

**GESTIÓN DE LA CALIDAD APLICADA EN LA PRODUCCIÓN Y  
CADENA DE SUMINISTRO DE LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*) EN  
HUEYTAMALCO, PUEBLA.**

**QUALITY MANAGEMENT APPLIED IN THE PRODUCTION AND  
SUPPLY CHAIN OF PERSIAN LIME (*Citrus latifolia*) IN  
HUEYTAMALCO, PUEBLA.**

Martínez Hernández V.<sup>1</sup>, Chapul López I.<sup>1</sup>, Rueda Luna R.<sup>3</sup>, Santoyo Martínez M.<sup>2</sup>, Tenorio Arvide M.G<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de maestría en Tecnologías Agrícolas Limpias, <sup>2</sup>Posdoctorante, <sup>3</sup>Profesor Investigador  
Centro de Investigación en Ciencias Agrícolas (CICA-BUAP), Benemérita Universidad  
Autónoma de Puebla, 14 Sur 6301, Fracc. Jardines de San Manuel, CP. 72570, Puebla, Pue.  
México

\*Autor de correspondencia: tenorio.arvide@correo.buap.mx

**Recibido:** 30/marzo/2026

**Aceptado:** 19/junio/2026

---

## RESUMEN

El proyecto tiene como objetivo evaluar, mediante un análisis integral, la gestión de calidad en la producción de limón persa (*Citrus latifolia*), considerando los requerimientos de certificación y la normatividad vigente con relación a la problemática socioeconómica que afecta a los productores de la región de Hueytamalco, Puebla. El estudio se estructuró en cuatro ejes principales de la gestión de calidad, tomando como referencia el ciclo: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) establecido en la Norma Internacional ISO 9001:2015: 1) Verificación del proceso agrícola conforme a las directrices de la Norma Internacional ISO 19011:2018, utilizando los formatos establecidos por SENASICA. 2) Evaluación de la calidad del producto conforme a la normatividad nacional vigente. 3) Análisis de la gestión de riesgos con base en la Norma Internacional ISO 31000:2018. 4) Identificación y propuesta de oportunidades de mejora en la gestión de calidad del producto y procesos productivos. Los resultados del análisis integral evidencian un manejo adecuado de los cultivos en relación con la calidad del producto final. No obstante, se identificaron deficiencias en la gestión documental requerida para los procesos de certificación, derivadas principalmente de la escasa capacitación y de la percepción negativa que los productores tienen hacia las certificaciones de calidad agrícola. Esta situación se relaciona principalmente con la falta

de beneficios económicos y sociales (marginación y discriminación), percibidos por parte del gobierno y de las empacadoras, principales compradoras del producto. Además, no se consideran las limitaciones técnicas y económicas que enfrentan los productores para cumplir con dichos procesos de certificación.

**Palabras clave:** *Cadena de suministro, calidad agrícola, limón persa, gestión de calidad, simulación de auditoría.*

## ABSTRACT

The project aims to evaluate, through a comprehensive analysis, the quality management of Persian lime (*Citrus latifolia*) production, considering certification requirements and current regulations related to the socioeconomic challenges affecting producers in the Hueytamalco region of Puebla. The study is structured around four main pillars of quality management, based on the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle established in the International Standard ISO 9001:2015: 1) Verification of the agricultural process according to the guidelines of the International Standard ISO 19011:2018, using the formats established by SENASICA. 2) Evaluation of product quality according to current national regulations. 3) Risk management analysis based on the International Standard ISO 31000:2018. 4) Identification and proposal of opportunities for improvement in product quality management and production processes. The results of the comprehensive analysis demonstrate adequate crop management in relation to the quality of the final product. However, deficiencies were identified in the documentation required for certification processes, stemming primarily from insufficient training and the negative perception producers have of agricultural quality certifications. This situation is mainly related to the perceived lack of economic and social benefits (marginalization and discrimination) from the government and packing plants, the main buyers of the product. Furthermore, the technical and economic limitations producers face in complying with these certification processes are not taken into account.

**Keywords:** *Supply chain, agricultural quality, Persian lime, Quality management, Audit simulation.*

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes teóricos. El limón persa (*C. latifolia*)**

*C. latifolia* es un fruto de origen tropical; la planta de donde se obtiene alcanza una altura de 6 a 7 m. Su crecimiento es vigoroso y extendido, tiene un follaje denso, de color verde, por lo general sin espinas (Rodríguez, 2002).

De acuerdo con la NMX-FF-077-1996 (Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-fruta fresca-limón persa (*C. latifolia*)-especificaciones), vigente, el tamaño mínimo para este fruto en sus tres categorías es de 38 mm y el tamaño máximo 67 mm. La floración sucede casi todo el año, principalmente en los meses de mayo a junio (Rodríguez, 2002); se considera como un híbrido de la variedad (*Citrus aurantifolia*) y otro tipo de *Citrus sp.* Este fruto tiene un sabor ácido debido a la generación de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en disolución al momento de ingerir (Hernández, 2019); no tiene semilla y contiene una gran cantidad de jugo, aproximadamente del 40 al 60 por ciento en porcentaje de masa (Nogueda, 2014).

### **Beneficios del consumo de limón persa (*C. latifolia*)**

*C. latifolia* aporta vitamina C al cuerpo humano (50 mg/100 g de porción comestible). Esta vitamina interviene en la producción del colágeno, necesario para el crecimiento, reparación y cicatrización; además, fortalece el sistema inmune mediante el aporte de hierro, reduciendo el riesgo de algunas enfermedades respiratorias. El consumo de vitamina C también ayuda a la prevención de cáncer (Del Pozo et al., 2012). Esta prevención se da mediante la función de los flavonoides, que surgen del aporte en hierro; son potenciales secuestradores de radicales libres en el cuerpo humano (Pérez, 2003). Los flavonoides son metabolitos que tienen un efecto antioxidante, efecto positivo en la salud humana, además de una acción protectora y supresora de células cancerígenas (Martínez et al., 2002; Escamilla et al., 2009).

### **Importancia de la gestión de calidad en las cadenas de suministro agrícolas**

Las cadenas de suministro son un conjunto de procesos que se enroscan de manera directa en la secuencia de movimientos de productos hacia un cliente; relacionan principalmente los procesos de producción y logística, buscando la mejora continua de resultados (Piñeiro y Díaz, 2007). Estas cadenas de valor tienen como objetivo satisfacer al consumidor definitivo, donde cada eslabón contribuye a la producción de una parte del producto (Camacho et al., 2012). La forma en la que se maneja y se distribuyen los productos es de vital importancia para el cumplimiento de

requerimientos normativos establecidos y mantener íntegra la salud del consumidor; por ello es importante gestionar de manera adecuada su funcionamiento y calidad.

El desarrollo de la gestión de calidad en las cadenas de suministro se basa en el uso de la coordinación e integración de análisis que demuestran su complejidad de una forma más próxima a la realidad de los procesos. El sector agrícola emplea estas cadenas en la generación de productos frescos de consumo directo, que en algunos casos se utilizan como materia prima para la generación de productos industrializados, los cuales deben alinearse a ciertos requerimientos normativos (Cogollo & Correa, 2017); ya que engloban procesos que involucran la gestión de calidad, los cuales van desde la adquisición de insumos, agroquímicos, maquinaria agrícola, hasta la distribución y venta del producto (OIT, 2021).

En los sistemas de gestión de calidad agrícola, se deben realizar las adaptaciones requeridas, determinadas por las capacidades técnicas, administrativas y financieras de los productores; sin embargo, estas adaptaciones generan altos costos y pocos beneficios para los pequeños productores, disminuyendo su interés por adoptar estos procesos en sus cultivos, apartándose del posible acceso a otras opciones de mercado y generando incertidumbre sobre la calidad de los productos (Hernández y Villaseñor, 2014).

### **Efectos negativos en la salud y el medio ambiente por una deficiente gestión de la calidad agrícola**

En la producción de *C. latifolia*, diversas actividades pueden afectar la salud cuando no existe una adecuada gestión de la calidad, especialmente en el control del manejo apropiado de agroquímicos y en la calidad del agua utilizada para el riego (Rivas y Patiño, 2021).

La exposición prolongada a químicos agrícolas se ha relacionado con enfermedades como cáncer, Parkinson, enfermedad de Hodgkin y Alzheimer, así como con alteraciones endocrinas (esterilidad y diabetes), inmunosupresión, daño renal, efectos hepatotóxicos y mutagénicos, y problemas neurocognitivos (Díaz et al., 2021). Por ello, las personas que aplican plaguicidas o fertilizantes presentan mayor riesgo de desarrollar cáncer. Actualmente, las mujeres representan el 40% de la mano de obra agrícola, convirtiéndose en un sector vulnerable, ya que realizan tareas como desyerbar, lavar ropa y limpiar envases contaminados con plaguicidas, lo que incrementa su exposición y el riesgo de enfermedades como el cáncer de mama (Brosché, 2024).

En el ámbito ambiental, el uso de fertilizantes para mejorar la fertilidad del suelo al inicio del proceso agrícola puede generar efectos negativos si no se controla adecuadamente. A largo plazo,

su uso excesivo altera la estructura y el funcionamiento del suelo, reduciendo su capacidad de retener agua y nutrientes, afectando su actividad biológica (Muñoz et al., 2024). Este uso indiscriminado de agroquímicos suele estar asociado con la falta de aplicación de la legislación vigente, debido al desconocimiento o desinterés de los productores, lo que provoca altos niveles de contaminación derivados de malas prácticas agrícolas (Carreño et al., 2019).

### **Márgenes de comercialización**

La comercialización es un proceso que abarca diferentes eslabones de las cadenas agrícolas. Los agricultores adecuan sus procesos conforme a las exigencias del mercado en el que desean venderlo; promocionan su producto, buscan canales de distribución y desarrollan una estrategia para la mejora de precios mediante una negociación (ICCA, 2018). En la venta de productos agrícolas existe el margen de comercialización; este indicador es la diferencia entre lo que paga el cliente por el producto y lo que recibe el productor en campo, el cual incluye todos los gastos implicados para agregarle valor al producto y para ofrecerlo al consumidor final. El margen de comercialización está integrado por dos conceptos, el margen de comercialización absoluto y el margen de comercialización relativo. El primero incluye todos los gastos implicados, reflejados en el valor final del producto en los puntos de venta, y el segundo, el precio que se le oferta al productor durante la compraventa (Gómez y Schwentesius, 2005).

### **Barreras no arancelarias en el comercio, un impacto económico para los productores**

De acuerdo con Baena (2018), las barreras arancelarias son obstáculos distintos a un arancel que afectan actualmente el comercio agrícola, entre las que se encuentran las medidas sanitarias y fitosanitarias, provocando una discriminación arbitraria o injustificable en los precios ofertados de productos agrícolas, de esta forma el Baena (2018) considera que las barreras no arancelarias presentes en el comercio internacional son:

- Determinación de precios
- Medidas compensatorias
- Exigencia de porcentaje de contenido nacional
- Mercancías de prohibida exportación
- Inspección previa al embarque
- Licencias automáticas
- Medidas cambiarias
- Valores referenciales
- Medidas financieras
- Normas técnicas y requisitos de calidad
- Etiquetado de la mercancía
- Requerimientos sanitarios
- Restricciones voluntarias de exportación
- Autorizaciones o licencias previas

Actualmente, México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en la producción de limón persa (*Citrus latifolia*), con una producción anual de 3,240,000 toneladas registradas en 2024 (SIAP, 2024). Este volumen permite abastecer la demanda del mercado internacional, impulsada principalmente por el consumo en países como Estados Unidos. En este contexto, las emparadoras exportadoras mexicanas adquieren la producción de pequeños y medianos productores para suministrar a dicho mercado. Asimismo, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) informó que, entre 2019 y 2023, México exportó en promedio 749 mil toneladas de limón persa, generando ingresos aproximados de 672 millones de dólares (SADER, 2024).

Las emparadoras establecidas tanto en México como en Estados Unidos son supervisadas por organismos gubernamentales responsables de verificar que los productos agrícolas cumplan con las normas de calidad e inocuidad, con el propósito de proteger la salud del consumidor (Rojas y Schaefer, 2024). Para ello, implementan sistemas de gestión de calidad que les permiten acceder y mantenerse en mercados internacionales cada vez más competitivos.

Sin embargo, estos requisitos representan un desafío para los pequeños y medianos productores de *C. latifolia*, quienes enfrentan problemáticas asociadas con la globalización, la alta competencia comercial y la creciente preocupación de los consumidores por los impactos ambientales y sociales de la producción agrícola (Herrera et al., 2023). La limitada disponibilidad de recursos económicos y los elevados costos de infraestructura exigidos por las normativas de certificación convierten este proceso en una barrera para su expansión comercial. Como consecuencia, se restringe el incremento de sus ingresos y se desalienta la adopción de sistemas de gestión de calidad en las actividades agrícolas, lo que puede comprometer el control de la calidad del producto y de los procesos de cultivo (Aguilar et al., 2013).

Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la información relacionada con la gestión de la calidad en el cultivo de limón persa en la región de Hueytamalco, Puebla, y su impacto en la economía de los productores. Asimismo, busca profundizar en el conocimiento y la percepción que tienen los productores sobre la gestión agrícola como requisito para la certificación agrícola, así como analizar la relación entre el cumplimiento de dichas prácticas y el precio ofrecido por las principales emparadoras ubicadas en Martínez de la Torre, Veracruz, las cuales representan su principal mercado de comercialización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis integral de la gestión de calidad, implicada en los procesos de producción de *C. latifolia*, en la región de Hueytamalco, Puebla, se ejecutó de manera transversal basándonos en evidencia y datos actuales. El análisis integral se dividió en cuatro puntos importantes, basados en el criterio de control de calidad de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), de la norma internacional ISO 9001:2015. Los puntos para analizar fueron los siguientes:

### **1. Verificación de proceso agrícola del cultivo. Análisis vivencial**

El análisis vivencial se realizó durante 2025, se empleó el enfoque biográfico propuesto por Bolívar (2015), con el propósito de identificar y recuperar información sobre los conocimientos y percepciones de los productores de *C. latifolia* en la región de Hueytamalco, Puebla, en relación con la gestión de la calidad agrícola en sus cultivos.

Se realizaron encuestas vivenciales a cinco productores principales de limón persa (*Citrus latifolia*) de la región de Hueytamalco, Puebla. La selección de los participantes se llevó a cabo mediante un muestreo por conveniencia, método que permite elegir casos accesibles y dispuestos a participar en la investigación, con base en la proximidad y accesibilidad de los sujetos para el investigador (Otzen, 2017).

El número de productores seleccionados se consideró representativo debido a que corresponden a los principales proveedores de limón persa para una de las empacadoras ubicadas en Martínez de la Torre, Veracruz.

Las entrevistas incluyeron preguntas con palabras clave relacionadas con la gestión de la calidad agrícola, con el propósito de evaluar el nivel de conocimiento, manejo y aplicación de estos conceptos en los procesos productivos.

Asimismo, se tomó en cuenta el grado de escolaridad de los productores, debido a que este factor influye tanto en sus respuestas como en la forma en que administran y gestionan el cultivo.

Posteriormente, se realizó un análisis sistemático de las respuestas obtenidas y así generar un informe (Bolívar, 2015).

### **Simulación de auditoría**

La simulación de auditoría se realizó en un cultivo de *C. latifolia* ubicado en la región de Hueytamalco, Puebla, con el propósito de identificar las buenas y malas prácticas aplicadas en el proceso productivo del fruto en la zona. La actividad se desarrolló conforme a las directrices de la norma internacional ISO 19011:2018 (Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión) y se

apoyó en la documentación del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), requerida para la certificación de calidad agrícola.

Los documentos utilizados fueron:

- Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la certificación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción primaria de alimentos de origen agrícola (sección de cosecha).
- Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la certificación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción primaria de alimentos de origen agrícola (sección campo).

## **2. Verificación de calidad del producto. Análisis físicos y químicos de *C. latifolia* para determinar su cumplimiento de los estándares de calidad establecidos**

Con el propósito de verificar que el limón persa (*Citrus latifolia*) producido en la región de Hueytamalco, Puebla, cumpla con los estándares de calidad establecidos, se realizaron siete análisis físicos y químicos en nueve muestras seleccionadas aleatoriamente. Las muestras correspondieron al último lote cosechado durante el mes de noviembre del año 2025, en distintos cultivos de la región.

El proceso de muestreo se efectuó conforme a los criterios acordados entre los productores y la empresa empacadora, así como a lo establecido en la norma NMX-FF-077-1996, relativa a la calidad del limón persa en México, específicamente en el apartado 6 denominado “Muestreo”.

Las nueve muestras fueron clasificadas de acuerdo con las categorías comerciales utilizadas para la evaluación de calidad, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Categoría Extra / Primera: tres muestras.
- Categoría Primera A / Segunda: tres muestras.
- Categoría Primera B / Tercera: tres muestras.

Para la evaluación de la calidad del limón persa se aplicaron distintas pruebas físicas y químicas, basadas en las siguientes normas oficiales:

- a) Especificaciones mínimas de calidad conforme a la NMX-FF-077-1996.
- b) Determinación del tamaño mediante el diámetro ecuatorial, de acuerdo con la NMX-FF-009-1982.
- c) Determinación de sólidos solubles totales o grados Brix, según la NMX-FF-015-1982.

- d) Determinación del porcentaje de acidez titulable, conforme a la NMX-FF-011-1982.
- e) Determinación del contenido de jugo en relación con la masa del fruto, de acuerdo con la NMX-FF-012-1982.
- f) Determinación del índice de maduración basado en la metodología de (Rodríguez et al., 2020).

### **3. Gestión de riesgos en los procesos. Análisis de riesgos en el manejo de cultivo de *C. latifolia***

Se generó un análisis de riesgo, para poder identificar los controles actuales que se tienen en el manejo del cultivo y detectar los que se requieran implementar, para reducir los niveles de riesgo en cada uno de los puntos críticos del proceso de producción agrícola, con base en las directrices de la Norma Internacional ISO 31000: 2018, empleada para la gestión de riesgos.

Para gestionar los riesgos y controles en el proceso de producción, se utilizó el método AMEF (Análisis de Modo y Efectos de Falla). El AMEF es un procedimiento para identificar la criticidad de los efectos potenciales de fallas y nos permite generar medidas de mitigación para reducir riesgos, incrementando la confiabilidad del producto y el proceso (Chrysler LLC et al., 2008).

El análisis incluyó cada uno de los momentos críticos del proceso de cultivo de limón persa, evaluando el nivel de riesgo en el que se encuentran, detectando los controles que actualmente se implementan, así como los que sean necesarios para gestionar y reducir la ocurrencia.

Las fases críticas se consideraron conforme al proceso de cultivo de *C. latifolia*, estandarizado en la guía técnica de (Casaca, 2005). Las etapas fueron las siguientes:

- Injertación
- Establecimiento de la plantación
- Preparación del terreno
- Podas
- Riego
- Control de malezas
- Control de plagas y enfermedades
- Cosecha
- Postcosecha

### **4. Seguimiento de mejoras en la calidad del producto y procesos.**

Las áreas de mejora detectadas en la simulación de auditoría y en el análisis de riesgo (AMEF) se integraron a un plan de acciones correctivas y preventivas (CAPA), utilizado en la industria

alimentaria regulada en Europa y por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos Americana). Este sistema es una excelente herramienta para la mejora continua de los procesos y productos; ayuda a reconocer problemas de calidad existentes o potenciales, así como establecer metodologías apropiadas para investigar y resolver problemas, asegurando que no vuelvan a suscitarse (Martin y Rodríguez, 2019). Se elaboró este plan CAPA con el fin de presentar al productor una propuesta de mejoras que requiere su proceso de cultivo para potenciar los controles de calidad en su cadena productiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de un acercamiento con productores dispuestos a ser cuestionados sobre lo que viven y cómo perciben la calidad del limón, así como sobre las actividades de gestión para la comercialización del producto, se conoció, a grandes rasgos, la percepción de la gente. Los principales temas tratados durante las entrevistas fueron:

- Calidad e inocuidad en la agricultura.
- Control y manejo de agroquímicos.
- Certificaciones de calidad.
- Manejo integral de cultivos.
- Impacto de las certificaciones en el precio ofertado.
- Apoyos gubernamentales para la certificación de cultivos.
- Impactos ambientales de la producción agrícola.
- Gestión de riesgos en los cultivos.

Los resultados muestran que los productores entrevistados poseen conocimientos generales sobre la gestión de la calidad agrícola y reconocen la importancia de implementar buenas prácticas en los cultivos. No obstante, mantienen una percepción negativa respecto a las certificaciones agrícolas. Esta postura se debe, principalmente, a los limitados beneficios económicos que perciben, especialmente en relación con el precio ofrecido por las emparadoras, el cual consideran insuficiente para compensar los costos y esfuerzos requeridos para cumplir con las normativas. Asimismo, los productores consideran que los procesos de certificación son complejos y altamente exigentes, lo que dificulta su cumplimiento en un sector agrícola donde la mayoría de las

actividades se desarrollan a campo abierto y están expuestas a factores ambientales difíciles de controlar.

Los resultados de la simulación de la auditoría evidencian diversas áreas de mejora, principalmente en la gestión documental. Los productores presentan dificultades para elaborar y mantener registros y procedimientos relacionados con sus actividades agrícolas. Esta situación se asocia a la capacitación limitada proporcionada por el gobierno y al bajo interés del sector en las certificaciones y los sistemas de gestión de calidad agrícola.

### **Verificación de calidad del producto. Análisis físico y químico del *C. latifolia*, para determinar su cumplimiento con los estándares de calidad establecidos**

La norma nos indica que el limón persa se clasifica en las siguientes categorías de calidad: (Extra, Primera A y Primera B). Los productores de la región de Hueytamalco, Puebla, para entregar a la empacadora, lo clasifican en (Primera, Segunda y Tercera), lo cual, en teoría, sería la misma razón de clasificación.

La norma NMX-FF-077-1996 requiere el cumplimiento de las siguientes especificaciones mínimas de calidad, descritas en el Cuadro 1. Los resultados presentes en el Cuadro 1 indican que los limones clasificados como Extra/Primera cumplen con todas las especificaciones mínimas, por lo que no presentan defectos que puedan generar rechazo por parte del cliente (empacadora).

En las categorías Primera A/Segunda y Primera B/Tercera, los frutos también cumplen, en términos generales, con las especificaciones mínimas requeridas. Sin embargo, en la clasificación Primera B/Tercera se identificó incumplimiento en el punto 5 de la norma, debido a la presencia de manchas en la cáscara. Estas alteraciones son ocasionadas por una exposición solar insuficiente o excesiva durante el desarrollo del fruto en la planta.

Como consecuencia, los limones que presentan dichas características son asignados a categorías de menor calidad durante el proceso de selección y clasificación. Es importante destacar que estos limones no se consideran rechazos ni pérdidas, ya que conservan su funcionalidad. Por ello, los productores los destinan a un cliente menos exigente (recaudadora), desde donde se distribuyen al mercado nacional.

**Cuadro 1.** Resultados de la evaluación de las especificaciones mínimas de calidad del limón persa (*Citrus latifolia*) para las categorías Extra/Primera, Primera A/Segunda y Primera B/Tercera, de acuerdo con lo establecido en la norma NMX-FF-077-1996.

Especificación	Extra /Primera	Primera A/ Segunda	Primera B/ Tercera
	(Cumple/ No cumple)	(Cumple/ No cumple)	(Cumple/ No cumple)
1. Estar sanos y bien desarrollados	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
2. Tener consistencia firme	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
3. Tener aspecto fresco (pero no lavados)	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
4. Estar sanos interior y exteriormente, excluyendo los productos afectados por pudrición o alteraciones que los hagan impropios para su consumo	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
5. Estar limpios, exentos de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica)	Sí cumple	Sí cumple	No cumple
6. Estar exentos de plagas o daños producidos por estas, incluyendo señales de enfermedades	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
7. Estar exentos de olor anormal o extraño	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple

**Fuente:** elaboración propia.

La determinación del tamaño, basada en el diámetro ecuatorial conforme a la norma NMX-FF-009-1982, arrojó los resultados presentados en el Cuadro 2. Cabe señalar que estos valores pueden variar según los requerimientos específicos del cliente en cuanto al tamaño solicitado.

**Cuadro 2.** Resultados de diámetro ecuatorial, con base a la norma NMX-FF-009-1982.

Clasificación	Diámetro ecuatorial (mm)	Especificación
Extra (Primera)	50	> 38 mm
Primera A (Segunda)	60	> 38 mm
Primera B (Tercera)	60	> 38 mm

**Fuente:** elaboración propia.

Podemos observar en el Cuadro 2 que todas las clasificaciones cumplen con la especificación de diámetro ecuatorial  $> 38$  mm, requerido por la normatividad nacional.

Los resultados de la determinación de sólidos solubles totales o grados Brix con base en la norma NMX-FF-015 se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Resultados de la determinación de sólidos solubles totales o grados Brix, con base a la norma NMX-FF-015.

Clasificación	Sólidos solubles (%)	Especificación
Extra/Primera	8.6	No menor a 6.8 %
Primera A/Segunda	6.9	No menor a 6.8 %
Primera B/Tercera	7.3	No menor a 6.8 %

**Fuente:** elaboración propia.

En el Cuadro 3 se muestra que todas las clasificaciones cumplen con la especificación de tener un porcentaje de sólidos solubles no menor al 6.8 por ciento. Los resultados de la determinación de acidez titulable, expresados como porcentaje de ácido cítrico y evaluados conforme a la norma NMX-FF-011-1982, se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Resultados de la determinación de acidez titulable en limón persa (*Citrus latifolia*), expresados en porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la norma NMX-FF-011-1982.

Clasificación	%Ácido cítrico	Especificación
Extra/Primera	8.25	no menor al 7%
Primera A/Segunda	6.27	no menor al 7%
Primera B/Tercera	6.72	no menor al 7%

**Fuente:** elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 4, únicamente la clasificación Extra/Primera cumple con la especificación mínima establecida por la norma, al presentar un contenido de ácido cítrico superior al 7 %. Por el contrario, las clasificaciones Primera A/Segunda y Primera B/Tercera no cumplen con este requisito, ya que registraron valores inferiores al límite establecido.

Esta variación en el contenido de ácido cítrico podría estar relacionada con el grado de madurez del fruto al momento de la cosecha, debido a que la recolección se realiza principalmente en función del tamaño solicitado por la empacadora. En consecuencia, el producto es evaluado y aceptado con

base en sus características físicas y comerciales, más que por sus propiedades químicas y funcionales como fruto cítrico.

Dado lo anterior, se calculó el índice de madurez de cada categoría, para confirmar que el estado de madurez del fruto tiene relación directa con el contenido de ácido cítrico del fruto. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

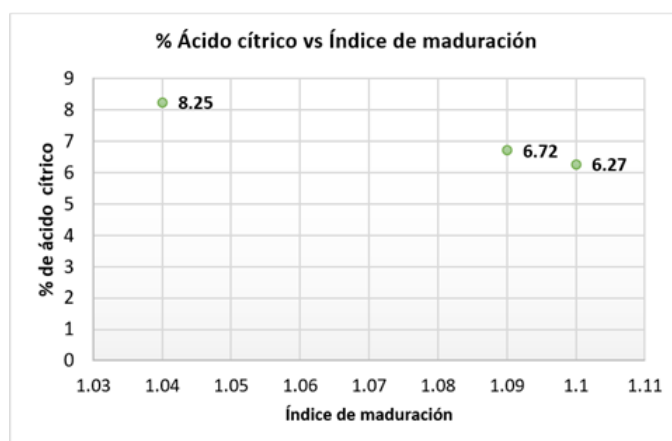
**Cuadro 5.** Índice de maduración de *C. latifolia* según su clasificación

Clasificación	Índice de maduración
Extra/Primera	1.04
Primera A/Segunda	1.10
Primera B/Tercera	1.09

**Fuente:** elaboración propia.

En la Figura 1 se observa que el porcentaje de ácido cítrico disminuye a medida que aumenta el grado de madurez del limón. Esto indica que la cosecha para las clasificaciones (Primera A/Segunda) y (Primera B/Tercera) se realizó cuando el limón ya había pasado su madurez óptima según los valores requeridos por la norma.

**Figura 1.** Porcentaje de ácido cítrico con relación al índice de maduración del *C. latifolia*.



*Fuente.* Elaboración propia.

Los resultados del análisis del contenido de jugo en relación con la masa del *C. latifolia*, según la norma NMX-FF-012-1982, se presentan en el Cuadro 6. Se observa que las clasificaciones (Extra/Primera) y (Primera B/Tercera) no cumplen con la especificación de contenido de jugo. Esto

también está relacionado con el grado de madurez del fruto al momento de la cosecha, como muestra la Figura 2, donde se ve que el contenido de jugo aumenta conforme el fruto madura. Estos resultados, relacionados con el índice de maduración, sugieren que los limones fueron cosechados antes de alcanzar la madurez fisiológica requerida por la normativa nacional.

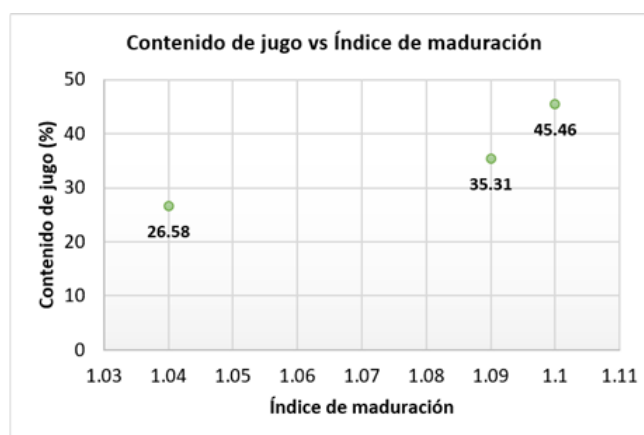
**Cuadro 6.** Resultados del análisis del contenido de jugo en relación con su masa del *C. latifolia*, con base la norma NMX-FF-012-1982.

Clasificación	Contenido de jugo (%)	Especificación
Extra/Primera	26.58	No debe ser menor al 42.0%
Primera A/Segunda	45.46	No debe ser menor al 42.0%
Primera B/Tercera	35.31	No debe ser menor al 42.0%

**Fuente:** elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba de acidez titulable podrían generar una aparente contradicción respecto al índice de maduración requerido para cumplir con los estándares establecidos en la norma correspondiente. Mientras que un mayor grado de maduración favorece el incremento del contenido de jugo, también puede ocasionar una disminución en el porcentaje de ácido cítrico del fruto.

*Figura 2.* Contenido de jugo con relación al índice de maduración del *C. latifolia*.



*Fuente.* Elaboración propia.

Por ello, resulta importante determinar cuál de estas variables —el porcentaje de ácido cítrico o el contenido de jugo— tiene mayor relevancia para el cliente o las empresas empacadoras al momento

de evaluar la calidad del limón persa. Esto permitiría identificar qué criterio predomina en la aceptación comercial del producto y comprender mejor las exigencias del mercado.

### **Gestión de riesgos y controles en los procesos. Análisis de riesgos**

El análisis de riesgos mediante AMEF mostró que los productores de *C. latifolia* de Hueytamalco, Puebla, aplican controles en la mayoría de los puntos críticos del cultivo para reducir los riesgos potenciales. No obstante, estos controles no se encuentran documentados, debido a la falta de capacitación en procesos de registro y al bajo interés en la certificación agrícola.

### **Seguimiento de mejora en la calidad del producto y los procesos**

Las áreas de mejora identificadas en la simulación de auditoría y en el análisis de riesgos se integraron en un plan de acción (CAPA). Este documento se presenta como una propuesta para que los productores implementen mejoras de acuerdo con sus posibilidades económicas y prioricen aquellas acciones que consideren útiles para fortalecer la calidad de sus procesos y de su producto. Las áreas de mejora identificadas a partir de la simulación de auditoría y del análisis de riesgos (AMEF) fueron integradas en un plan de acción correctiva y preventiva (CAPA). Este documento se presentó como una propuesta, orientada a que los productores implementen las acciones de mejora de acuerdo con sus capacidades técnicas y económicas, priorizando aquellas que contribuyan de manera más significativa al fortalecimiento de la calidad del proceso productivo y del producto final.

Los resultados evidencian deficiencias en la protección de los cultivos, lo que incrementa su vulnerabilidad a riesgos que comprometen su integridad y calidad. Asimismo, se identificó un monitoreo insuficiente de las plantas, lo que limita la detección oportuna de enfermedades y la implementación de medidas preventivas eficaces. También se observó la ausencia de programas estructurados de limpieza, sanitización y control documental, lo que afecta la trazabilidad del proceso productivo. Adicionalmente, se detectó una capacitación limitada del personal y de los productores en gestión de calidad, normatividad y manejo adecuado de agroquímicos. En consecuencia, se presentan deficiencias en el orden, la limpieza y la gestión de residuos, lo que incrementa los riesgos sanitarios y ambientales.

En materia de infraestructura, se identificó la ausencia de sanitarios y lavamanos en las áreas productivas, así como la falta de espacios destinados a comedor y de estantes para el resguardo de objetos personales de los trabajadores. No obstante, estos requerimientos sanitarios deben analizarse en función del contexto operativo, ya que, al tratarse de pequeños productores con un

número reducido de personal, dichas necesidades suelen cubrirse mediante el uso de instalaciones domésticas.

En este sentido, aunque no se dispone de infraestructura específica en campo conforme a lo establecido por SENASICA, los productores logran atender parcialmente los requerimientos. Esta situación responde principalmente a limitaciones de factibilidad económica y técnica que dificultan la implementación integral de las disposiciones normativas en las condiciones actuales.

## CONCLUSIONES

La gestión de calidad agrícola influye de manera significativa en la producción de *C. latifolia* en Hueytamalco, Puebla, esta actividad tiene un importante impacto económico debido a su estrecha relación con las cadenas de suministro, particularmente en las actividades de comercialización y distribución.

No obstante, el desarrollo de esta gestión se ve limitado por la situación económica de los pequeños productores, quienes enfrentan exigencias de mejora y certificación que resultan poco rentables debido a los bajos precios que reciben por su producto. A esto se suma la falta de capacitación y desinformación sobre gestión de calidad agrícola, especialmente en el manejo de registros y documentación requeridos para la certificación, percibidos como procesos complejos e innecesarios, generando una percepción negativa hacia la certificación agrícola

Por ello, es fundamental fortalecer el apoyo gubernamental e institucional en materia de capacitación, acompañamiento técnico y supervisión de los procesos de certificación.

A pesar de estas limitaciones, los productores implementan prácticas y controles adecuados que contribuyen a reducir riesgos y garantizar la calidad del fruto. En términos comerciales, el *C. latifolia* producido cumple con los requisitos exigidos por las empacadoras; sin embargo, algunos parámetros químicos establecidos por la normatividad mexicana no se satisfacen debido al estado de madurez requerido para la cosecha. Esto evidencia la necesidad de analizar la congruencia entre las exigencias del mercado y la normativa vigente. Este trabajo refleja a grandes rasgos lo que cada uno de los productores tendría que hacer para cumplir exigencias comerciales, demuestra que la burocracia y la falta de conocimientos puede limitar el desarrollo de los productores.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al SECIHTI y al CICA-BUAP por el apoyo brindado para la realización de este estudio, el cual contribuye al desarrollo social y al fortalecimiento de la investigación en temas relevantes para la agricultura en el país.

## REFERENCIAS

- Aguilar Ávila, J., Vaquero Vera, A., Almaguer Vargas, G., Leos Rodríguez, J. A., & Avendaño Ruiz, B. (2013). Costos de cumplimiento de inocuidad de empacadoras de limón persa (*Citrus latifolia*) en Veracruz, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad de Aguascalientes* (57), 40–48. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Lr>
- Baena Rojas, J. J. (2018). Barreras arancelarias y no arancelarias como restricciones al comercio internacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(83), 542–558. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/wC>
- Bolívar, A. (2015). Dimensiones epistemológicas y metodológicas de la investigación. En *Investigación cualitativa y educación* (pp. 79–109). Porto Alegre, Brasil: Editora da PUCRS. **Recuperado de** <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2200.3929>
- Brosché, S. (2024). La amenaza mundial de los plaguicidas altamente peligrosos. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/GK>
- Camacho Camacho, H., Gómez Espinosa, K. L., & Monroy Andrés, C. (Julio, 2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. Comunicación presentada en Décima Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología, Ciudad de México, México. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Gz>
- Carreño Meléndez, F., Vázquez González, A. Y., & Vázquez González, G. (2019). Problemas sociales y ambientales por el uso de agroquímicos en Tenancingo, México. *Revista Académica de Investigación Tlatemoani* (31), 1–25. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/TC>
- Casaca-Ventura, A. D. (2005). Manual técnico para el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia*). **Recuperado de** <https://n9.cl/a1at51Manual>
- Chrysler LLC, General Motors Corporation, & Ford Motor Company. (2008). Análisis de modos y efectos de fallas potenciales. **Recuperado de** <https://n9.cl/a1at51Manual>

- Cogollo Flores, J. M., & Correa Espinal, A. A. (2017). La gestión de la calidad en cadenas de suministro: Desarrollos y tendencias. *Espacios*, 38, 1–22. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Ud>
- del Pozo de la Calle, S., Ruiz Moreno, E., Valero Gaspar, T., Ávila Torres, J. M., & Varela Moreiras, G. (2012). Valor nutricional de los limones. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/nJ>
- Díaz Vallejo, J., Barraza Villarreal, A., Yáñez Estrada, L., & Hernández Cadena, L. (2021). Plaguicidas en alimentos: Riesgo a la salud y marco regulatorio en Veracruz, México. *Salud Pública de México*, 63(4), 486–497. **Recuperado de** <https://doi.org/10.21149/12297>
- Escamilla Jiménez, C. I., Cuevas Martínez, E. Y., & Fonseca, J. G. (2009). Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Facultad de Medicina UNAM*, 52(2), 73–75. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/tI>
- Gómez Cruz, M. Á., & Schwentesius Rindermann, R. (2005). México: Producción y comercialización de limón persa. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Jy>
- Hernández Calderón, M. L. (2019). La bioquímica y fisiología del sabor. *Revista de Educación Bioquímica*, 38(4), 100–104. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/ot>
- Herrera, M. M., Robles Parra, J. M., & Preciado Rodríguez, J. M. (2023). Sistemas integrados de gestión de la calidad: Estrategia para la competitividad en la agroindustria alimentaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 17(34), 50–58. **Recuperado de** <https://doi.org/10.31908/19098367.2942>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2018). El mercado y la comercialización: Gestión empresarial táctica y operativa. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/yf>
- Martin, M. A., & Rodríguez, J. (2019). *CAPA: Acciones correctivas y preventivas en las industrias alimentarias* (2.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. **Recuperado de** <https://shre.ink/5mfX>
- Martínez Flores, S., González Gallego, J. M. C., & Jesús Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271–278. **Recuperado de** <https://shre.ink/5mrL>
- Muñoz Morales, J. M., Capilla Otero, M. M., Gordillo Ibarra, X., & Muñoz Morales, J. M. (2024). El impacto del uso inadecuado de agroquímicos y riego intensivo en la degradación del suelo: del

- cultivo al yermo. *Alianzas y Tendencias BUAP*, 34(9), 65–70. **Recuperado de** <https://doi.org/10.5281/zenodo.12510276>
- Noguera Romero, L. (2014). Utilización de un desecho agroindustrial de la producción de jugo de limón persa (*Citrus latifolia*) para obtener pectina cítrica. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Dx>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos (ISO 9001:2015)*. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Qj>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Directrices para la auditoría de sistemas de gestión (ISO 19011:2018)*. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/pke>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Gestión de riesgos: Directrices (ISO 31000:2018)*. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Kt>
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Mejora de la seguridad y salud en el trabajo en las cadenas de suministro en la agricultura: Incentivos y limitaciones*. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/ag>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Sd>
- Pérez Trueba, G. (2003). Los flavonoides: ¿Antioxidantes o prooxidantes? *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 22(1), 48–57. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Fq>
- Piñeiro, M., & Díaz Ríos, L. B. (2007). *Estudios de casos de América Latina*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/oN>
- Rivas González, J. A., & Patiño Rodríguez, G. (2021). Impactos ambientales del sector agrícola y los agroquímicos en Casanare en el periodo 2015–2020. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/fs>
- Rodríguez Arzave, J. A., Florido Aguilar, A. L., & Hernández Torres, M. A. (2020). Determinación de parámetros fisicoquímicos en jugos de frutas cítricas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* (5), 233–238. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/lq>
- Rodríguez Cedillos, M. (2002). Cultivo de limón pérsico. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/EH>

Rojas, I., & Schaefer, K. A. (2024). Ampliación de la zona de exclusión fitosanitaria para el aguacate mexicano: impactos en el mercado y consecuencias no deseadas. *Food Policy*, 129, 102738. **Recuperado de** <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102738>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1982). Productos alimenticios no industrializados para uso humano—Fruta fresca—Determinación del tamaño en base al diámetro ecuatorial (NMX-FF-009-1982). **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Oy>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1982). Productos alimenticios no industrializados para uso humano—Fruta fresca. Determinación de acidez titulable, método de titulación (NMX-FF-011-1982). **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/SOQ>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1982). Productos alimenticios no industrializados para uso humano—Fruta fresca—Determinación del contenido de jugo en frutas cítricas en base al peso (NMX-FF-012-1982). **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/UM>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1982). Productos alimenticios no industrializados para uso humano—Fruta fresca—Determinación de sólidos solubles totales (NMX-FF-015-1982). **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/xW>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1996). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano—Fruta fresca—Limón persa (*Citrus latifolia* L.)—Especificaciones (NMX-FF-077-1996-SCFI). **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/Xt>.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). Mexico exportó en promedio 749 mil toneladas de limón, lo que generó ingresos por 672 millones de dólares. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/ai>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Ratifica México su posición como segundo productor y exportador mundial de limones y limas. **Recuperado de** <https://facmed.buap.mx/url/ai>