

Estrategias Sostenibles para el Cultivo de Lima Ácida Tahití: Reducción de Costos y
Riesgos Financieros

Darwin Mamián Dorado

Diego Vivas Almeida

Universidad Icesi
Maestría en Sostenibilidad
Programas Interdisciplinarios
Diciembre, 2024
Cali, Colombia

Estrategias Sostenibles para el Cultivo de Lima Ácida Tahití: Reducción de Costos y
Riesgos Financieros

Darwin Mamián Dorado
Diego Vivas Almeida

Trabajo de Grado para optar al título de Máster en Sostenibilidad

Directoras del Proyecto
Paola Olaya PhD & Ginna Rodríguez MEng.

Universidad Icesi
Maestría en Sostenibilidad
Programas Interdisciplinarios
Diciembre, 2024
Cali, Colombia.

Resumen

El cultivo de la lima ácida Tahití en Colombia constituye una oportunidad de acceder a mercados de exportación, siendo el tercer producto hortofrutícola más exportado en el año 2023. En la zona del Valle del Cauca y Valle del Patía, en el departamento del Cauca, este cultivo enfrenta desafíos debido a la fluctuación de precios del mercado, insumos agrícolas y el uso eficiente de los recursos naturales. Este estudio analiza prácticas de manejo sostenible implementadas por 15 microempresarios de la región, los resultados destacan la adopción de biofertilizantes, compostaje y coberturas vegetales, prácticas que optimizan la fertilidad del suelo, retención de humedad y procesos biológicos, reduciendo costos de producción y riesgos financieros a mediano y largo plazo. Se propone una ruta de transición hacia un modelo de producción sostenibles, el cual también incluye el manejo integrado de plagas y cultivos intercalados, incrementando la biodiversidad y la productividad. Este enfoque no solo beneficia la viabilidad económica y ambiental de los microempresarios, sino que también constituye una herramienta para mejorar su competitividad y acceso a mercados internacionales. Se concluye que el manejo sostenible del cultivo de lima ácida Tahití es clave para mitigar los efectos del cambio climático y garantizar una producción sostenible.

Palabras clave: Lima ácida Tahití, manejo sostenible, biofertilizantes, compostaje, biodiversidad, competitividad, mercados internacionales, cambio climático, agricultura sostenible, microempresarios.

Abstract

The cultivation of Tahiti lime in Colombia represents an opportunity to access export markets, being the third most exported fruit and vegetable product by 2023. In the area of Valle del Cauca and Valle del Patía, in the department of Cauca, this crop faces challenges due to fluctuating market prices, agricultural inputs and the efficient use of natural resources. This study analyzes sustainable management practices implemented by 15 microentrepreneurs in the region. The results highlight the adoption of biofertilizers, composting and mulching, practices that optimize soil fertility, moisture retention and biological processes, reducing production costs and financial risks in the medium and long term. A transition path to a sustainable production model is proposed, which also includes integrated pest management and intercropping, increasing

biodiversity and productivity. This approach not only benefits the economic and environmental viability of microentrepreneurs, but also constitutes a tool to improve their competitiveness and access to international markets. It is concluded that sustainable management of Tahiti lime cultivation is key to mitigating the effects of climate change and guaranteeing sustainable production.

Key words: Tahiti acid lime, sustainable management, biofertilizers, composting, biodiversity, competitiveness, international markets, climate change, sustainable agriculture, micro-entrepreneurs.

Resumen Gráfico

Lima Ácida Tahití



1. Practicas de manejo



2. Costos de producción



3. Ruta para mejorar y/o establecer un manejo sostenible



Introducción

La agricultura orgánica (AO) ha crecido notablemente en los últimos años, alcanzando 76.4 millones de hectáreas en 2021, y presenta opciones sostenibles para la producción de alimentos más nutritivos con menor uso de insumos (Willer et al., 2023). En el cultivo de cítricos, como la lima ácida Tahití, la adopción de prácticas orgánicas y regenerativas ha mostrado beneficios en la fertilidad del suelo y la biodiversidad (Abobatta & El-Azazy, 2020), aunque su implementación inicial enfrenta desafíos como rendimientos inestables (Knapp & Van Der Heijden, 2018). Identificar prácticas de manejo sostenible aplicadas a la lima ácida Tahití resulta crucial para reducir costos de producción y disminuir riesgos financieros para los microempresarios locales. Evaluar el impacto económico y ambiental de estas prácticas puede guiar a los agricultores hacia un modelo de producción más resiliente y rentable. Dado el crecimiento en la demanda de productos elaborados a partir de esta fruta, se propone una ruta de transición que permita incorporar prácticas sostenibles en este cultivo. Con el fin de investigar las prácticas de manejo actuales, su impacto económico y poder sugerir un manejo adecuado del cultivo lima Tahití, desarrollamos los objetivos de este trabajo con base en las siguientes tres preguntas.

1. ¿Cuáles son las prácticas de manejo sostenible actualmente implementadas en el cultivo de la lima ácida Tahití?
2. ¿De qué manera impacta el manejo sostenible de la lima ácida Tahití en la reducción de costos de producción y en la disminución de los riesgos financieros para los microempresarios de la región?
3. ¿Qué pasos y estrategias son necesarios para facilitar una transición hacia un modelo de producción sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití, considerando las particularidades en los resultados obtenidos?

Los resultados de esta investigación permitirán generar recomendaciones para promover estrategias de adopción de prácticas sostenibles en el cultivo de lima ácida Tahití y contribuir al desarrollo de una agricultura más sostenible y competitiva en la región.

Contexto del problema

La AO es un sistema de producción agrícola que prioriza el uso de prácticas naturales y sostenibles, evitando insumos químicos sintéticos como fertilizantes, pesticidas y herbicidas (Karabacak & Yilmaz, 2024). Para 2021, la superficie mundial dedicada a actividades de AO ascendió a 76.4 millones de hectáreas, 65.4 millones más que en 1999 (Forschungsinstitut für biologischen Landbau (Suisse) & International Federation of Organic Agriculture Movements, 2023). En el cultivo de lima ácida Tahití, se implementan prácticas sostenibles como el manejo integrado de plagas (MIP), el uso de abonos orgánicos y compostaje, la cobertura vegetal, la irrigación eficiente y la rotación de cultivos (Martínez et al., 2019). Estas prácticas no solo mejoran la fertilidad del suelo, el uso del agua y la biodiversidad, sino que también permiten producir alimentos con mayor contenido nutricional utilizando menos insumos (Ciccccarese & Silli, 2016; Gomiero et al., 2011).

La demanda mundial de alimentos orgánicos sigue creciendo, impulsada por cambios en las preferencias de los consumidores que buscan alimentos más saludables y producidos bajo técnicas sostenibles. En este contexto, los países latinoamericanos, incluidos los productores de lima ácida Tahití en Colombia, tienen una oportunidad significativa para posicionarse en el mercado global. Las exportaciones de productos hortofrutícolas, como la lima ácida Tahití, han mostrado un crecimiento notable, con un aumento del 28% en el volumen de exportación en 2023 (Unidad Técnica de Proyectos Asohofrucol, 2023). Sin embargo, los productores enfrentan desafíos como la erosión del suelo y problemas de plagas con implicaciones económicas como el descarte de frutos para exportación, que deben ser abordados mediante prácticas sostenibles para asegurar la competitividad y sostenibilidad a largo plazo (Murcia et al., 2020; Alvarez, 2017).

Aunque las prácticas sostenibles pueden requerir inversiones iniciales más altas, como en técnicas de desintoxicación del cultivo y sistemas de riego por goteo, a largo plazo reducen los costos operativos al disminuir la dependencia de insumos químicos y optimizar el uso del agua (Orduz & Mateus, 2019). Además, al mejorar la salud del suelo y la biodiversidad, estas prácticas aumentan la resiliencia del cultivo frente a plagas y condiciones adversas, lo que puede traducirse en una mayor productividad y menores pérdidas (Jouzi et al., 2017; Knapp & van der Heijden, 2018).

Objetivo del proyecto.

Analizar cómo el manejo sostenible del cultivo de la lima ácida Tahití contribuye a la reducción de costos de producción y la disminución de riesgos financieros para los microempresarios del norte del Valle del Cauca y Valle del Patía en el Departamento del Cauca.

Objetivos Específicos

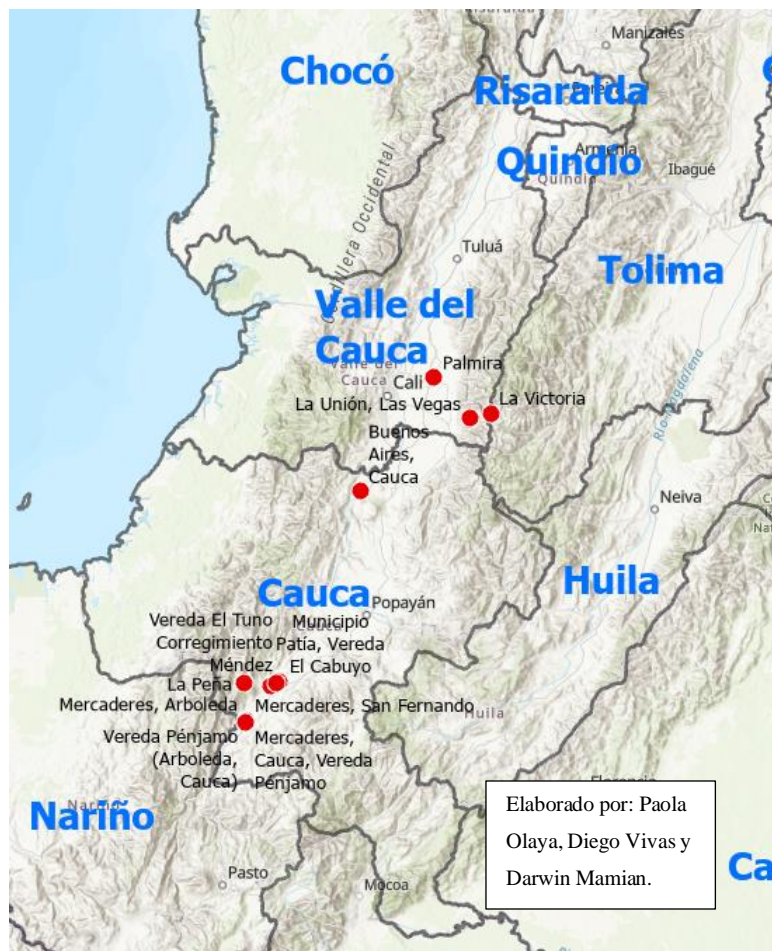
1. Identificar las prácticas de manejo sostenible aplicadas al cultivo de la lima ácida Tahití.
2. Evaluar el impacto del manejo sostenible del cultivo de la lima ácida Tahití en la reducción de costos de producción y la disminución de los riesgos financieros para los microempresarios de la región.
3. Proponer una ruta de transición hacia un modelo de producción que incluyan prácticas de agricultura sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití.

Metodología

Para identificar las prácticas sostenibles en los cultivos de lima ácida Tahití, se seleccionó una muestra de 15 microempresarios productores ubicados en el departamento del Valle del Cauca y en el Valle del Patía, en el departamento del Cauca (Mapa 1). A los productores seleccionados se les envió una encuesta estructurada (ver Anexo 1), con un total de 18 preguntas que tenían como objetivo caracterizar sus unidades productivas, investigar las prácticas agrícolas sostenibles implementadas, e identificar efecto de prácticas sobre los costos de producción y riesgos financieros en la producción de Lima ácida Tahití en el Cauca y Valle del Cauca.

A partir de los resultados obtenidos en los dos primeros objetivos de la investigación, y mediante la consulta de fuentes secundarias, se elaboró un análisis comparativo entre las prácticas convencionales y las sostenibles en el cultivo de lima ácida Tahití. Asimismo, se caracterizó el perfil de los productores, identificados como microempresarios, mediante la herramienta de perfil del cliente. Con base en estos hallazgos, se propone una ruta de transición hacia un modelo de producción, orientado a la implementación y mejora de prácticas agrícolas sostenibles en el cultivo de lima ácida Tahití. Para la construcción de la ruta de transición, se analizaron casos exitosos de implementación de prácticas sostenibles en contextos comparables, considerando las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de la región de estudio. Este modelo proporciona un marco práctico y adaptable para que los microempresarios optimicen sus procesos productivos, reduzcan costos y aumenten la sostenibilidad de sus cultivos, promoviendo un enfoque integral en la gestión del cultivo de lima ácida Tahití.

El mapa se construyó en ArcGIS Pro 3.3 (Esri, 2024), utilizando el nombre de los sitios para crear un archivo GeoJSON en ChatGIS, que luego se transformó en una geometría de puntos usando la herramienta JSON to Feature Class. Las gráficas se crearon en R 4.1.1 (R Core Team, 2021) utilizando los paquetes readxl (Wickham & Bryan, 2019), ggplot2 (Wickham, 2016), dplyr (Wickham et al., 2023), RColorBrewer (Neuwirth, 2022) y scales (Wickham & Seidel, 2023).



Mapa 1. Distribución de las fincas que producen Lima ácida Tahiti en el Cauca y Valle del Cauca.

Resultados y Discusión

Prácticas de manejo sostenible aplicadas al cultivo de la lima ácida Tahití.

La encuesta realizada reveló que únicamente el 6,7 % de los microempresarios encuestados no implementa prácticas sostenibles en el manejo del cultivo de lima ácida Tahití, lo que representa una proporción mínima dentro de la muestra analizada. Este hallazgo sugiere una tendencia positiva hacia la adopción de prácticas sostenibles por los microempresarios encuestados. Entre quienes han incorporado dichas prácticas, destacan el uso de abonos orgánicos, el manejo integrado de plagas y la restauración del suelo como las prácticas sostenibles más representativas. La adopción de estas labores varía entre un 53,3 % y un 86,7 % de los encuestados, con una mayor prevalencia en el uso de abonos orgánicos 13/15 (86,7 %), seguida del manejo integrado de plagas 10/15 (66,7 %) y la restauración de suelos 8/15 (53,3 %). Estos resultados reflejan un avance en la transición hacia un modelo de producción sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití (**Figura 1**).

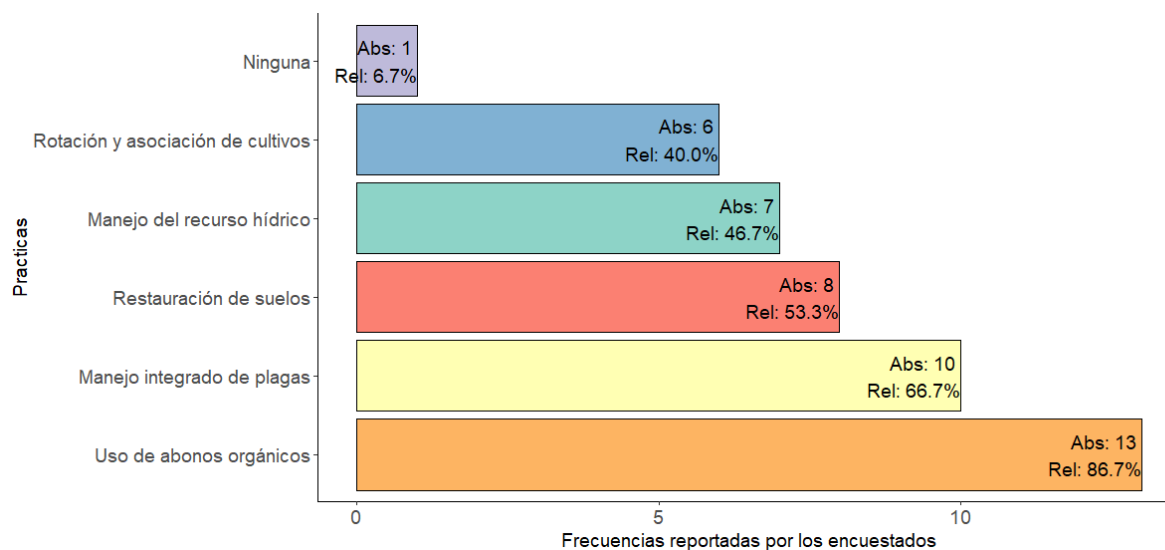


Figura 1. Prácticas de manejo sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití.

Los biofertilizantes, la cobertura del suelo y las enmiendas orgánicas están dentro de las prácticas más usadas por los microempresarios encuestados para la restauración del suelo (**Figura 2**). El uso de **biofertilizantes** contribuye a mejorar la productividad del cultivo de lima ácida Tahití al potenciar la absorción de nutrientes, aumentar la retención de agua y favorecer la

recuperación del suelo (Hamsa et al., 2023). La implementación de esta práctica sostenible al igual que la de enmiendas orgánicas (ej, compostaje) sugieren un avance importante en el acondicionamiento y nutrición del suelo y son técnicas relevantes en una transición eficaz al manejo sostenible del cultivo de lima ácida Tahití. El uso de biofertilizantes en cultivos de cítricos estimula el crecimiento y la resistencia de las plantas a patógenos (Abobatta, 2020), lo que sugiere una buena alternativa para su uso en la producción de Lima Tahití y abre una oportunidad para nuevas investigaciones usando parcelas demostrativas.

La implementación de la **cobertura del suelo** en cultivos de cítricos es una práctica esencial para la restauración y manejo sostenible del suelo. Un ejemplo de esta práctica es el uso de *Urochloa ruziziensis* o pasto ruzi, que ha demostrado ser altamente efectivo como cultivo intercalado, ya que estimula el ciclo de nutrientes, y aumenta la actividad microbiana en el suelo, mejorando la salud de las plantas y aumentando el rendimiento de las frutas en un 20% en 10 años (Arantes et al., 2020). Estos hallazgos indican que la restauración del suelo mediante coberturas con cultivos intercalados no solo reduce costos en compra de fertilizantes para los productores, sino que también incrementa significativamente la productividad de los cultivos de lima ácida Tahití.

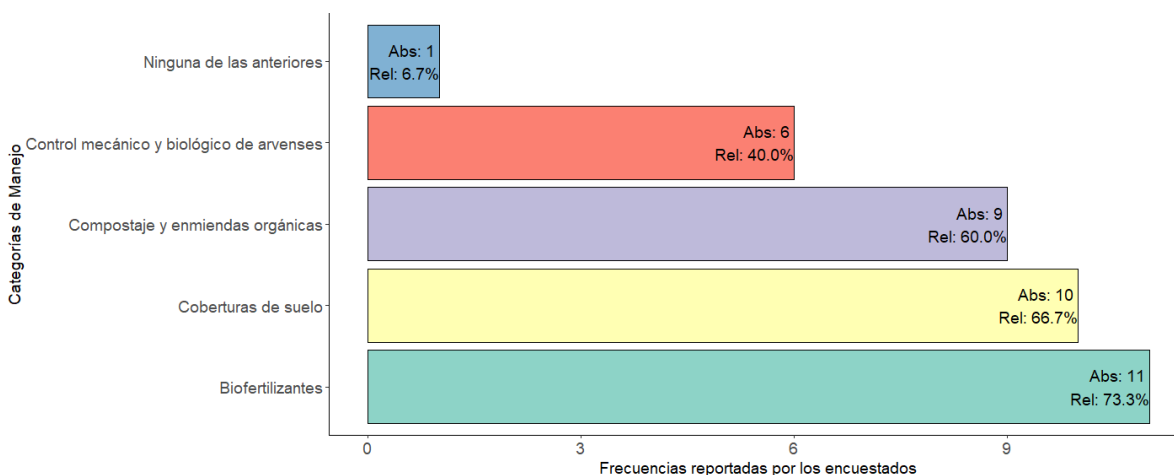


Figura 2. Distribución de categorías de prácticas sostenibles para recuperar el suelo.

En cuanto al manejo del recurso hídrico para riego del cultivo, el 53.3% lo obtienen de fuentes naturales de agua como ríos, quebradas, lagunas o nacimientos de agua (**Figura 3**). Este manejo, en el contexto de los desafíos climáticos, plantea un riesgo significativo ya que el agua será cada vez más limitada, lo que evidencia la ausencia de un manejo sostenible de riego en la

producción de la lima ácida Tahití. Las proyecciones climáticas sugieren un aumento de las temperaturas del aire de entre 2,2 y 5,1 °C, con temperaturas superiores a 30 °C durante los períodos secos, eventos de congelamiento y una reducción en las precipitaciones de al menos un 4% (Syed et al., 2023). Estos cambios aceleran el estrés abiótico en las zonas productoras de cítricos e impactan inevitablemente en la fisiología de los árboles y en la calidad del rendimiento, esta condición ambiental ha potenciado el desarrollo de una fisiopatía en las plantas productoras, lo cual ha generado el deterioro de los árboles, y en ocasiones la muerte causando la caída de la producción (Ríos Rojas et al., 2018; Syed et al., 2023).

El sistema de riego por aspersión de aguas subterráneas, que representa el 20% de los productores encuestados (**figura 3**), plantea desafíos significativos en cuanto al uso sostenible del recurso hídrico. Este sistema puede generar una distribución desigual del agua debido a variaciones en la presión y el diseño del sistema, lo que ocasiona que algunas áreas reciban un exceso de agua mientras que otras experimenten déficit. Esta distribución desigual puede inducir estrés hídrico en las plantas y llevar a un uso ineficiente del recurso, resultando en un aumento de la huella hídrica total del cultivo. Aunque los cítricos presentan una huella hídrica relativamente baja en comparación con otros cultivos, el uso ineficiente o excesivo del agua incrementa la presión sobre los recursos hídricos locales y puede contribuir a la degradación ambiental (Gutierrez, 2015). Una opción para evitar el uso de agua desde fuentes naturales es implementar riego por agua lluvia recolectada que es una de las practicas con menos uso (13.3%), (**Figura 3**).

La recolección de agua de lluvia y el riego por goteo son técnicas de ahorro de agua comúnmente utilizadas para garantizar la sostenibilidad y la productividad agrícola. (W Zhang et al., 2021). Los beneficios de los sistemas de recolección de aguas lluvias aumentan de forma lineal con variables de escalado como las tasas de adopción, la vida útil del sistema, la superficie de cultivo y las necesidades de agua. Esto indica que una mayor implementación del sistema puede conducir a mejores resultados de sostenibilidad (Ghimire & Johnston, 2019). Por otro lado, el riego por goteo de forma subterránea promueve una rápida recuperación del estado hídrico del suelo y mantienen niveles adecuados de contenido de agua, produciendo así una mayor eficiencia de aplicación de agua que los sistemas de superficie hasta de un 23%, comparado con sistema de riego por aspersión, sin afectar la productividad de la fruta (W Zhang et al., 2021).

Estudios, demuestran que los efectos de la sequía en los cultivos de lima Tahití se pueden reducir o mitigar con el uso de prácticas sostenibles como la de cobertura de suelos con cultivos intercalados como el pasto ruzi o *Urochloa ruziziensis*, una especie de *Brachiaria* que ayuda a retener humedad en el suelo, disminuyendo el estrés hídrico del árbol, de esta manera reduce la frecuencia del riego protegiendo las fuentes hídricas (Arantes et al., 2020).

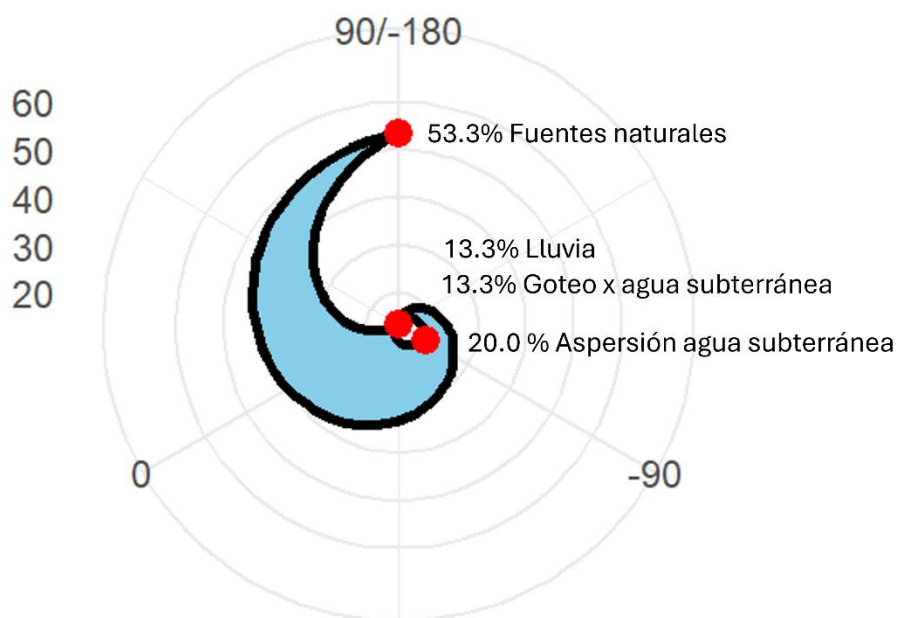


Figura 3. Fuentes de agua para riego del cultivo de lima ácida Tahití.

El **manejo de plagas** en el cultivo de limón Tahití se efectúa en un 66.7 % (10 productores) a través de un manejo integrado y un 33.3% (5 productores) de una forma convencional. Los métodos de control biológico utilizados incluyen aceite de neem, jabón potásico, hongos entomopatógenos, biopreparados y biocontroladores para el control de pulgones, moscas blancas, ácaros, cochinilla harinosa (*Unaspis citri*) y la escama verde de los cítricos (*Coccus viridis*) (Arboleda Restán, 2022). Por ejemplo, el aceite de Neem actúa como un repelente natural de insectos, interrumpiendo el ciclo de vida de las plagas al inhibir tanto su alimentación como su reproducción (Teles et al., 2024). Diversos hongos entomopatógenos han sido estudiados con éxito en el control del áfido marrón de los cítricos (*Toxoptera citricidus*), tanto en condiciones de laboratorio como en campo. Entre los más destacados se encuentran *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus* (Balfour & Khan, 2012; Poprawski, Parker, & Tsai, 1999; Rondón, Arnal, &

Godoy, 1981). Los parasitoides *Diaphorencyrtus aligarhensis* y *Tamarixia radiata* ayudan a controlar *Diaphorina citri* (Fauvergue & Quilici, 1991). Estas alternativas de control de plagas ayudan a reducir el uso continuo de agroquímicos perjudiciales para el ambiente, la salud humana y la biodiversidad en agroecosistemas.

Impacto en Costos y Riesgos Financieros

En general, los microempresarios entrevistados reportaron una disminución significativa en los costos de producción, alcanzando un 53.3% (**Figura 4A**). Esta reducción está vinculada principalmente a la adopción de prácticas sostenibles, destacándose la fertilización del suelo (40%), el control de plagas (26.7%) y el uso eficiente del agua mediante sistemas de riego por goteo (20.0%) (**Figura 4B**). Además, estas prácticas han contribuido a mejorar la calidad de la fruta (**Figura 4C**), lo que ha permitido un aumento en los márgenes de ganancia (46.7%) y acceso a mercados de exportación (33.3%) (**Figura 4D**), fortaleciendo así la economía de los productores.

Este hallazgo concuerda con un estudio previo realizado en India, donde los agricultores que adoptaron un manejo integrado sostenible reportaron una reducción de costos entre el 14% y el 19% en comparación con los sistemas de agricultura convencional (Reddy et al., 2022). De manera similar, una investigación enfocada en opciones ecológicas para controlar la población del cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) evidenció que el manejo integrado de plagas bajo prácticas sostenibles no solo disminuye los costos de producción, sino que también mejora las condiciones biológicas de los cultivos (Harrison et al., 2019).

La implementación de una agricultura más sostenible genera beneficios económicos significativos, impulsados por la creciente demanda de alimentos orgánicos en Europa occidental. Este mercado ofrece nuevas oportunidades de exportación para los productores orgánicos de otras regiones (Novytska, 2021). Al adoptar prácticas sostenibles, los agricultores pueden certificar sus productos y cumplir con los requisitos necesarios para obtener certificaciones como Global GAP, ampliando así su acceso a mercados internacionales.

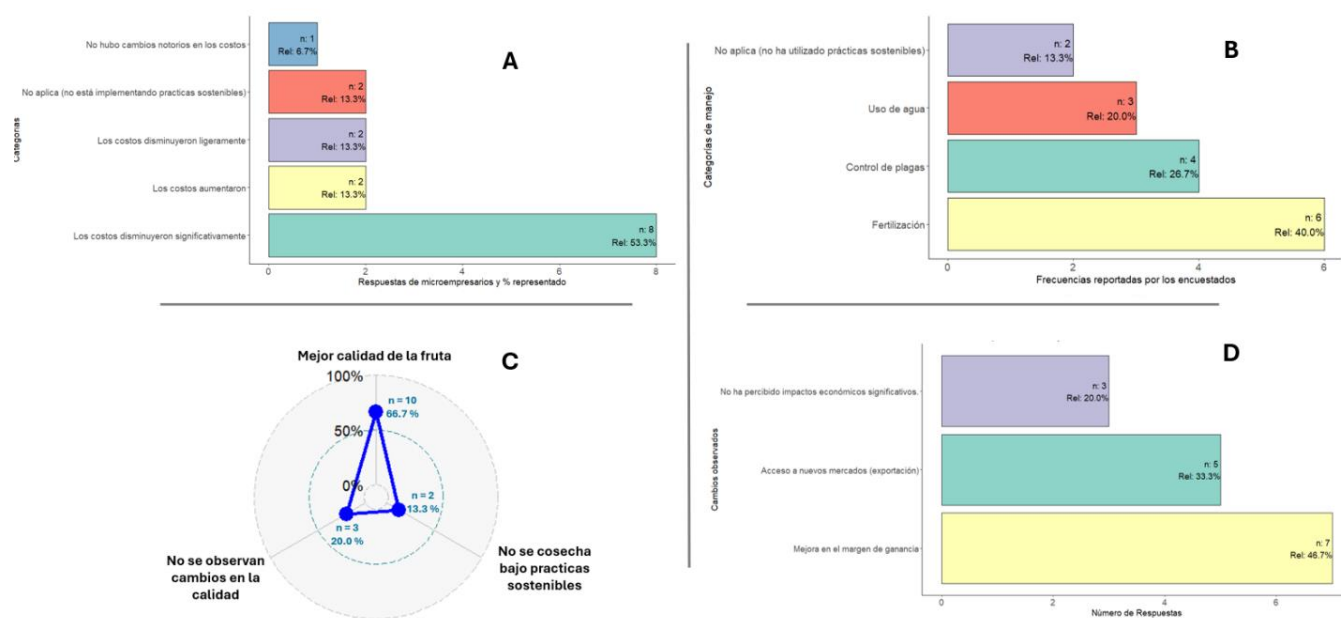


Figura 4. Muestra el impacto en los costos de producción (A), prácticas de manejo sostenible donde se observa mayor reducción en los costos (B), efecto en la calidad de la fruta (C) y en las ganancias económicas y acceso a mercados de exportación (D).

Adicionalmente, los microempresarios reportaron una mejora en la calidad de los frutos obtenidos mediante prácticas sostenibles. Este incremento en la calidad ha sido documentado por estudios como los de Fan et al. (2023) y Wang et al. (2022), que demostraron que tomates y manzanas producidos de manera sostenible presentan mejor sabor y mayores concentraciones de fósforo y azúcares.

La **tabla 1** muestra un análisis comparativo de la estructura de costos que implica un manejo sostenible frente a uno tradicional.

Tabla 1: Comparativa de costos anuales agricultura tradicional vs agricultura sostenible

Costos anuales de producción por hectárea				
Costo	Agr Tradicional		Agr Sostenible	
Fertilización	Triple (15-15-15) 50Kg	\$ 151.400	Humus de lombriz 50Kg	\$ 62.000
Coadyudantes	Pegal AE 1L	\$ 40.900	JWA 1L	\$ 9.885
Control de plagas	Abacmentina 1L	\$ 53.000	Aceite de neem 1L	\$ 27.990
	TOTAL ANUAL (COP)	\$ 2.943.600	TOTAL ANUAL (COP)	\$ 1.198.500

Fuente: elaboración propia con datos de Mercado Libre

Si bien es cierto que los requerimientos nutricionales y la frecuencia de fertilización varían de cultivo a cultivo, la AO permite ahorrar en promedio 61% de los costos cuando se migra a insumos orgánicos.

Ruta de transición hacia un modelo de producción sostenible de lima ácida Tahití.

Para facilitar una transición hacia un modelo de producción sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití, es necesario implementar varias estrategias. Primero, se debe proporcionar capacitación y asistencia técnica a los agricultores sobre prácticas sostenibles y sus beneficios. Segundo, es crucial desarrollar incentivos económicos, como subsidios o créditos, para apoyar la adopción de estas prácticas. Tercero, se deben establecer redes de colaboración entre agricultores, investigadores y organizaciones para compartir conocimientos y experiencias (Crowder & Reganold, 2015). Finalmente, es importante promover la certificación orgánica y el acceso a mercados que valoren los productos sostenibles, lo que puede aumentar la rentabilidad para los productores (Raynolds, 2004; Peng, 2019).

Se propone, una ruta de transición hacia un modelo de producción sostenible de lima ácida Tahití, considerando los siguientes aspectos:

Las características edafoclimáticas y las socioeconómicas de los microempresarios de la región de estudio: son agroecosistema denominado seco y muy seco, con suelos franco-arenosos, temperaturas mayores a 24 °C y precipitaciones con promedios anuales que oscilan entre 500 y 2.000 mm, altura que oscila entre 500 y 1500 MSNM. Estas características climáticas y edáficas

son ideales para la lima ácida Tahití (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia], 2020).

Estudios previos que han identificado como prácticas sostenibles relevantes, la cobertura del suelo, el vermicompostaje, la diversificación de cultivos, el manejo de residuos, las enmiendas orgánicas y el manejo adecuado de fertilizantes. Estas estrategias contribuyen a reducir la erosión del suelo, mejorar el ciclo de nutrientes, disminuir los costos de insumos y aumentar la resiliencia de las tierras cultivadas (Grover et al., 2024). Se identifican de igual manera que Los bioprocesos en cultivos perennes, que utilizan organismos vivos para controlar las poblaciones de plagas, son una estrategia sostenible que reduce la dependencia de pesticidas sintéticos y sus efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Esta práctica puede representar una oportunidad valiosa para futuras investigaciones en el cultivo de lima ácida Tahití, al contribuir a un manejo más ecológico y eficiente de los recursos, promoviendo la salud del suelo y la biodiversidad en las áreas de producción.

Teniendo en cuenta la información recolectada mediante la encuesta (**Anexo 1**), que ha sido analizada en los objetivos uno y dos de este trabajo, se presenta una radiografía de las prácticas agrícolas sostenibles implementadas por los productores de lima ácida Tahití. Además, se evalúa el impacto de estas prácticas en la disminución de los costos de producción, proporcionando una visión clara sobre cómo estas acciones contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia económica en el cultivo de lima ácida Tahití.

Perfil del microempresario, identificados como persona productora natural; Persona o grupo de personas físicas que toman las decisiones sobre las actividades que se realizan en la Unidad Productora Agropecuaria (UPA); ellos enfrentan los riesgos, toman los créditos, reciben las ganancias o asumen las pérdidas económicas con su patrimonio (DANE). (2016). Las condiciones socioeconómicas, consideradas como media y alta, permite acceso a medios de comunicación, acceso a tecnologías y a participar de manera vertical en la cadena de producción de la lima ácida Tahití, no necesariamente viven en la unidad productiva y se apoyan en trabajadores o familiares que están viviendo en la finca, de igual manera la actividad agrícola no es la actividad económica principal. Se recomienda a los microempresarios, cuyo perfil se caracteriza por su independencia, considerar la asociatividad como una estrategia fundamental para replicar el modelo productivo y acceder a mercados globales. La formación de asociaciones

les permitirá incrementar su capacidad de negociación frente a clientes potenciales, consolidar su presencia en la cadena de valor y mejorar la rentabilidad a través de una comercialización más eficaz.

Se propone como práctica sostenible agrícola más importante **la restauración y acondicionamiento del suelo**, esta práctica que tiene como características, la labranza mínima o sin labranza, uso de biofertilizantes, compostaje (vermicompostaje) y uso de coberturas vegetales (cultivos intercalados). Para mantener la salud del suelo, aumentar la vida microbiana del suelo, regular la humedad y ph del suelo, prevenir erosión, aumentar producción de biomasa y mitigar la presencia de malezas, como esta referenciado en la **Tabla 2 (ver anexo)**. Es indispensable empezar por realizar esta práctica o fortalecer su manejo en el cultivo de lima ácida Tahití. Así mismo como práctica relevante se propone el uso de *Urochloa ruziziensis* o pasto ruzi, que ha demostrado ser altamente efectivo **como cultivo intercalado**, ya que permite la producción de forrajes de alta calidad sin necesidad de labranza ni aplicación de pesticidas. Esta cobertura aumenta el rendimiento de los frutos en un 20% en comparación con coberturas sin cultivo intercalado y en un 56% en comparación con un manejo convencional (Arantes et al., 2020). Pasturas con base en gramíneas mejoradas (*Urochloa ruziziensis*, *Piata* y *Decumbens*), secuestran carbono en mayor cantidad en partes profundas del perfil del suelo, generalmente debajo de la capa arable (10-15 cm), esta característica hace que el carbono esté menos expuesto a los procesos de oxidación y por lo tanto reducir su pérdida como gas invernadero (Castro y Oyola, 2015). Bajo este panorama y en el marco de los distintos acuerdos internacionales sobre acción por el clima, Colombia como país signatario de los mismos ha puesto en marcha diferentes iniciativas para reducir las emisiones GEI en un 20% a 2030 e implementar acciones de adaptación al cambio climático para reducir su nivel de vulnerabilidad frente a los impactos de este fenómeno. (Gutiérrez et al., 2021).

También es importante los **procesos de compostaje** que representan el modelo **de economía circular** dentro de la unidad productiva, se recomienda realizar el **vermicompost (humus)**, proceso de descomposición aeróbica, mediante la utilización de lombrices para obtener el humus ya sea sólido o como lixiviado, como principales productos, el uso del vermicompost es importante porque representa una alternativa para recuperar y mejorar la fertilidad de los suelos. (Ortiz Dongo et al., 2023). Este proceso de descomposición es apto para utilizar insumos

de origen orgánicos tanto de animal como vegetal, labor clave para darle un nuevo uso a los residuos orgánicos que produzca la finca y que sigan en el sistema, característica de la economía circular. Para frutales se recomienda utilizar entre **10 a 20 toneladas por hectárea**, teniendo en cuenta variables como la calidad y disponibilidad del abono, análisis químico del suelo.

Debido a las condiciones de la estructura del suelo con predominio de texturas arcillo-limosas, franco-arenosas y franco-arcillo-arenosas, y pendientes que van del 12% al 75%. Constituye una alta influencia para los procesos de erosión por escorrentía, teniendo en cuenta el tipo de relieve, entre las prácticas más recomendadas se encuentran **las obras en terrazas en la instalación del huerto**, que disminuyen el efecto erosivo por escorrentía superficial. Asimismo, se sugiere usar **barreras vivas cortaflujo en el borde de la terraza, y conservar o instalar revestimientos vegetales que generen cobertura orgánica (mulch)**, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia], 2020).

Cultivos intercalados en la fase de establecimiento, el cultivo de lima ácida Tahití, es de naturaleza perenne, por lo que sus primeras producciones considerables se dan desde el tercer y cuarto año. Lo que representa un flujo de caja negativo en este período. Por tal razón, en las plantaciones que van de pequeñas a medianas, el uso de cultivos intercalados es una práctica común, que contribuye a aumentar la eficiencia económica de la plantación, facilitar el control de malezas, mejorar las características físicas y químicas de los suelos, y protegerlos de la erosión (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia], 2020). En la **Tabla 3 (ver anexo)**, se presentan distintos tipos de cultivos transitorios y abonos verdes, así como las condiciones técnicas de su implementación en el cultivo.

Manejo del recurso hídrico, En los suelos de tipo arcilloso, como es el caso de la zona de estudio, hay un almacenamiento de agua mayor a otro tipo de suelos, la humedad reside durante un tiempo más largo, y las frecuencias de riego pueden ser de 24 a 36 horas; Ahora bien, esta recomendación no es genérica, e incluso entre fincas de la misma localidad es necesario hacer un seguimiento continuado a la humedad del suelo en el sitio del cultivo (Ríos-Rojas et al., 2018). Para estos suelos, los emisores ideales son goteros, y la elección del caudal de cada uno de ellos depende de la presión del sistema, se propone implementar **sistemas de recolección de aguas lluvias** como alternativa para la disponibilidad de este recurso y poder **realizar un sistema de riego por goteo subterráneo** (se adapta a la estructura de las raíces profundas del

cultivo), el cual es más eficiente con el manejo del recurso hídrico y genera un mejor balance en el cultivo de lima ácida Tahití. En suelos arcillosos de ladera, el uso de riego por goteo, con emisores de bajos caudales, que no superen los 8 L/h, es una condición obligada que permite, entre otras ventajas, una mayor eficiencia de aplicación, economía de agua, disminución de costos de mano de obra para el manejo de malezas, y la oportunidad de utilizar fertirriego (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia], 2020). El uso de sensores de humedad o la realización de la prueba de gravimetría hace posible diseñar un programa más ajustado en lo que se refiere al periodo y la frecuencia de riego (Ríos-Rojas et al., 2018).

Respecto al **manejo de plagas**, la recomendación es realizar la preparación de insumos en el sitio de cultivo. Productos como el Refractante JADAM (JWA por sus siglas en inglés) se pueden fabricar con pocos ingredientes y en grandes cantidades. Frente a los tiempos de preparación, el JWA no requiere calefacción externa por lo que se puede preparar en cualquier ambiente y el proceso completo toma aproximadamente 4 días donde al final se tendrá un producto listo para usar.

La **Tabla 4** muestra cómo se compara la utilización de este insumo frente al químico más usado por los agricultores de lima ácida Tahití.

Tabla 4: Comparación entre el manejo sostenible y convencional en el control de plagas del cultivo de lima ácida Tahití.

	Manejo Sostenible	Manejo Convencional
<i>Insumo</i>	Refractante JADAM (JWA)	Abamectina agrícola
<i>Efectivo contra</i>	Ácaros, trips, cochinillas, pulgón	Ácaros, nematodos, larvas de lepidópteros
<i>Dosificación</i>	2.5-5ml por litro una vez a la semana	2.5ml por litro una vez a la semana
<i>Costo por litro</i>	\$9.885 COP	\$53.000 COP

Fuente: Elaboración propia

Aunque la concentración y la frecuencia de aplicación dependen de las necesidades específicas de cada agricultor, el costo por litro de los insumos ya representa un ahorro de más del 80% en los costos de producción. Además, mientras que la Abamectina requiere alrededor de 10 días para eliminar cualquier rastro de su uso en el cultivo, el JWA, al ser biodegradable, se descompone en tan solo unos pocos días después de su aplicación. Finalmente, la Abamectina es un producto altamente tóxico que puede perjudicar a insectos benéficos, como las abejas y otros polinizadores. En cambio, el JWA ofrece la ventaja de que, independientemente de la concentración utilizada durante las aspersiones, no representa una amenaza para organismos distintos a aquellos que están afectando la fruta.

Conclusiones

La investigación revela un avance significativo en la adopción de prácticas sostenibles en el cultivo de lima ácida Tahití por parte de 15 microempresarios del Valle del Cauca y el Valle del Patía, departamento del Cauca. Entre las prácticas sostenibles implementadas, destacan el uso de biofertilizantes, coberturas del suelo y compostaje, las cuales han demostrado ser fundamentales para la restauración y mejoramiento de la fertilidad del suelo. Estas prácticas contribuyen a mejorar la salud del suelo, optimizar la retención de humedad, fomentar procesos biológicos beneficiosos y reducir la dependencia de insumos químicos, lo que, a su vez, disminuye los costos de producción a mediano y largo plazo. Además, técnicas como las coberturas del suelo con cultivos intercalados no solo mejoran la calidad del suelo y regulan la humedad, sino que también incrementan la productividad del cultivo, mientras que el compostaje enriquece el ciclo de nutrientes, potenciando la sostenibilidad del sistema. Estos hallazgos resaltan la importancia de fomentar estas prácticas, que no solo generan beneficios económicos para los productores, mediante aumento de flujo de caja, sino que también promueven la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles en la región.

Así mismo la adopción de prácticas de manejo hídrico sostenibles, como recolección de aguas lluvias y sistemas de goteo subterráneos. Estos sistemas no solo son cruciales para enfrentar los desafíos climáticos actuales, mediante el cuidado de las fuentes de agua y además de garantizar la viabilidad económica y ambiental de la producción de lima ácida Tahití en el largo plazo.

El manejo sostenible del cultivo de la lima ácida Tahití demuestra ser una estrategia eficaz para reducir costos de producción y generar beneficios económicos significativos para los microempresarios (15 encuestados), del Valle del Cauca y valle del Patía, departamento del Cauca. Los resultados evidencian que el 66.6% de los encuestados reportaron disminuciones en los costos de producción, siendo los mayores ahorros en fertilización y control de plagas. Asimismo, el 80% de los productores identifican impactos económicos positivos, especialmente un aumento en el margen de ganancia, alineado con la optimización de recursos. Estos hallazgos reafirman la importancia de la agricultura sostenible como una herramienta para mejorar la

rentabilidad, reducir los riesgos financieros y promover la competitividad de los agricultores en los mercados globales. Una recomendación clave para el gremio de productores de lima ácida Tahití es fomentar la **asociatividad** entre sus miembros, lo que les permitirá mayores oportunidades de acceso programas de fortalecimiento del manejo sostenible del cultivo y de igual manera poder acceder a mercados internacionales.

La ruta de transición propuesta hacia un modelo de producción sostenible en el cultivo de lima ácida Tahití integra prácticas agrícolas basadas en la restauración y acondicionamiento del suelo, economía circular, manejo eficiente del recurso hídrico y control integrado de plagas, adaptadas a las características edafoclimáticas y socioeconómicas de los microempresarios de la región, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y promueven la sostenibilidad de las unidades productivas.

Referencias

- Abobatta, W. F.** (2020). Biofertilizers and citrus cultivation. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 5(4), 171–176. <https://doi.org/10.15406/mojes.2020.05.00190>
- Amanda, M. T., Castro, F., & Almeida-Souza, F.** (2024). Capítulo 9: Hongos entomopatógenos como agentes de control biológico. En *Control de plagas agrícolas* (pp. 181–198). <https://doi.org/10.1515/9783111204819-009>
- Anthony, E., Nyaanga, J., & Saidi, M.** (2023). Uso de hongos entomopatógenos como biopesticidas para controlar plagas de insectos: Una revisión. *American Journal of Applied Sciences*, 21(1), 1–14. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2024.1.14>
- Arantes, A. C. C., Cotta, S. R., Conceição, P. M. d., Meneghin, S. P., Martinelli, R., Próspero, A. G., Boaretto, R. M., Andreote, F. D., Mattos-Jr., D., & Azevedo, F. A. d.** (2020). Implication of *Urochloa spp.* intercropping and conservation agriculture on soil microbiological quality and yield of Tahiti acid lime in long-term orchard experiment. *Agriculture*, 10(11), 491. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110491>
- Arboleda Restan, M.** (2022). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de lima ácida tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) de la empresa Agroindefuturo S.A.S en el municipio de Planeta Rica, Córdoba.
- Babajani, A., Muehlberger, S., Feuerbacher, A., & Wieck, C.** (2023). Drivers and challenges of large-scale conversion policies to organic and agro-chemical-free agriculture in South Asia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 21(1). <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2262372>
- Balfour, A., & Khan, A.** (2012). Effects of *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas on *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae). *Plant Protection Science*, 48(3), 123–130.
- Castellanos, B., García, B., & García, J.** (2023). Economic and environmental effects of replacing inorganic fertilizers with organic fertilizers in three rainfed crops in a semi-arid area. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su152416897>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (2020). *Modelo productivo de la lima ácida Tahití*. Mosquera, Cundinamarca: Agrosavia. Recuperado de <https://editorial.agrosavia.co/publicaciones>

Crowder, D. W., & Reganold, J. P. (2015). Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(24), 7611–7616. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423674112>

Dipti, G., Kalonia, N., Dahiya, B., & Rani, P. (2024). Soil health for sustainable agriculture. En *Sustainable Agriculture Practices* (pp. 117–145). <https://doi.org/10.58532/v3bcag19p4ch4>

Esri. (2024). *ArcGIS Pro* (Versión 3.3) [Software]. Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 124–195. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355>

Gutierrez, V. L. (2015). *Huella hídrica de cítricos: Impacto sobre la disponibilidad de agua en la etapa de producción primaria de naranjas (Citrus sinensis) en la Provincia de Entre Ríos, Argentina* (Tesina de grado). Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. Recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/7636>

Hamsa, S., Tiwari, R., & Chaudhary, C. (2023). Utility of biofertilizers for soil sustainability. En *Technology for a Sustainable Environment* (pp. 293–330). Bentham Science Publishers.

Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U., & van den Berg, J. (2019). Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder-friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243(March), 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>

Jouzi, Z., Azadi, H., Taheri, F., Zarafshani, K., Gebrehiwot, K., Passel, S., & Lebailly, P. (2017). Organic farming and small-scale farmers: Main opportunities and challenges. *Ecological Economics*, 132, 144–154.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.10.016>

Martínez, M., Murcia, N., Rios Rojas, L., Correa Moreno, D. L., Carabalí Muñoz, A., Kondo, T., Rodríguez Mora, D. M., Jaramillo, A., Mesa Nora, C., & Rodríguez, I. (2019). *Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de cítricos*.

<http://hdl.handle.net/20.500.12324/35027>

Neuwirth, E. (2022). *RColorBrewer: ColorBrewer palettes* (Versión 1.1-3) [Paquete R]. <https://CRAN.R-project.org/package=RColorBrewer>

Novytska, I. (2021). Strategies for introduction of domestic organic producers to international markets. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Economy and Management*. <https://doi.org/10.32838/2523-4803/71-4-12>

Ordúz, J., & Mateus, D. (2019). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. En *La ecofisiología de los cítricos en el trópico: El caso del piedemonte llanero de Colombia* (Vol. 2, pp. 49–91).

Ortiz Dongo, L. F., Pérez Porras, W. E., & Solórzano Acosta, R. A. (2023). *Guía práctica para la producción de vermicompost (humus)*.

Peng, M. (2019). The growing market of organic foods: Impact on the US and global economy. En D. Biswas & S. A. Micallef (Eds.), *Safety and practice for organic food* (pp. 3–22). Academic Press.

Poprawski, T., Parker, P., & Tsai, J. (1999). Laboratory and field evaluation of hyphomycete insect pathogenic fungi for control of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 28(2), 315–321.

R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (Versión 4.1.1) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Raynolds, L. T. (2004). The globalization of organic agro-food networks. *World Development*, 32(5), 725–743.

Reddy, A. A., Melts, I., Mohan, G., Rani, C. R., Pawar, V., Singh, V., Choubey, M., Vashishtha, T., Suresh, A., & Bhattarai, M. (2022). Economic impact of organic agriculture: Evidence from a pan-India survey. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142215057>

Rondón, A., Arnal, E., & Godoy, F. (1981). Comportamiento del *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas, patógeno del áfido *Toxoptera citricida* (Kirk.) en fincas cítricas de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 30, 201–212.

Santosh, R. G., & Johnston, J. M. (2019). Evaluación de la sostenibilidad de la recolección de agua de lluvia en la agricultura: Evaluación de tipos de cultivos alternativos y prácticas de riego. *PLOS ONE*, 14(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216452>

Schader, C., Heidenreich, A., Kadzere, I., Egyir, I., Muriuki, A., Bandanaa, J., Clottey, J., Ndungu, J., Grovermann, C., Lazzarini, G., Blockeel, J., Borgemeister, C., Muller, A., Kabi, F., Fiaboe, K., Adamtey, N., Huber, B., Niggli, U., & Stolze, M. (2021). How is organic farming performing agronomically and economically in sub-Saharan Africa? *Global Environmental Change*, 70(February), 102325. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102325>

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>

Spren, T. H., Gao, Z., Fernandes, W., & Zansler, M. L. (2020). Global economics and marketing of citrus products. En M. Talon, M. Caruso, & F. G. Gmitter (Eds.), *The genus Citrus* (pp. 471–493). Woodhead Publishing.

Syed, B. H., Karagiannis, E., Manzoor, M., & Ziogas, V. (2023). Del estrés al éxito: Aprovechar los avances tecnológicos para superar los impactos del cambio climático en la citricultura. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 42, 345–363. <https://doi.org/10.1080/07352689.2023.2248438>

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2ª ed.). Springer. <https://ggplot2.tidyverse.org>

Wickham, H., & Bryan, J. (2019). *readxl: Read Excel files* (Versión 1.3.1) [Paquete R]. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>

Wickham, H., & Seidel, D. (2023). *scales: Scale functions for visualization* (Versión 1.2.1) [Paquete R]. <https://CRAN.R-project.org/package=scales>

Wickham, H., François, R., Henry, L., & Müller, K. (2023). *dplyr: A grammar of data manipulation* (Versión 1.1.2) [Paquete R]. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

Zhang, W., Sheng, J., Li, Z., Weindorf, D. C., Hu, G., Xuan, J., & Zhao, H. (2021). Integración de la recolección de agua de lluvia y el riego por goteo para mejorar la eficiencia del uso del agua en huertos de manzanos del noroeste de China. *Scientia Horticulturae*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109728>

ANEXOS

Tabla 2. *Comparativo entre las prácticas convencionales y las sostenibles en el cultivo de lima ácida Tahití*

Prácticas Agrícolas	Manejo Sostenibles	Manejo convencional
Preparación o restauración de suelos	Labranza mínima o sin labranza, con uso de biofertilizantes, compostaje y uso de coberturas vegetales (cultivos intercalados), para mantener la salud del suelo, regular la humedad, prevenir erosión, aumentar producción de biomasa y mitigar la presencia de malezas.	Labranza intensiva que puede llevar a la degradación del suelo, uso de herbicidas (glifosatos).
Manejo integrado de Plagas	Uso de control biológico (depredadores naturales, aceite de Neem, jabón potásico y hongos entomopatógenos), plaguicidas orgánicos (biopreparados) y trampas para reducir el uso de agroquímicos, protección de la biodiversidad.	Aplicación de pesticidas químicos de amplio espectro, contaminación al ecosistema y a los trabajadores.
Manejo del recurso hídrico.	Implementación de riego por goteo y captación de agua lluvia. Generar una optimización del recurso hídrico, suministro de agua constante.	Riego por aspersión o inundación, con alto consumo de agua. Uso desmedido de fuentes naturales de agua y aguas subterráneas.
Uso de abonos orgánicos	Empleo de biofertilizantes y compostaje (vermicompostaje), promoviendo la fertilidad y restauración natural del suelo, mejorando su estructura y retención de agua. Además, de potenciar la fertilización.	Uso predominante de fertilizantes y enmiendas de origen químico, que pueden afectar la microbiota del suelo.
Rotación y asociación de cultivos.	Alternancia de cultivos y diversificación para generar productos alternos, permite menor presencia de malezas, reducción de productos químicos, aumento de capacidad de captura de carbono del cultivo, aumenta la productividad y la biodiversidad.	Monocultivo, lo que disminuye la biodiversidad y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Fuente: *elaboración propia.*

Tabla 3. *Cultivos transitorios y abonos verdes sembrados en el piedemonte del Meta y en la altillanura plana de Puerto Gaitán*

Cultivo o abono verde	Cantidad de semilla en Kg/Ha	Sistemas de siembra
Arroz O. Sabana 10	100	Labranza cero
Soya	80	Labranza cero
Maíz	30	Labranza cero
Maní Forrajero	8	Labranza cero
Clotalaria	40	Labranza cero
Cuapi	40	Labranza cero

Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (2020). Modelo productivo de la lima ácida Tahití. Mosquera, Cundinamarca: Agrosavia. Recuperado de <https://editorial.agrosavia.co/publicaciones>.

Anexo 1

Encuesta sobre el Manejo Sostenible del Cultivo de Lima Ácida Tahití

Información General de los Microempresarios

1. Inicial del primer nombre e inicial del primer apellido:

[_____]

2. Ubicación (municipio y vereda):

[_____]

3. ¿Cuántas hectáreas tiene en total su finca?

[_____]

4. ¿Cuántas hectáreas tiene dedicadas a la producción de lima ácida Tahití?

[_____]

5. ¿Maneja cultivos asociados o de rotación en su Unidad Productiva Agrícola?

- Granos

- Frutales
- Hortalizas
- Huerta casera
- Otros (especifique): [_____]
- Ninguno

6. ¿Ha exportado lima ácida Tahití en los últimos 12 meses?

- Sí, he exportado a través de mis propios medios
- Sí, he exportado a través de un tercero (empresa exportadora)
- No, pero estoy en proceso
- No, no tengo intención de exportar

Objetivo 1: Identificar las prácticas de manejo sostenible aplicadas al cultivo de lima ácida Tahití

1. ¿Cuál de las siguientes prácticas sostenibles ha implementado en su cultivo?

Seleccione una o varias opciones.

- Rotación y asociación de cultivos
- Uso de abonos orgánicos (humus, aboniza, biofertilizantes)
- Manejo integrado de plagas (aceite de neem, jabón potásico, hongos entomopatógenos, biopreparados, biocontroladores)
- Restauración de suelo (coberturas, mulch, microorganismos endémicos, erradicación mecánica de arvenses)
- Manejo del recurso hídrico (sistemas de riego eficientes)
- Ninguna de las anteriores

2. ¿Qué tipo de fertilización utiliza en su cultivo?

- Biofertilizantes
- Fertilización química
- Combinación de biofertilizantes y químicos
- Ninguna de las anteriores

3. ¿Qué fuente de agua utiliza en su sistema de riego?

- Agua de lluvia recolectada
- Riego por goteo con fuentes subterráneas
- Riego por aspersión con agua de pozos
- Uso de aguas tratadas o recicladas
- Ninguna de las anteriores

4. ¿Qué prácticas realiza para la restauración y cuidado del suelo?

- Compostaje y enmiendas orgánicas
- Coberturas de suelo (cultivos intercalados, tecnología del mulch, arvenses nobles)
- Biofertilizantes
- Control mecánico y biológico de arvenses
- Ninguna de las anteriores

Objetivo 2: Evaluar el impacto del manejo sostenible en los costos de producción y riesgos financieros

5. ¿Cuál ha sido el principal impacto en los costos de producción tras implementar prácticas sostenibles?

- Los costos disminuyeron significativamente
- Los costos disminuyeron ligeramente

- No hubo cambios notorios en los costos
- Los costos aumentaron
- No aplica

6. ¿Cómo ha impactado el uso de fertilizantes orgánicos en comparación con fertilizantes químicos?

- Costos significativamente menores
- Costos ligeramente menores
- Los costos se mantuvieron igual
- Los costos aumentaron
- No aplica

7. ¿Cuál es el costo promedio de producción por hectárea en un año?

- Menos de \$7.100.000
- Entre \$7.100.000 y \$8.300.000
- Entre \$8.301.000 y \$9.500.000
- Entre \$9.501.000 y \$10.700.000
- Entre \$10.701.000 y \$11.900.000
- Más de \$12.000.000

7.1. ¿Qué costos representan la mayor proporción del total?

- Mano de obra
- Insumos
- Transporte
- Asistencia técnica

7.2. ¿Qué área ha visto mayores aumentos de costos debido a las prácticas sostenibles?

- Uso de agua
- Fertilizantes
- Control de plagas
- Mano de obra
- Otra: [_____]
- No aplica

8. ¿Ha presentado dificultades financieras en los últimos 12 meses?

- Sí (especifique):
 - Liquidez
 - Nómina
 - Retorno a la inversión
 - Barreras de financiamiento
- No

9. ¿Cuál ha sido el impacto económico de implementar prácticas sostenibles?

- Mejora en el margen de ganancia
- Acceso a nuevos mercados
- Mejora en la liquidez
- Mejor acceso a servicios financieros
- No ha percibido impactos económicos significativos
- No aplica

9.1. ¿Qué tanto afecta la fluctuación de precios del mercado?

- Altamente afectado
- Medianamente afectado
- Ligeramente afectado
- No afecta

Explique su respuesta:

[_____]

10. ¿Ha notado cambios en la calidad de la fruta?

- Mejoró
- No hubo cambios significativos
- Empeoró
- No ha cosechado bajo estas prácticas

Explique su respuesta:

[_____]

Objetivo 3: Diseñar una ruta de transición hacia un modelo sostenible

11. ¿Considera que las prácticas sostenibles son importantes para la viabilidad económica?

- Sí
- No
- Desconoce su importancia

12. ¿Ha considerado implementar prácticas sostenibles?

- Sí

- No

12.1. ¿Qué prácticas considera implementar en los próximos 2 años?

- Rotación de cultivos
- Uso de abonos orgánicos
- Manejo integrado de plagas
- Restauración de suelo
- Manejo del recurso hídrico