ocasione consecuencia alguna.

4. Confidencialidad

La información que usted proporcione será tratada con estricta confidencialidad. Sus respuestas serán utilizadas exclusivamente para fines académicos. Usted puede optar por que su nombre no sea publicado en el documento final de la tesis, en cuyo caso sus declaraciones se citarán con un código de referencia. Si usted autoriza en ser identificado por nombre y cargo en su función profesional, así se indicará en la tesis con la referencia correspondiente.

5. Riesgos potenciales

La participación en esta investigación no conlleva riesgos físicos. Los posibles riesgos son de orden social o profesional y están relacionados con la divulgación no autorizada de información. Para minimizarlos, toda la información será almacenada en dispositivos protegidos con contraseña y de acceso exclusivo por la investigadora.

6. Beneficios

Su participación contribuye, aporta y fortalece la generación de conocimiento académico sobre las prácticas sostenibles en la agricultura de exportación y comercialización del norte de México. Los hallazgos pueden ser de utilidad para el diseño de políticas públicas y estrategias de apoyo al sector agrícola, especialmente en el Valle de San Quintín.

Anexo 2. Guía de entrevista semiestructurada

Título de la investigación: Sostenibilidad agrícola: Impacto en la producción de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California.

Investigadora: Arianne Mejías Soto - El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Desarrollo Regional.

Objetivo de la entrevista: Recolectar información sobre las prácticas de sostenibilidad agrícola implementadas en la producción de tomate en el Valle de San Quintín y su impacto en el volumen, la calidad y el acceso a los mercados.

Instrucciones para la investigación

Presentarse ante los entrevistados, explicar el propósito del estudio y obtener el consentimiento informado antes de iniciar la grabación. Respetar los silencios y no interrumpir el relato del entrevistado. Las preguntas sirven como guía que orienta el desarrollo de la entrevista, donde se puede modificar el orden o incorporar preguntas de seguimiento según el desarrollo de la conversación y las intervenciones.

Bloque 1. Datos de identificación y contexto (para registro interno, no para publicación sin consentimiento de los entrevistados)

1. Nombre del entrevistado o código de referencia en caso de no consentir identificación.
2. Cargo o función en la unidad productiva.
3. Años de experiencia en el sector agrícola de San Quintín.
4. Nombre de la unidad productiva (rancho o empacadora).
5. Tipo de sistema de producción (campo abierto, cultivo protegido, hidroponía, y empaque).

Bloque 2. Prácticas de sostenibilidad agrícola (Dimensión ambiental)

1. ¿Cuáles son las principales prácticas agrícolas que implementan para el cuidado del suelo, el agua y el medio ambiente?
2. ¿Cómo gestionan el uso del agua en su unidad productiva? ¿Utilizan desaladoras, pozos o algún otro sistema?
3. ¿Cuál es el consumo aproximado de agua por kilogramo de tomate producido? ¿Han implementado sistemas de recirculación o ahorro de agua?
4. ¿Qué tipo de agroquímicos utilizan? ¿Han reducido su uso en los últimos años? ¿Utilizan control biológico o productos de bajo impacto ambiental?
5. ¿Cómo manejan los residuos generados en el proceso productivo (plásticos, envases de agroquímicos, residuos vegetales)?
6. ¿De qué manera el cambio climático ha afectado su producción? ¿Han tenido pérdidas por eventos climáticos extremos?

Bloque 3. Prácticas de sostenibilidad agrícola (Dimensión económica e innovación tecnológica).

1. ¿Qué cambios tecnológicos han incorporado en los últimos cinco años? (Sistema de injerto, hidroponía, sistemas de clasificación con IA y herramientas digitales de gestión).
2. ¿Cómo ha evolucionado el rendimiento en cajas por hectárea a lo largo del tiempo? ¿Cuál es el promedio actual?
3. ¿Qué herramientas digitales utilizan para el control de la producción y la comunicación con los compradores? ¿Cómo funcionan?
4. ¿Cuáles son los principales obstáculos o barreras para mejorar la productividad en su unidad?
5. ¿Reciben algún tipo de apoyo institucional (gubernamental, de compradores o de organismos internacionales) para adoptar tecnologías sostenibles?

Bloque 4. Calidad del tomate, certificaciones y acceso a mercados

1. ¿Cuáles son los criterios de calidad que exigen sus compradores (color, tamaño, firmeza, calibre)?
2. ¿Qué certificaciones tienen actualmente su empresa? (FDA, EPA, GlobalG.A.P., SMETA, libre de trabajo infantil, entre otras).
3. ¿Cómo funciona el proceso de obtención y renovación del permiso de exportación hacia los Estados Unidos?
4. ¿Qué porcentaje de su producción va a exportación y qué porcentaje al mercado nacional? ¿Ha cambiado esta proporción en los últimos años?
5. ¿Cómo manejan la merma? ¿Qué hacen con el producto que no cumple con los estándares de exportación?
6. ¿Qué impacto han tenido las prácticas sostenibles en la calidad y en la variabilidad del producto?

Bloque 5. Condiciones laborales y dimensión social

1. ¿Cuántos trabajadores laboran en su unidad productiva? ¿Cuál es la composición aproximada por género y origen de los trabajadores?
2. ¿Cuáles son las principales prestaciones laborales que ofrece la empresa a sus trabajadores (salario, IMSS, vivienda, guarderías y escuelas)?
3. ¿Cómo han cambiado las condiciones laborales en el valle en los últimos 10 o 20 años? ¿A qué atribuye esos cambios?
4. ¿La empresa cuenta con alguna certificación relacionada con condiciones laborales o trabajo infantil? ¿Cómo se verifica su cumplimiento?
5. ¿Cómo ha impactado la automatización de las empacadoras en el empleo de los trabajadores? ¿Se ha requerido capacitación o reconversión?

Bloque 6. Retos, perspectivas y cierre

1. En su opinión, ¿cuál es el principal reto que enfrenta la producción sostenible de tomate en el Valle de San Quintín hoy en día?
2. ¿Cómo visualiza el futuro de la sostenibilidad agrícola en la región a cinco o diez años?
3. ¿Hay algo importante o relevante que no le pregunté y que usted considera relevante para esta investigación?

Cierre de la entrevista

Agradezco sinceramente al entrevistado por su tiempo, disposición y participación brindada durante la entrevista. Se recuerda que el uso de la información brindada será tratado con absoluta confidencialidad y se utilizará única y exclusivamente para fines de investigación y apoyo al estudio. Se aclara además que en caso de que surjan dudas o sea necesario ampliar algún aspecto, existe la posibilidad de establecer el contacto posterior para aclaraciones.

Anexo 3. Lista de informantes claves

La siguiente tabla muestra a los actores clave entrevistados durante el trabajo de campo realizado en el Valle de San Quintín, Baja California, entre los meses de febrero y marzo de 2026. La información presenta el consentimiento expreso de los participantes, quienes autorizaron la mención de sus funciones profesionales en el documento final de la tesis.

Código	Cargo o Función	Unidad productiva	Tipo de Actor	Duración Aproximada
E-1a	Ingeniero agrónomo asesor / Representante empresa Sagal (agroquímicos y fertilizantes)	Rancho Navarro, Valle de San Quintín	Proveedor de insumos / Asesor técnico	90 minutos
E-1b	Trabajador agrícola	Rancho Navarro, Valle de San Quintín	Productor	45 minutos
E-1c	Ingeniero de producción	Rancho Navarro, Valle de San Quintín	Productor	55 minutos
E-1d	Ingeniero de producción	Rancho Navarro, Valle de San Quintín	Productor	70 minutos

E-2a	Ingeniero de producción	Rancho Los Pinos, Valle de San Quintín	Productor (sistema protegido/hidroponía)	75 minutos
E-2b	Ingeniero de producción	Rancho Los Pinos, Valle de San Quintín	Productor (sistema protegido/hidroponía)	60 minutos
E-2c	Ingeniero de producción	Rancho Los Pinos, Valle de San Quintín	Productor (sistema protegido/hidroponía)	75 minutos
E-2d	Ingeniero de producción	Rancho Los Pinos, Valle de San Quintín	Productor (sistema protegido/hidroponía)	40 minutos
E-3a	Operador de empacadora / Responsable de selección y clasificación con IA	Rancho Munguía (empacadora), Valle de San Quintín	Empacador/ Eslabón de postcosecha	45 minutos
E-3b	Operador de empacadora	Rancho Munguía (empacadora)	Empacador/ Eslabón de postcosecha	25 minutos

Anexo 4. Registro fotográfico de campo

El presente anexo reúne el registro fotográfico obtenido durante el trabajo de campo realizado en el Valle de San Quintín, Baja California, entre los meses de febrero y marzo de 2026. Las fotografías fueron tomadas por la investigadora, con el consentimiento expreso de los responsables de cada unidad productiva visitada, en el marco de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los actores clave de la cadena de valor del tomate. Las imágenes documentan infraestructura productiva, tecnología de procesamiento, sistemas de gestión hídrica y el contexto territorial del Valle de San Quintín, y constituyen evidencia empírica complementaria del análisis desarrollado en el capítulo IV de la tesis.

El registro comprende 15 fotografías organizadas en tres bloques temáticos: (a) Rancho Navarro, con énfasis en la infraestructura de gestión hídrica (lagunas de agua desalada, cisternas y sistemas de bombeo); (b) empacadora del Rancho Munguía, con énfasis en el sistema de clasificación automatizada con inteligencia artificial (IA) marca REEMOON; y (c) contexto territorial del Valle de San Quintín. Cada imagen incluye título, descripción analítica, ubicación y crédito fotográfico, conforme a los lineamientos del Manual de Presentación de Tesis de El Colegio de la Frontera Norte (El Colef, 2026).

Figura 4. 1. Área de maquinaria agrícola - Rancho Navarro



Vista panorámica del área de maquinaria e implementos agrícolas del Rancho Navarro. Se observan diversos implementos de labranza (subsoladores, rastras de discos, mezcladoras, entre otros) distribuidos en el perímetro de un campo preparado. La vegetación de fondo incluye palmeras, características del paisaje agrícola del Valle de San Quintín. La imagen evidencia el parque de maquinaria disponible para las labores de preparación del suelo referidas por los entrevistados (floteo, labranza, rotación de cultivos).

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 2. Sistema de bombeo y tanque de almacenamiento - Rancho Navarro



Instalación de bombeo de agua con tanque cisterna de polietileno negro con capacidad de 5000 litros, una bomba centrífuga conectada a pozo y mangueras de distribución. Al fondo se aprecian otros equipos de distribución y transporte de agua, así como maquinaria agrícola. Esta imagen ilustra los sistemas de pequeña y mediana escala utilizados para el manejo del agua en los ranchos del Valle de San Quintín. La zona al fondo muestra lagunas de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 3. Almacén de materiales reutilizables - Rancho Navarro



Vista del área de almacenamiento de materiales agrícolas, donde se observan rollos de manta térmica agrícola (agrotexil), canastillas y mangueras de riego por goteo en proceso de limpieza o reparación. El manejo y reutilización de estos materiales reflejan prácticas de gestión de recursos orientadas a la reducción de costos operativos, un componente asociado a la dimensión económica de la sostenibilidad agrícola analizada en la investigación.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 4. Área de descanso de suelo entre ciclos productivos - Rancho Navarro



Vista general de la zona norte del Rancho Navarro con suelo preparado y en descanso. Se observan los surcos de preparación del suelo y al fondo estructuras de soporte de macrotúnel. La imagen evidencia la práctica de rotación y descanso del suelo referida por los entrevistados como medida de control fitosanitario entre ciclos productivos, permitiendo la recuperación de la fertilidad del sustrato y la reducción de la carga de patógenos. Asimismo, se distinguen las estructuras operativas del rancho y montículos de tierra producto de las labores de preparación del terreno.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 5. Suelo agrícola preparado con tuberías de riego por goteo subterráneo - Rancho Navarro



Vista de la infraestructura de distribución de agua en el campo de cultivo. Se aprecia una conexión tipo tee de PVC emergente del suelo, correspondiente a la red de riego por goteo, junto a los caminos de servicio interno del rancho. Al fondo derecho se observa una estructura de malla sombra para la agricultura protegida, sistema utilizado para la producción de tomate en la región, según los ingenieros entrevistados.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 6. Laguna de almacenamiento de agua desalada de riego - Rancho Navarro



Laguna artificial de almacenamiento de agua para el riego con geomembrana impermeable (liner negro), bombas de extracción y tuberías de distribución en PVC en primer plano. Se observa una bomba eléctrica activa descargando agua a la laguna. Al fondo se aprecian otras lagunas similares y, en el horizonte, instalaciones con malla sombra azul. Este tipo de infraestructura de almacenamiento y distribución es fundamental para garantizar el suministro de agua durante la temporada de producción de tomate en una región con déficit hídrico crónico.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 7. Sistema de prefiltración y válvulas - Rancho Navarro



Instalación de pre-filtración del sistema de tratamiento de agua, compuesta por un tanque de fibra de vidrio color verde, sistema de tuberías de PVC y válvulas manuales de bola color rojo. Este componente realiza el filtrado previo al paso del agua hacia el sistema de presión. A la derecha se observa el rack de tubos de presión del sistema de filtración. La imagen ilustra la infraestructura de gestión hídrica necesaria para mantener la productividad agrícola frente a la escasez y salinización del agua en la región.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 8. Rack de tubos de presión - Rancho Navarro



Vista lateral del rack metálico azul con los tubos de presión del sistema de ósmosis inversa en servicio. Cada tubo contiene varias membranas en serie. A la izquierda se observan las membranas retiradas para mantenimiento. La presencia de este sistema refleja la problemática de sobreexplotación del acuífero costero y la intrusión salina que afecta la calidad del agua de riego en el Valle de San Quintín, uno de los factores críticos para la sostenibilidad agrícola de la región.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Navarro, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 9. Línea de clasificación por peso y color REEMOON - Rancho Munguía



Vista general del área de clasificación y selección por calidad del Rancho Munguía. Se observan múltiples líneas de salida (bancos de clasificación) del equipo REEMOON, cada una destinada a diferentes categorías de calidad y calibre (XL, L, Small y Jumbo). El sistema de rodillos curvos permite el retorno de los contenedores. La línea de distribución del sistema REEMOON, donde se aprecia el conjunto de canales de clasificación que conducen el tomate clasificado hacia los puntos de empaque correspondientes a cada categoría de calidad. La imagen ilustra la organización del flujo de producto dentro de la empacadora. El tomate ingresa por la parte central izquierda, pasa por el módulo de clasificación óptica y es distribuido automáticamente hacia los distintos canales según la categoría asignada. La báscula digital en el centro permite el control del peso por caja en tiempo real. Los rieles de rodillos en primer plano forman parte del sistema de transporte de cajas hacia la zona de paletizado. Este nivel de tecnificación es representativo de las empacadoras de mediana y gran escala del Valle de San Quintín.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 10. Clasificador óptico REEMOON (ProScan) - Rancho Munguía



Clasificador óptico de alta tecnología marca REEMOON, modelo ProScan, con sus gabinetes de control eléctrico y computacional. El equipo utiliza tecnología de visión artificial e inteligencia artificial para clasificar el tomate por color, tamaño, forma y defectos. Las escaleras de acceso para operación y mantenimiento son visibles a la derecha. Conforme señalaron los entrevistados del Rancho Munguía, esta tecnología permite clasificar las calidades (rojo, naranja, verde y amarillo) y dirigir el producto hacia distintos bancos de salida según el pedido del comprador.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 11. Panel de control eléctrico - Rancho Munguía



Panel de control eléctrico de la línea de empaque instalada por A&S Servicios y Fabricación de Empaques de Hortalizas. El tablero incluye controles para bandas de alimentación, criba, lavadora, secadora 1, secadora 2, mesa de selección, bandas criba, “Bandas de Segunda”, ventiladores 1-4 y lámparas. Al costado derecho se aprecia parte del clasificador óptico marca REEMOON. El botón de paro de emergencia de color amarillo es visible en la parte central inferior del panel.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 12. Sistema de transportadores y volcadora - Rancho Munguía



Vista lateral de los módulos de la máquina clasificadora de tomate marca REEMOON, tecnología de origen chino que utiliza visión computarizada e inteligencia artificial (IA) para la clasificación automatizada del tomate por color, tamaño y peso. Al fondo se distingue la cabeza lectora BRUSCAN correspondiente al sistema de escaneo óptico multiespectral. A la izquierda se observa el armario de control eléctrico, mientras que en la parte posterior se aprecia la continuación de la línea de selección con sus bandas y módulos de clasificación. Esta tecnología permite clasificar hasta 20 000 tomates por hora con alta precisión operativa, según lo declarado por el operador durante la entrevista en febrero de 2026. Asimismo, esta tecnología reduce hasta en 75 por ciento la mano de obra requerida en comparación con la clasificación manual.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 13. Área de preparación - Rancho Munguía



Figura 4. 14. Almacén de insumos - Rancho Munguía



Vista del área interior de la empacadora donde se almacenan canastillas plásticas de campo (color negro y beige), tubería de acero destinada a la línea de clasificación y otros insumos operativos. Este espacio documenta la presencia simultánea de infraestructura tecnológica en la instalación y materiales de campo, evidenciando el proceso de modernización tecnológica descrito por los entrevistados.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

Figura 4. 15. Línea de transporte y sistema de volteo de contenedores al interior de la empacadora - Rancho Munguía



Vista interior de la nave industrial de la empacadora del Rancho Munguía, con una capacidad de procesamiento de hasta 40 000 cajas por semana. En el lado izquierdo se observan contenedores plásticos blancos apilados que sirven para el transporte del tomate desde el campo. Al centro destaca la estructura metálica con sistema de cadenas y poleas para el volteo automatizado de contenedores, y a la derecha el panel de control eléctrico con botoneras de operación. El suelo de concreto pulido, la iluminación y la infraestructura de acero inoxidable reflejan estándares de inocuidad exigidos para la exportación al mercado estadounidense.

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo, Rancho Munguía, Valle de San Quintín, B.C., febrero de 2026.

La autora es Ingeniera en Procesos Agroindustriales por la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cuba. Es egresada de la Maestría en Desarrollo Regional de El Colegio de la Frontera Norte. Su trayectoria académica y profesional se ha enfocado en el análisis de la sostenibilidad agrícola, el desarrollo territorial y las transformaciones socioeconómicas asociadas a los sistemas agroalimentarios.

Correo electrónico: amejias.mdr2024@colef.mx

© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.

Forma de citar:

Mejías Soto, Arianne (2026). “Sostenibilidad agrícola: Impacto en la producción de tomate en el Valle de San Quintín, Baja California”. Tesis de Maestría en Desarrollo Regional. El Colegio de la Frontera Norte, A.C., México. 131 pp.