

Elaboración de un protocolo para la transición del cultivo de lima ácida Tahití a producción orgánica en Santander

Jorge Armando Muñoz Noreña y Jaime Humberto Solano Jaimez

Trabajo de Grado para Optar al Título de: Administrador Agroindustrial

Director

Jairo Rueda

Ingeniero Agrónomo

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional y educación a distancia

Programa de Administración Agroindustrial

Bucaramanga

2026

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Justificación	16
2. Objetivos	17
2.1 Objetivos específicos	17
3. Cuerpo del trabajo.....	18
3.1 Marco teórico	18
3.1.1 Marco referencial	26
3.1.2 Marco conceptual.....	30
3.1.3 Marco legal	34
3.2 Metodología	37
3.2.1 Tipo y enfoque de investigación	38
3.2.2 Diseño metodológico general	40
3.2.3 Fases metodológicas	40
3.2.3.1 Fase 1. (1-12 meses) Diagnóstico inicial y evaluación del predio.....	40
3.2.3.2 Fase 2 (Mes 12 – 24): Transición del sistema convencional a orgánico, estabilización y optimización del agroecosistema.	41
3.2.3.3 Fase 3 (Mes 24 – 36): Consolidación, mantenimiento y manejo técnico del cultivo de cosecha orgánica y certificación.	43
3.2.4 Instrumentos y registros de información.....	44
3.2.5 Fuentes de información.....	45

3.2.6 Validación técnica.....	46
4. Listado maestro de documentos y formatos de soporte	46
4.1 Documentación inicial y de planificación.....	47
4.1.1 Análisis de la situación actual de la finca	47
4.1.2 Análisis de suelo	47
4.1.3 Análisis de agua	47
4.1.4 Inventario de infraestructura y equipos.....	47
4.2 Plan de transición a orgánico	48
4.2.1 Plan de manejo del suelo durante la transición.....	48
4.2.2 Plan de manejo de plagas y enfermedades durante la transición	48
4.2.3 Plan de manejo de malezas durante la transición.....	49
4.2.4 Plan de aislamiento y prevención de contaminación	49
4.2.5 Plan de monitoreo y evaluación del proceso de transición	49
4.3 Requisitos de exportación UE y EE. UU.....	49
4.3.1 Unión Europea	49
4.3.2 Estados Unidos.....	50
4.3.3 Requisitos normativos.....	50
4.4 Selección de la entidad certificadora	50
4.5 Documentación legal y de registro (similar a la producción orgánica directa)	55
4.5.1 Registro de la finca/predio	55
4.5.2 Registro Único Tributario (RUT)	55
4.5.3 Permisos y licencias pertinentes	55
4.6 Formatos de registro y control (adaptados a la transición).....	56

4.6.1 Registro de enmiendas orgánicas aplicadas	56
4.6.2 Registro de siembra de coberturas verdes.....	57
4.6.3 Registro de laboreo del suelo.....	57
4.6.4 Registro de monitoreo de plagas y enfermedades (con énfasis en la transición).....	57
4.6.5 Registro de métodos de control de plagas y enfermedades orgánicos aplicados.....	58
4.6.6 Registro de manejo de malezas (métodos orgánicos).....	58
4.6.7 Registro de aislamiento y medidas de prevención de contaminación.....	58
4.7 Documentos de comunicación con la certificadora	59
4.7.1 Solicitud de certificación orgánica (período de transición)	59
4.7.2 correspondencia con la entidad certificadora.....	59
5. Resultado.....	60
5.1 Fase inicial de establecimiento	61
5.1.1 Selección de sitio y diseño del cultivo.....	64
5.1.2 Diseño del lote	67
5.1.3 Labores complementarias	72
5.1.4 Análisis en el predio o finca.....	73
5.1.5 Análisis de agua	73
5.1.6 Análisis de suelo	77
5.1.7 Variedad.....	80
5.1.8 Preparación del terreno	83
5.1.9 Plantación.....	84
5.2 Transición de producción convencional a orgánico del cultivo.....	86
5.2.1 Fase 1 (1-12 meses) diagnóstico inicial y evaluación del predio.....	86

5.2.2 Análisis de agua	91
5.2.3 Análisis de suelo	92
5.2.4 Análisis de fruta	94
5.2.5 Análisis foliar.....	95
5.2.6 Revisión de registro de aplicaciones de los últimos dos años	96
5.3 Mantenimiento	101
5.3.1 Manejo de arvenses (malas hierbas)	101
5.3.2 Podas	102
5.3.3 Renovación (árboles adultos o improductivos).....	103
5.3.4 Riego	103
5.4 Manejo fitosanitario Fase 2 (Mes 12-24): Estabilización y optimización del agroecosistema.....	104
5.4.1 Prevención (base del sistema orgánico).....	107
5.4.2 Monitoreo (detección temprana y constante).....	107
5.4.3 Control biológico (acción permitida en transición orgánica)	108
5.4.4 Enfermedades críticas: Huanglongbing (HLB o “Greening”).....	109
5.5 Manejo nutricional	110
5.5.1 Fertilización	110
5.5.2 Micronutrientes y complementos.....	111
5.5.3 Buenas prácticas complementarias	112
5.6 Insumos Permitidos con Restricciones	113
5.7 Cosecha y postcosecha Fase 3 (Mes 24 – 36): Consolidación, cosecha orgánica y certificación.....	115

5.7.1 Higiene de canastillas	120
5.7.2 Elementos para la cosecha	120
5.7.3 Olores y aromas	121
5.7.4 Desinfección de la herramienta.....	121
5.7.5 Condiciones climáticas	121
5.7.6 Diámetro de los frutos.....	121
5.7.7 Punto de cosecha.....	122
5.8 Recolección de fruta	123
5.8.1 Fruto arrancado	123
5.8.2 Utensilios para depositar los frutos.....	123
5.8.3 Acopios temporales.....	124
5.9 Requisitos generales de limón Tahití tipo exportación.....	124
5.9.1 Zonas e instalaciones necesarias para fincas certificadas y de exportación de limón Tahití.....	127
6. Discusión.....	137
7. Conclusiones	147
8. Recomendaciones	148
Referencias bibliográficas.....	150

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Comparativo entre sistemas de producción convencional y orgánica de cítricos.....	21
Tabla 2 Plagas de Mayor incidencia en Lima ácida Tahití.....	24
Tabla 3. Organismos y normas que regulan la producción orgánica.....	36
Tabla 4 Tipo, alcance y enfoque de la investigación.....	38
Tabla 5. Fases del protocolo técnico.....	60
Tabla 6. Fuentes de información de datos referenciales para el predio.....	62
Tabla 7. Aspectos agroclimáticos a evaluar.....	64
Tabla 8. Marcos de siembra más utilizados en Santander.....	69
Tabla 9 Tipo de parámetro — Parámetros mínimos recomendados (Análisis de agua).....	74
Tabla 10. Rangos ideales de fertilidad del suelo y recomendaciones para el cultivo de limón tahití (Citrus latifolia Tanaka).....	78
Tabla 11. Patrones más recomendados para el cultivo de limón Tahití en el departamento de Santander.....	81
Tabla 12. Acciones relacionadas con la eliminación de plaguicidas sintéticos y la conversión orgánica.....	86
Tabla 13. Biocontroladores y acciones de estabilización en el cultivo de limón Tahití.....	105
Tabla 14 Pesticidas y biocontroladores permitidos en producción orgánica.....	113
Tabla 15 Insumos minerales y orgánicos permitidos en la fertilización del limón Tahití orgánico.....	114
Tabla 16 Pesticidas y biocontroladores permitidos en la producción orgánica de limón Tahití	114

Tabla 17 Acciones principales de la Fase 3: Consolidación, cosecha orgánica y certificación . 116

Tabla 18. Requisitos normativos de certificación orgánica (ICA, UE, USDA) 117

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Mapa municipios del Departamento de Santander- Colombia.....	27
Figura 2. Logo alimento ecológico colombiano	51
Figura 3. logo ICA	51
Figura 4 Logo norma orgánica europea	51
Figura 5 Logo Global GAP.....	52
Figura 6 Logo HACCP	52
Figura 7 Logo USDA Organic	52
Figura 8 Diagrama de flujo	88
Figura 9 Fruto en punto de cosecha	122
Figura 10 Índice de madurez.....	122
Figura 11 Utensilios para depositar los frutos	123
Figura 12 Punto de acopio	124
Figura 13 Punto de acopio	128
Figura 14. Zona de compostaje.....	128
Figura 15. Zona de mezcla de productos	129
Figura 16. Separación de residuos	130
Figura 17 Bodegas de insumos	130
Figura 18 Normas de trabajo inicio de labores	131
Figura 19. Oficina	132
Figura 20. Bodega producto terminado	133

Figura 21 Mapa de finca	134
Figura 22 Zona de extintor y botiquín	135
Figura 23 Bodega de herramientas	135
Figura 24 Baños.....	136
Figura 25 Municipio donde viven los encuestados.....	138
Figura 26 Grafica resultados cultura orgánica de los encuestados	139
Figura 27 Grafica sobre conocimiento de agricultura orgánica de la encuesta	139
Figura 28 Grafica sobre si el encuestado ha recibido capacitación de cultivos orgánicos	140
Figura 29 Gráfico de repuestas sobre conocidos utilizando agricultura orgánica	141
Figura 30 Gráfico respuestas si hay altos conocimientos en prácticas orgánicas.....	141
Figura 31 Gráfico de respuestas sobre si utilizan insumos orgánicos	142
Figura 32 Grafica sobre las practicas orgánicas más fáciles de implementar.....	143
Figura 33 Grafica sobre limitaciones en el campo para realizar la transición	143
Figura 34 Grafico de respuestas sobre disposición para realizar la transición	144
Figura 35 Grafico de resultados sobre beneficios esperados con el cambio a orgánico.....	145
Figura 36 Grafica de respuestas sobre si al cultivar un producto orgánico puede mejorar su mercado.....	145
Figura 37 Grafica sobre apoyo que más se necesita para realizar la transición.....	146

Lista de Apéndices

“Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional”

Resumen

Título: Elaboración de un protocolo para la transición del cultivo de lima ácida Tahití a producción orgánica en Santander*.

Autores: Jorge Armando Muñoz Noreña, Jaime Humberto Solano Jaimez**

Palabras Clave: Limón Tahití, agricultura orgánica, transición convencional, producción sostenible, Santander, protocolo agrícola.

Descripción:

Este trabajo de grado se enfocó en el diseño y validación de un protocolo técnico para el manejo sostenible del cultivo de limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander, con énfasis en la zona rural del municipio de Lebrija. La investigación surgió ante la necesidad de contar con una guía práctica y adaptada a las condiciones agroecológicas locales, dado que la producción convencional enfrenta limitaciones relacionadas con el manejo inadecuado del suelo, la calidad del agua y la selección del patrón. El objetivo es establecer recomendaciones técnicas específicas que contribuyan a mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo en la región. La metodología se basó en un enfoque descriptivo y participativo, que incluyó la recopilación de información mediante entrevistas a productores locales, la revisión de fuentes técnicas nacionales e internacionales y la integración de parámetros edafoclimáticos del territorio. Como resultado, se estructuró un protocolo que aborda aspectos de manejo del suelo, nutrición, calidad del agua, selección de portainjertos y buenas prácticas agrícolas.

El protocolo propuesto permite orientar a los productores en la toma de decisiones informadas, optimizando la eficiencia productiva y reduciendo los impactos ambientales. En consecuencia, este estudio constituye una herramienta de apoyo para fortalecer la citricultura regional y promover sistemas agrícolas sostenibles en el departamento de Santander.

* Trabajo de Grado

** Instituto de proyección regional y educación a distancia, Administración Agroindustrial. Director: Jairo Rueda Rodríguez. Ingeniero agrónomo

Abstract

Title: Development of a protocol for the transition of Tahiti lime cultivation to organic production in Santander.*

*Authors: Jorge Armando Muñoz Noreña, Jaime Humberto Solano Jaimez***

Keywords: Tahiti lemon, organic agriculture, conventional transition, sustainable production, Lebrija, Santander, agricultural protocol.

Description:

*This undergraduate research focused on the design and validation of a technical protocol for the sustainable management of Tahiti lime (*Citrus latifolia* Tanaka) cultivation in the department of Santander, with emphasis on the rural area of the municipality of Lebrija. The study arose from the need to have a practical guide adapted to local agroecological conditions, since conventional production faces limitations related to inadequate soil management, water quality, and rootstock selection. The main objective was to establish specific technical recommendations that contribute to improving the productivity and sustainability of the crop in the region.*

The methodology was based on a descriptive and participatory approach, which included the collection of information through interviews with local producers, the review of national and international technical sources, and the integration of edaphoclimatic parameters of the territory. As a result, a protocol was structured that addresses aspects of soil management, nutrition, water quality, rootstock selection, and good agricultural practices.

The proposed protocol guides producers in informed decision-making, optimizing production efficiency and reducing environmental impacts. Consequently, this study represents a support tool to strengthen regional citrus farming and promote sustainable agricultural systems in the department of Santander.

* Project of grade

** Instituto de proyección regional y educación a distancia, Administración Agroindustrial. Director: Jairo Rueda Rodríguez. Ingeniero agrónomo

Introducción

La lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) se ha consolidado como uno de los cultivos más representativos para la economía agrícola del departamento de Santander. Esta región se destaca como el principal productor nacional, con cerca de 21.000 toneladas anuales que representan el 83 % de las exportaciones colombianas (ICA, 2023). Sin embargo, el modelo de producción predominante continúa siendo convencional, caracterizado por el uso intensivo de agroquímicos que, aunque garantizan rendimientos inmediatos, generan impactos negativos sobre la fertilidad del suelo, la calidad del agua y la biodiversidad (FAO, 2019; Fundación Natura, 2024).

A nivel nacional, diversas investigaciones (AGROSAVIA y FAO, 2019) evidencian el deterioro ambiental derivado del uso de insumos sintéticos y la necesidad de migrar hacia modelos agrícolas sostenibles. En este escenario, la agricultura orgánica se perfila como una alternativa viable para lograr la conservación de los recursos naturales y la producción de alimentos inocuos, saludables y con mayor valor agregado en los mercados internacionales.

En Santander, la citricultura enfrenta el desafío de implementar prácticas orgánicas adaptadas a las condiciones agroecológicas locales. Algunos productores manifiestan resistencia al cambio por la ausencia de acompañamiento técnico y de instrumentos que orienten de forma clara la conversión productiva. De allí surge la pregunta de investigación que guía este estudio:

¿Cómo establecer un protocolo técnico que oriente de manera práctica y efectiva la transición del sistema de producción convencional a orgánico del cultivo de limón Tahití en el departamento de Santander?

Con base en esta pregunta, el objetivo general del trabajo fue elaborar un protocolo técnico que oriente la transición del sistema de producción de lima ácida Tahití de convencional a orgánico para agricultores del departamento de Santander. Este objetivo busca contribuir al fortalecimiento de la sostenibilidad y competitividad de la citricultura regional.

El objeto de estudio se centra en el proceso de conversión productiva del cultivo de limón Tahití bajo condiciones agroecológicas de Santander, abordando aspectos técnicos, normativos y ambientales. La investigación parte de la premisa de que la transición orgánica no se limita a reemplazar insumos, sino que implica una transformación integral del sistema agrícola, incorporando manejo del suelo con abonos orgánicos, control biológico de plagas, nutrición vegetal alternativa y capacitación continua de los productores.

Por tanto, este trabajo propone un protocolo técnico adaptado a las características del territorio santandereano, que sirva como herramienta de orientación y toma de decisiones en campo. Su aplicación busca reducir los impactos negativos del modelo convencional, promover el uso racional de los recursos naturales y fortalecer el acceso de los productores a mercados de exportación con certificaciones orgánicas. En síntesis, la investigación contribuye a posicionar la agricultura orgánica como una estrategia de desarrollo sostenible y de mejora del bienestar económico y ambiental del sector citrícola de la región.

1. Justificación

La producción de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en Santander es estratégica para la economía regional, pero el modelo convencional genera impactos ambientales, como contaminación de suelos y agua, pérdida de biodiversidad y riesgos para la salud de los agricultores. Esta situación evidencia la necesidad de alternativas sostenibles que mantengan la productividad y la calidad del cultivo.

El presente proyecto se desarrolló para elaborar un protocolo técnico que guíe la transición de la producción convencional a orgánica, adaptado a las condiciones agroecológicas del departamento. La investigación responde a la falta de herramientas prácticas para los productores, ofreciendo lineamientos claros sobre manejo del suelo, nutrición con bioinsumos, control biológico de plagas y certificación orgánica.

El aporte del estudio es múltiple: a nivel teórico, genera conocimiento aplicado sobre sistemas orgánicos de cítricos; a nivel práctico, proporciona un instrumento útil para facilitar la conversión productiva; a nivel social, beneficia directamente a los agricultores mediante capacitación y fortalecimiento técnico; y a nivel ambiental, promueve la conservación de recursos naturales y la reducción de contaminantes químicos.

El enfoque de la investigación fue práctico y aplicado, combinando análisis de campo, revisión normativa y experiencias de los productores, garantizando que el protocolo sea pertinente y efectivo en las condiciones reales de cultivo. Así, el proyecto contribuye a solucionar una problemática concreta, fomentando la sostenibilidad, la competitividad y la resiliencia del cultivo de limón Tahití en Santander.

2. Objetivos

Elaboración de un protocolo para la transición del cultivo de lima ácida Tahití a producción orgánica en Santander.

2.1 Objetivos específicos

Formular un plan de manejo agronómico integral que abarque las etapas de establecimiento, siembra, mantenimiento y cosecha, fundamentado en principios de producción orgánica y sostenibilidad ambiental.

Estructurar un programa de manejo fitosanitario y nutricional basado en el uso de insumos biológicos y prácticas agroecológicas, orientado a mejorar la productividad, la resiliencia del cultivo y la competitividad de los productores.

Analizar los requerimientos técnicos, normativos y de certificación necesarios para la implementación, comercialización y exportación del limón Tahití orgánico en mercados nacionales e internacionales.

3. Cuerpo del trabajo

3.1 Marco teórico

El diseño del protocolo para la transición del cultivo de limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) de convencional a orgánico se fundamenta en principios agroecológicos, técnicos y normativos, que garantizan su validez científica y su coherencia con los estándares nacionales e internacionales.

La certificación ecológica u orgánica colombiana constituye la base regulatoria del proceso. Desde la Resolución 0187 de 2006, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural estableció los lineamientos para la producción, procesamiento, etiquetado, almacenamiento, certificación e importación de productos agropecuarios ecológicos. Esta norma define, entre otros aspectos, el período de conversión (de dos a tres años), así como los criterios de manejo del suelo, control biológico, trazabilidad, mercadeo y certificación.

El marco teórico integra además los fundamentos de la agroecología, la sostenibilidad agrícola y el manejo fitosanitario orgánico, que sustentan la pertinencia técnica del protocolo formulado.

Antecedentes del cultivo de lima acida Tahití en Santander.

Diversos antecedentes técnicos y académicos respaldan la pertinencia del presente estudio. Entidades y publicaciones especializadas, como la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, 2020), proporcionan lineamientos agronómicos y recomendaciones sobre portainjertos, riego y manejo integrado del cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia*

Tanaka), constituyendo la base técnica nacional para la producción del cítrico. De igual manera, informes y trabajos locales —como el Análisis del desarrollo agrícola en el municipio de Lebrija elaborado por la Universidad de Santander (UDES, 2022) destacan la relevancia económica y exportadora del cultivo, evidenciando que municipios como Lebrija concentran una alta superficie sembrada y rendimientos superiores al promedio nacional. Además, reportes institucionales del municipio de Girón (Alcaldía de Girón, 2023) documentan experiencias exitosas de productores que avanzan hacia sistemas de producción orgánica certificable, con resultados positivos en calidad del fruto y acceso a mercados internacionales. Por su parte, estudios técnicos y fichas sectoriales del Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO, 2021) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022) complementan el panorama mediante análisis de costos, requerimientos hídricos y efectos del manejo del riego sobre la calidad del fruto, variables críticas para diseñar un protocolo de transición contextualizado. En síntesis, aunque existen guías nacionales para el manejo de cítricos, la marcada heterogeneidad agroecológica de Santander —en microclimas, altitud, tipos de suelo y disponibilidad hídrica— exige la formulación de un protocolo técnico adaptado que oriente la transición de sistemas convencionales a orgánicos en los municipios de Girón, Lebrija, cimitarra y Rionegro.

La producción de limón Tahití en Colombia, y particularmente en Santander, ha sido objeto de múltiples estudios debido a su importancia creciente en las exportaciones agrícolas. Según ProColombia (2022), el volumen de exportación de limón Tahití creció de 1.591 toneladas en 2011 a más de 39.000 toneladas en 2021, lo que representa un incremento del 38% anual. La Cámara de Comercio de Bucaramanga (2023) resalta que Santander se ha consolidado como líder nacional en producción, aportando más del 80% del volumen total del país, especialmente en municipios como Girón y Lebrija.

Además de Lebrija y Girón, el municipio de Cimitarra se destaca como una de las zonas con mayor crecimiento en la producción de lima ácida Tahití para exportación. De acuerdo con registros del ICA, Cimitarra cuenta con más de 15 productores formalmente inscritos para exportación, muchos de ellos con áreas entre 10 y 20 hectáreas, lo que lo convierte en uno de los territorios con mayor concentración de predios certificados y en proceso de certificación del departamento. Sus condiciones agroecológicas propias del Magdalena Medio favorecen ciclos productivos continuos, altos rendimientos y disponibilidad de fruta durante todo el año, lo cual fortalece la oferta exportable de Santander.

Investigaciones de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA, 2023) han demostrado que entre 2018 y 2021 la producción de lima ácida Tahití creció un 287%, evidenciando el interés de los productores en este cultivo. Asimismo, reportes de Analdex (2024) muestran que las exportaciones de limón Tahití desde Santander aumentaron 57% en valor y 62,7% en volumen durante el primer semestre de 2024. Estos hallazgos evidencian un panorama positivo, pero también la necesidad de protocolos técnicos que orienten la transición hacia sistemas orgánicos que cumplan con estándares internacionales.

Importancia del cultivo de limón Tahití en Colombia y Santander.

En el informe anual de Asohofrucol (2024), se señala que Santander se consolida como el principal departamento productor de lima Tahití en Colombia, concentrando alrededor de 24 % del total de hectáreas sembradas a nivel nacional, con 29.816 hectáreas en 2023. Dentro del departamento, los municipios de Lebrija y Girón destacan con aproximadamente 2.979 y 2.500 hectáreas, respectivamente (Asohofrucol, 2024).

En ese mismo documento se reporta que Santander exportó en 2024 alrededor de US\$ 53,32 millones y 37.776 toneladas de limón Tahití, siendo los principales destinos Estados Unidos (~80 %), Puerto Rico (~7 %) y Holanda (~4 %). (Asohofrucol, 2024)

Más recientemente, según Portafolio, las exportaciones de limón Tahití en Colombia crecieron un 8,8 % entre enero-abril de 2025, alcanzando US\$ 47,9 millones, de los cuales Santander aportó US\$ 19 millones (= 39,7 % del total nacional) en ese periodo. (Portafolio, 2025)

Además, en el informe de frutas de Analdex para 2024, se indica que las exportaciones de limón Tahití como parte de la canasta agroexportadora han seguido una tendencia creciente sostenida, tanto en volumen como en valor, lo que refuerza la importancia de adoptar estándares certificados y de calidad para mantener la competitividad. (Analdex, 2025)

A continuación, se presenta una comparación entre los sistemas de producción convencional y orgánico aplicados al cultivo de cítricos, destacando las principales diferencias en manejo y certificación.

Tabla 1

Comparativo entre sistemas de producción convencional y orgánica de cítricos.

Aspecto	Convencional	Orgánico
Fertilidad del suelo	Dependencia de fertilizantes sintéticos.	Uso de compost y bioinsumos locales.
Control de plagas	Uso de pesticidas químicos.	Control biológico y extractos naturales.
Certificación	Sin certificación específica.	Certificación orgánica (ICA, UE, USDA).

Nota. Información adaptada de ICA (2020) y Agrosavia (2021).

Plagas y enfermedades de la lima Ácida Tahití

La transición a un sistema orgánico en el cultivo de limón Tahití en Santander requiere un conocimiento profundo de los problemas fitosanitarios clave, ya que el manejo de plagas y enfermedades debe cambiar, implementando un manejo ecológico u orgánico, eliminando productos agroquímicos convencionales no permitidos.

Enfermedades de relevancia en Lima Ácida Tahití en Santander

La principal limitante fitosanitaria en los cítricos de Santander es una enfermedad de control oficial que requiere atención inmediata en un protocolo de transición.

- Huanglongbing (HLB)

Agente Causal: Bacterias no cultivables (principalmente *Candidatus Liberibacter asiaticus*).

Vector en Colombia/Santander: Psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae).

Relevancia en Santander: El ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) declaró el Estado de Emergencia Fitosanitaria en el departamento de Santander en julio de 2023 debido a la presencia de HLB en cítricos. Santander es un líder en la producción de lima Tahití para exportación, y esta enfermedad es catastrófica a nivel mundial, lo que obliga a implementar medidas estrictas de control y prevención (ICA, 2023).

Síntomas Clave: Moteado difuso o amarillamiento asimétrico en las hojas, Frutos deformes y pequeños, Marchitamiento irregular de las ramas.

- Gomosis de los Cítricos (Podredumbre del Tallo y Cuello)

Agente Causal: Especies de *Phytophthora* (organismos tipo hongo, especialmente *Phytophthora spp.*).

Relevancia: Es una enfermedad sistémica susceptible en la lima Tahití y su incidencia se incrementa en épocas lluviosas o en terrenos con drenaje deficiente y alta humedad en el suelo (ICA).

Síntomas Clave: Lesiones gomosas (con exudado de goma) en el tronco, cuello y ramas principales, lo que disminuye los sitios productivos y la vida útil del árbol.

- Antracnosis

Agente Causal: Especies del género *Colletotrichum* (principalmente *C. gloeosporioides*).

Relevancia: Es más severa en variedades con floración abundante, como la lima Tahití. Está estrechamente relacionada con la alta humedad durante la floración.

Síntomas Clave: Manchas de color marrón en pétalos de las flores.

Afecta racimos florales, causando la caída de frutos y dejando estructuras conocidas como "botones" o "estrellas" (pedúnculo y cáliz adheridos al tallo).

Otras Enfermedades Sistémicas Limitantes

- Virus de la tristeza de los cítricos (CTV): Transmitido por el pulgón negro (*Toxoptera citricidus*).
- Viroide de la Exocortis de los cítricos (CEVd).

Plagas de Mayor Incidencia en Lima Tahití

Para un sistema orgánico, el manejo de plagas se centrará en el control biológico y las prácticas culturales, evitando el uso intensivo de plaguicidas.

A continuación, se presenta la tabla con las principales plagas de mayor incidencia en el cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), destacando su relevancia en el manejo orgánico y en los requisitos para la exportación.

Tabla 2

Plagas de Mayor incidencia en Lima ácida Tahití.

Plaga	Agente causal	Impacto en el Cultivo	Relevancia para Exportación y Manejo Orgánico
Psílido Asiático de los Cítricos (PAC)	<i>Diaphorina citri</i> (Hemiptera: Liviidae)	Vector del HLB. Se alimenta de brotes tiernos.	Plaga de Control Oficial. Su manejo es la prioridad para prevenir el HLB en Santander.
Ácaro Tostador	<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	Plaga primaria en Colombia. Causa un daño cosmético (bronceado de los frutos) que afecta la calidad de la fruta para mercados de exportación (Agrosavia).	El control biológico se realiza con depredadores naturales como ácaros y escarabajos (ej. <i>Coccinellidae</i>).
Áfidos o Pulgones	<i>Toxoptera citricidus</i> (Pulgón Negro)	Extraen savia, causan enrollamiento y deformación de hojas y caída de frutos. Transmisor del CTV.	Su control natural se basa en el uso de depredadores como crisopas (<i>Crysopa sp.</i>) y mariquitas (<i>Coccinellidae</i>).
Picudo de los Cítricos	<i>Compsus sp.</i>	Aumenta su población en épocas lluviosas. Los adultos defolian el árbol y las larvas causan daño en la raíz.	Plaga que se debe controlar con medidas culturales para reducir la humedad ambiental (ICA).
Trips (Thrips)	Especies del género <i>Frankliniella</i> (ej. <i>Frankliniella schultzei</i>)	Se alimentan de flores y frutos jóvenes, provocando cicatrices y anillos plateados o blancos alrededor de la base del fruto. Esto causa una disminución severa en la calidad cosmética para la exportación.	Control mediante la liberación de enemigos naturales (ácaros depredadores, chinches <i>Orius spp.</i>) y el uso de trampas de colores (azules o amarillas) para monitoreo y captura masiva.

Plaga	Agente causal	Impacto en el Cultivo	Relevancia para Exportación y Manejo Orgánico
Minador de la Hoja	<i>Phyllocnistis citrella</i> (<i>Lepidoptera: Gracillariidae</i>)	La larva excava galerías ("minas") en las hojas tiernas. El daño debilita la planta y, lo más importante, las heridas que deja el minador son una vía de entrada para la bacteria de la cancrrosis de los cítricos (<i>Xanthomonas citri</i>).	El control biológico se realiza con la avispa parasitoide <i>Ageniaspis citricola</i> . Las podas sanitarias y el manejo de los brotes tiernos son cruciales.
Ácaro Blanco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Los ácaros y larvas causan deformaciones en los brotes, tejido foliar y pueden llevar a la momificación del fruto si el ataque es severo. Su presencia se incrementa en épocas secas.	Énfasis en el control biológico y la aplicación de productos orgánicos como el aceite de neem o azufre elemental, siempre respetando los estándares orgánicos y el clima local.
Cochinillas o Escamas	<i>Icerya purchasi</i> , <i>Lepidosaphes beckii</i> , <i>Orthezia praelonga</i>	Insectos chupadores que forman colonias en hojas, ramas y frutos. Frecuentes en épocas secas.	Deben manejarse con control biológico, buscando mantener la entomofauna benéfica.

Nota. La tabla presenta las principales plagas que afectan los cítricos, su agente causal, el impacto en el cultivo y las estrategias de manejo específicas para sistemas orgánicos. Destaca la importancia del control biológico y las prácticas culturales que permiten cumplir con los estándares de exportación y certificación orgánica. Adaptado de *FAO* (2020) y *Codex Alimentarius* (2021), con base en entrevistas a técnicos y productores, y referencias oficiales (*ICA, Agrosavia*).

Un protocolo orgánico exitoso en Santander debe centrarse en el manejo integrado de plagas (MIP), utilizando el control biológico por conservación, para mantener las poblaciones de estas plagas por debajo del umbral de daño económico.

3.1.1 Marco referencial

Relevancia productiva en Santander.

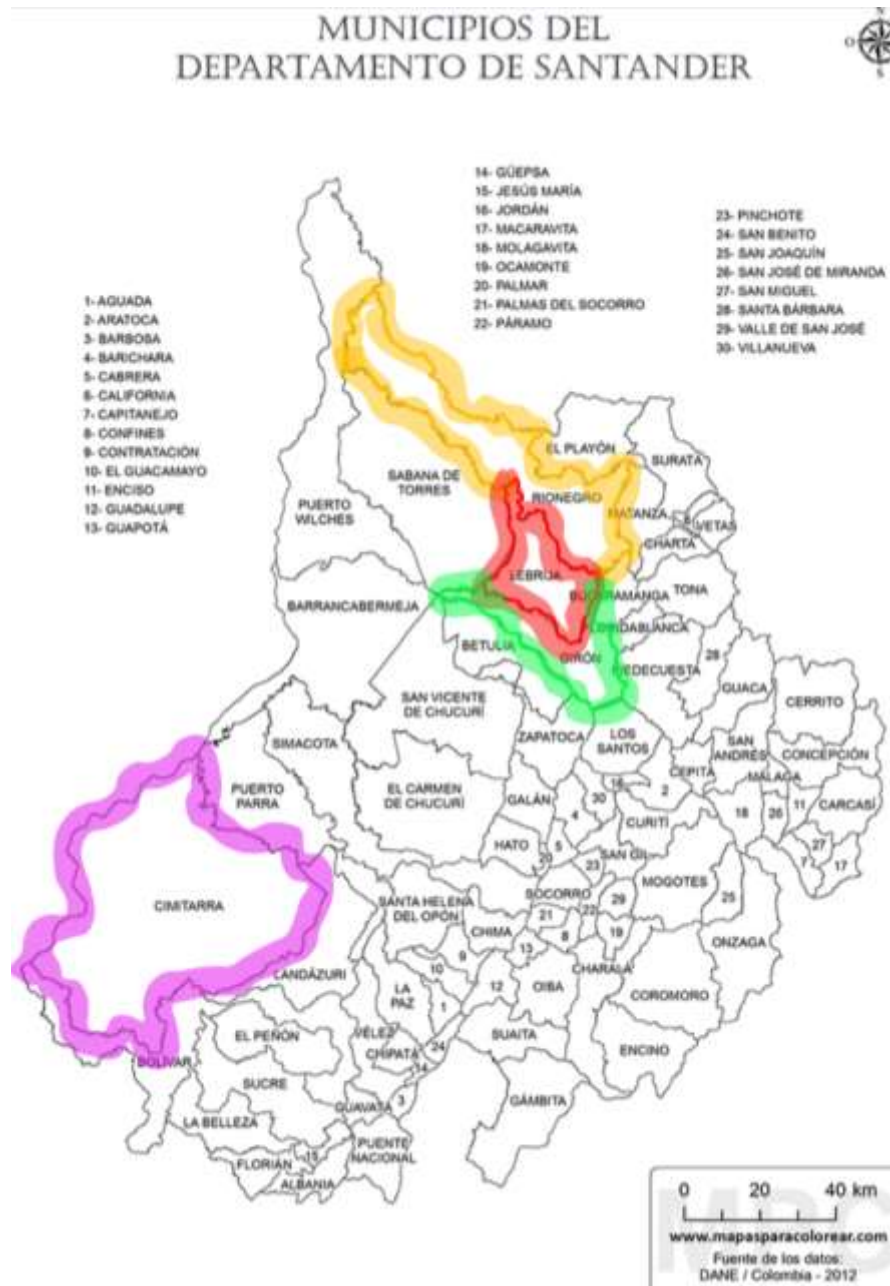
El departamento de Santander ocupa una posición estratégica en la producción de cítricos en Colombia, destacándose particularmente por la siembra y comercialización de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka). Este cultivo ha cobrado relevancia en la región debido a su alta demanda tanto en el mercado nacional como internacional, y a su capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas del territorio, especialmente en municipios como Girón, Lebrija, Cimitarra y Rionegro donde las temperaturas, altitudes y suelos presentan condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo (UPRA, 2023).

Otro municipio de gran importancia productiva es Cimitarra, el cual cuenta con más de 15 predios registrados para exportación y áreas superiores a 10–20 hectáreas por productor, consolidándose como uno de los núcleos citrícolas de mayor expansión en el Magdalena Medio

La UPRA, en su Documento Regional de Santander (2023), resalta que el departamento cuenta con una importante vocación citrícola, y dentro de ella, el limón Tahití se proyecta como uno de los productos estratégicos en los esquemas de diversificación y exportación. Además, los suelos del piedemonte y la planicie del Magdalena Medio ofrecen ventajas comparativas para este cultivo, en particular cuando se aplican Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y sistemas de manejo ecológico que reducen el impacto ambiental.

Figura 1

Mapa municipios del Departamento de Santander- Colombia



Nota. En el mapa se incluyen los principales municipios productores de lima ácida Tahití en Santander, entre ellos Cimitarra, Lebríja, Girón, Rionegro y zonas del Magdalena Medio donde se concentra un número importante de predios registrados ante el ICA para exportación. Adaptado de Mapasparacolorear.com (DANE, 2012), modificado el 2 de noviembre de 2025.

Productores y estructura organizativa.

Los productores de lima Tahití en Santander se caracterizan principalmente por ser pequeños y medianos agricultores organizados en asociaciones o cooperativas, muchas de las cuales han comenzado procesos de certificación para exportación y transición hacia modelos orgánicos. En el caso de Cimitarra, la estructura productiva se caracteriza por unidades agrícolas de mayor escala, con fincas que superan las 10 hectáreas por productor, lo que ha permitido un avance más acelerado hacia esquemas de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas y exportación. Esta dinámica contrasta con municipios como Girón y Lebrija, donde predominan unidades más pequeñas.

De acuerdo con el Plan Departamental de Extensión Agropecuaria – PDEA Santander 2024–2027, gran parte de estos productores participa en programas de acompañamiento técnico de la Agencia de Desarrollo Rural y la Secretaría de Agricultura de Santander (ADR, 2024).

Estos esquemas asociativos son fundamentales para fortalecer la capacidad de negociación y el acceso a servicios de asistencia técnica, financiamiento y mercados internacionales. No obstante, el PDEA identifica desafíos en la trazabilidad, el manejo fitosanitario y la gestión documental, factores clave para avanzar hacia certificaciones orgánicas reconocidas internacionalmente.

Área sembrada y producción cítrica en Santander.

Según los datos del Sistema de Información de Cadenas Productivas – SIOC del Ministerio de Agricultura (2021), Santander se encuentra entre los departamentos con mayor área sembrada en cítricos del país, con una importante proporción dedicada a la lima Tahití. Esta expansión responde a las condiciones agroclimáticas favorables y al fortalecimiento de la demanda de fruta para exportación.

El informe de la UPRA (2023) muestra que la vocación de uso del suelo en amplias zonas del departamento es de tipo agrícola permanente, apta para cultivos frutales, lo cual ha impulsado el establecimiento de nuevos proyectos de siembra de limón Tahití, especialmente en fincas con programas de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y producción ecológica.

La zona del Magdalena Medio, particularmente Cimitarra, presenta una vocación agrícola permanente favorable para cítricos según UPRA (2023). La disponibilidad de suelos con buena retención hídrica y el clima cálido-húmedo favorecen el establecimiento de plantaciones de lima Tahití con alta productividad.

Comercio exterior y dinámica económica reciente

El crecimiento de la producción ha impulsado el posicionamiento del limón Tahití colombiano en los mercados internacionales. De acuerdo con la Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex), las exportaciones de limón Tahití alcanzaron US\$47,9 millones entre enero y abril de 2025, representando un crecimiento del 8,8 % respecto al mismo periodo de 2024 (Analdex, 2025). El 80,4 % del total exportado tuvo como destino Estados Unidos, lo que refleja la fuerte dependencia del principal mercado importador.

Cifras de la DIAN, analizadas por Analdex y Legiscomex, confirman el incremento sostenido en los volúmenes exportados de frutas cítricas, especialmente la lima Tahití. Esto evidencia la consolidación del sector como fuente relevante de divisas y empleo rural, siendo Santander uno de los departamentos que más aporta a la oferta nacional de fruta fresca para exportación Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN, 2025).

Asimismo, datos del International Trade Centre (TradeMap, 2025) ubican a Colombia entre los diez principales exportadores mundiales de limones y limas, un hito importante para un país tropical que ha logrado posicionarse gracias a la calidad del fruto y las prácticas agrícolas

sostenibles. Esta tendencia al alza en el comercio internacional refuerza la necesidad de mejorar la sostenibilidad productiva mediante sistemas de producción orgánica y certificaciones internacionales.

Implicaciones para la transición hacia la producción orgánica.

El crecimiento de la demanda y los altos estándares exigidos por los mercados de exportación, especialmente en Norteamérica y Europa, implican que los productores santandereanos deben fortalecer los sistemas de trazabilidad, registros de campo y manejo fitosanitario.

En el contexto de la transición de convencional a orgánico, se deben cumplir requisitos técnicos establecidos por las normas internacionales de producción orgánica (como el Reglamento CE 834/2007 de la Unión Europea y el NOP de EE. UU.), que incluyen periodos de conversión, uso de insumos certificados y prohibición de agroquímicos de síntesis.

3.1.2 Marco conceptual

Agrobiodiversidad - Biodiversidad agrícola:

Componente de la biodiversidad relacionado con la producción agroalimentaria. El término “agrobiodiversidad” comprende la diversidad a nivel del ecosistema, de las especies y dentro de las especies. 2009 - Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO.

Acreditación:

Procedimiento por el que un organismo autorizado reconoce oficialmente que un organismo o persona está capacitado para llevar a cabo tareas específicas. 2009 - Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO.

Agricultura orgánica:

Existen muchas explicaciones y definiciones de la agricultura orgánica, pero todas coinciden en que se trata de un método que consiste en la gestión del ecosistema en vez de en la utilización de insumos agrícolas. Un sistema que comienza por tomar en cuenta las posibles repercusiones ambientales y sociales eliminando la utilización de insumos, como fertilizantes y plaguicidas sintéticos, medicamentos veterinarios, semillas y especies modificadas genéticamente, conservadores, aditivos e irradiación. En vez de todo esto se llevan a cabo prácticas de gestión específicas para el sitio de que se trate, que mantienen e incrementan la fertilidad del suelo a largo plazo y evitan la propagación de plagas y enfermedades. ortega agosto 2022

"La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión refiriéndose respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema". (Comisión del Codex Alimentarius, 1999)

Los sistemas agrícolas orgánicos y sus productos no siempre están certificados, éstos se denominan "agricultura o productos orgánicos no certificados". Esta categoría no comprende los sistemas agrícolas que por defecto no utilizan insumos sintéticos (por ejemplo, aquellos sistemas que no llevan a cabo prácticas para enriquecer el suelo y degradan las tierras). Se pueden discernir tres causas de la agricultura orgánica:

La promoción de la agricultura orgánica por el consumidor o el mercado. Se reconocen los productos orgánicos claramente gracias a su certificación y etiquetado. Los consumidores eligen productos producidos, elaborados, manipulados y comercializados en una forma específica. El consumidor, en consecuencia, influye mucho en la producción orgánica.

La promoción de la agricultura orgánica por los servicios. En países como los de la Unión Europea (UE) hay subsidios para la agricultura orgánica, a fin de que se produzcan bienes y servicios ambientales, como reducir la contaminación de los mantos freáticos o crear un paisaje con mayor biodiversidad.

La promoción de la agricultura orgánica por los agricultores. Algunos productores consideran que la agricultura convencional no es sostenible y han creado otras modalidades de producción para mejorar la salud de sus familias, la economía de sus fincas y su autosuficiencia. En muchos países en desarrollo se adopta la agricultura orgánica como método para mejorar la seguridad alimentaria del hogar o para reducir los gastos en insumos. Los productos no necesariamente son para el mercado, o se venden sin distinción de precios porque no están certificados. En los países desarrollados, los pequeños agricultores están creando cada vez más canales directos de oferta de productos orgánicos sin certificar a los consumidores. En los Estados Unidos, los agricultores que comercializan pequeñas cantidades de productos orgánicos gozan formalmente de la exención de certificación. (FAO)

Certificación orgánica:

La certificación ecológica u orgánica asegura que los procedimientos y productos orgánicos o sostenibles cumplen con los principios, regulaciones y exigencias del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Buenas prácticas agrícolas:

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) representan un grupo de principios, reglas y sugerencias técnicas empleadas en la producción agrícola con el objetivo de reducir los riesgos físicos, químicos y biológicos.

- Las BPA no son requisitos para registro, sino por el contrario para certificación.
- BPA buscan principalmente garantizar la inocuidad.
- La Resolución ICA 082394 de 2020 (certificación BPA) y su modificatoria:
 - Resolución ICA 30021 de 2017
 - Modificada por Resolución ICA 082394 de 2020
- Los requisitos para registro de predios pertenecen a la Resolución ICA 0824 de 2022.

Fertilizantes químicos:

Los abonos químicos son compuestos sintéticos empleados para potenciar la fertilidad del terreno y la productividad de las cosechas. Se producen utilizando minerales, gases, o de procedencia animal, vegetal o artificial.

Plaguicidas químicos:

Los pesticidas químicos son compuestos químicos empleados para eliminar, evitar o regular las plagas. Son biocidas que pueden resultar dañinos para las personas y el entorno natural.

Biofertilización:

Los biofertilizantes son abonos orgánicos que suministran a las plantas los elementos nutritivos requeridos para su crecimiento, a la vez que elevan la calidad del suelo y contribuyen a lograr un ambiente microbiológico más ideal y natural.

Los fundamentos agroecológicos y normativos revisados sustentan la pertinencia del protocolo técnico propuesto, que busca integrar sostenibilidad, productividad y trazabilidad.

3.1.3 Marco legal

La base legal es fundamental para el diseño del protocolo que permita la transición de producción convencional a orgánica, pues garantiza el cumplimiento de los estándares exigidos tanto a nivel nacional como internacional.

Normativa Nacional

En Colombia, la Resolución 0187 de 2006 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización y el sistema de control de productos agropecuarios ecológicos o agroecológicos. Además, esta resolución regula el período de conversión de los sistemas convencionales a ecológicos, exige la trazabilidad de insumos y productos, y define los criterios mínimos para los organismos de control.

Otro aspecto relevante es el registro y uso de bioinsumos, fertilizantes y plaguicidas permitidos bajo producción ecológica; el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mantiene listas de insumos autorizados, las cuales deben respetarse para que la producción sea considerada ecológica.

La transición hacia sistemas de producción orgánica en Colombia debe ajustarse a la Resolución 0187 de 2006 del Ministerio de Agricultura, que establece el reglamento para la producción y comercialización de productos agropecuarios ecológicos. El ICA regula este proceso mediante la Resolución 030021 de 2017 y la Resolución 824 de 2022, que fijan lineamientos para certificación de predios y registro de productores. A nivel internacional, las normas más relevantes son el Reglamento (UE) 2018/848 de la Unión Europea, el USDA-NOP (7 CFR Part 205) en

Estados Unidos, y el Codex Alimentarius (1999), que definen los periodos de transición, las sustancias permitidas y los requisitos de trazabilidad.

Estas normativas representan la base sobre la cual se debe construir cualquier protocolo de transición, ya que garantizan el cumplimiento de estándares de calidad, inocuidad y sostenibilidad, indispensables para acceder a los mercados internacionales de exportación.

Normativa Internacional

Para acceder a mercados extranjeros, los productos deben cumplir también regulaciones internacionales como:

El Reglamento (UE) 2018/848 sobre producción orgánica y etiquetado en la Unión Europea. USDA-NOP (7 CFR 205) para la certificación orgánica destinada al mercado de Estados Unidos.

Todas las acciones descritas en esta fase deben verificarse contra los requisitos del 7 CFR Part 205, especialmente en lo referente a manejo del suelo (205.203), control biológico y prácticas culturales (205.206), prohibición de herbicidas sintéticos (205.602), y trazabilidad (205.103). La certificación para exportar exige demostrar documentalmente que durante 36 meses no se aplicaron sustancias de la lista prohibida del NOP.

Codex Alimentarius (1999) define principios de inocuidad de los alimentos y buenas prácticas agrícolas relacionadas con productos frescos.

Estas normativas exigen períodos de conversión, restricciones en el uso de sustancias sintéticas, trazabilidad, garantías de inocuidad y controles sanitarios más rigurosos, entre otros factores

- Resolución 0187 de 2006 (MinAgricultura).
- Resolución 030021 de 2017 (ICA).

- Resolución 824 de 2022 (ICA).
- NTC 4087:2021.
- Reglamento (UE) 2018/848.
- USDA-NOP (7 CFR 205).
- Codex Alimentarius (1999).

En conjunto, los fundamentos agroecológicos, normativos y conceptuales sustentan el protocolo propuesto, garantizando su pertinencia técnica y su alineación con las políticas de sostenibilidad agrícola.

A continuación, se presentan los principales organismos y normas que regulan la producción orgánica en Colombia y a nivel internacional.

Tabla 3.

Organismos y normas que regulan la producción orgánica

Organismo	Norma / reglamento aplicable	Enfoque principal o función
ICA – Instituto Colombiano Agropecuario	Resoluciones 030021 de 2017 y 824 de 2022; Resolución 0187 de 2006; Decreto 1488 de 2023	Autoridad nacional competente en registro, certificación, inspección y control de predios y productos orgánicos en Colombia. Supervisa organismos certificadores acreditados.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)	Decreto 4525 de 2005; Decreto 1488 de 2023	Define la política nacional de producción ecológica y sostenibilidad agropecuaria. Coordina el Sistema Nacional de Producción Ecológica (SINPE).
ONAC – Organismo Nacional de Acreditación de Colombia	ISO/IEC 17065; Decreto 4725 de 2005	Entidad encargada de acreditar a los organismos de certificación que evalúan el cumplimiento de las normas orgánicas en Colombia.

Organismo	Norma / reglamento aplicable	Enfoque principal o función
<i>ICONTEC</i> – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	GTC 280 (2019); NTC ISO 14001	Establece normas técnicas voluntarias para la gestión, trazabilidad y etiquetado de productos orgánicos certificados.
Unión Europea (EU)	Reglamento 2018/848 (UE)	Regula la producción, etiquetado, importación y trazabilidad de productos ecológicos dentro del mercado europeo.
<i>USDA</i> – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos	7 CFR Part 205 (National Organic Program – NOP)	Establece las normas nacionales de producción, procesamiento y comercialización de productos orgánicos en EE. UU.
<i>IFOAM</i> – Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica	Principios de la Agricultura Orgánica (2021)	Define los principios rectores internacionales (salud, ecología, equidad y precaución) y promueve estándares globales de producción orgánica.
<i>FAO / OMS – Codex Alimentarius</i>	CAC/GL 32-1999 (revisado 2013)	Emite directrices internacionales para la producción, procesamiento y etiquetado de alimentos orgánicos; orienta la armonización global de normas.

Nota: La tabla presenta los principales organismos nacionales e internacionales que regulan, certifican y establecen normas para la producción orgánica, indicando la legislación y estándares aplicables y su función en el sistema orgánico. Fuente: Elaboración propia. Información tomada y adaptada de ICA (2006, 2017, 2022), MADR (2005, 2023), ONAC (2005), ICONTEC (2019), UE (2018), USDA–NOP (2021), IFOAM (2021) y FAO/Codex Alimentarius (2013, 2021).

3.2 Metodología

A continuación, se presenta la metodología aplicada en el desarrollo del protocolo de transición a producción orgánica de limón Tahití.

3.2.1 Tipo y enfoque de investigación

En la siguiente tabla se presenta el tipo, alcance y enfoque de la investigación realizada.

Tabla 4

Tipo, alcance y enfoque de la investigación

Criterio	Descripción
Tipo de investigación	Investigación descriptiva, documental y aplicada, sustentada en la recopilación, análisis e integración de información técnica, normativa y científica relacionada con la transición de sistemas convencionales a orgánicos. Busca caracterizar y estructurar un protocolo ajustado a las condiciones agroecológicas de Santander (Colombia).
Alcance de la investigación	Analítico–propositivo, dado que examina los factores técnicos, normativos y productivos que inciden en el proceso de transición, proponiendo estrategias prácticas y sostenibles orientadas al cumplimiento de los estándares orgánicos nacionales (ICA, MinAgricultura, 2006; MinAgricultura, 2016) orientado al diseño de un protocolo técnico.
Enfoque de investigación	Cualitativo con soporte documental, basado en revisión bibliográfica especializada, análisis normativo (Resoluciones 0187 de 2006 y 199 de 2016), entrevistas semiestructuradas con productores y técnicos del sector cítrico, y triangulación de información para la validación de resultados.

Nota. La tabla resume el tipo, alcance y enfoque de la investigación, evidenciando un estudio descriptivo, documental y aplicado con enfoque cualitativo y alcance, analítico y propositivo orientado al diseño de un protocolo técnico para la transición de sistemas convencionales a orgánicos en Santander, Colombia. Información tomada y adaptada de MinAgricultura (2006, 2016).

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y documental, basado en observación directa, entrevistas a productores y revisión normativa, orientada al diseño de un protocolo para la transición del sistema de producción convencional a orgánico del cultivo de lima acida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander.

El enfoque descriptivo permitió caracterizar las condiciones agronómicas, ambientales y socioeconómicas que intervienen en la producción cítrica regional, así como documentar las prácticas actuales de manejo y las necesidades técnicas de los productores.

Su componente aplicativo se refleja en la formulación de un instrumento técnico-operativo (el protocolo), que ofrece lineamientos claros para la planificación, implementación y certificación de sistemas de producción orgánica. Este protocolo se diseñó bajo criterios de sostenibilidad, eficiencia productiva y cumplimiento normativo conforme a las exigencias del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2022) y los estándares internacionales (USDA-NOP, Reglamento UE 2018/848, Codex Alimentarius, 2021).

La normativa utilizada como referencia, incluyendo la Resolución 187 de 2006 del ICA y el Reglamento (CE) 834/2007 de la Unión Europea, se detalla en el (Anexo al final), donde se presenta la comparación y concordancia entre los requisitos nacionales e internacionales aplicables a la producción orgánica.

Limitaciones del estudio. El alcance de la validación exploratoria fue limitado: se consultaron productores (Lebrija, Girón). No se realizaron ensayos experimentales in situ; por tanto, los resultados deben considerarse como orientaciones técnicas y no como evidencias estadísticamente concluyentes. Se recomienda ampliar la muestra y realizar ensayos pilotos para validar cuantitativamente la efectividad de las prácticas propuestas.

3.2.2 Diseño metodológico general

La metodología se estructuró en tres fases principales, organizadas de acuerdo con el desarrollo técnico del cultivo y los objetivos específicos del estudio. Cada fase combina revisión documental, observación directa, análisis técnico y verificación normativa, lo cual garantiza la validez del proceso y la pertinencia del protocolo formulado.

El diseño metodológico siguió la lógica de investigación aplicada con enfoque de construcción y validación técnica, donde la información recolectada en cada etapa alimenta y ajusta las fases posteriores, asegurando coherencia entre la teoría y la práctica.

3.2.3 Fases metodológicas

El desarrollo detallado de las fases metodológicas, incluyendo los análisis diagnósticos, infraestructura, normativa ICA–UE–USDA y trazabilidad orgánica, se presenta en el Apéndice al final del trabajo de grado : Fases de Implementación del Protocolo de Transición Orgánica.

3.2.3.1 Fase 1. (1-12 meses) Diagnóstico inicial y evaluación del predio. Esta fase tiene como objetivo evaluar las condiciones actuales del sistema productivo y determinar la viabilidad técnica y ambiental para su conversión a producción orgánica.

Las actividades a desarrollar serían.

- Identificación del sitio y diseño del cultivo, considerando exposición solar, topografía, drenaje y accesibilidad.

- Análisis de suelo y agua, interpretados bajo criterios de fertilidad y sanidad permitidos en sistemas orgánicos.
- Revisión de registros de manejo histórico, con énfasis en uso de agroquímicos, fertilización y control de plagas.
- Selección varietal, priorizando material vegetal certificado, libre de patógenos y adaptado al clima de Santander.
- Diseño técnico del lote, con definición de distancias de siembra, curvas de nivel, zonas de amortiguamiento y áreas de conservación.

Como resultado se obtuvo una línea base diagnóstica que sirvió de fundamento para el diseño del protocolo, evidenciando las prácticas convencionales a sustituir y las oportunidades para incorporar principios agroecológicos.

3.2.3.2 Fase 2 (Mes 12 – 24): Transición del sistema convencional a orgánico, estabilización y optimización del agroecosistema. Corresponde al núcleo operativo de la metodología. Esta fase comprendió la planificación y formulación del proceso de reconversión conforme a la Resolución ICA 824 de 2022 y el Reglamento (UE) 2018/848, los cuales establecen un período mínimo de conversión de 36 meses.

Las acciones a desarrollar serían las siguientes:

- Sustitución progresiva de insumos químicos por bioinsumos, compost, abonos verdes y microorganismos benéficos.
- Diseño de un plan de manejo agroecológico basado en rotaciones, coberturas vivas, control biológico y conservación del suelo.

- Implementación de registros de trazabilidad y plan de manejo documental, conforme a los requisitos del ICA y certificadoras orgánicas.
- Monitoreo técnico del proceso de conversión, midiendo parámetros de salud del suelo, vigor de las plantas y balance nutricional.
- El Manejo fitosanitario y nutricional en Esta fase metodológica integra las estrategias para mantener la salud del cultivo mediante prácticas preventivas, biológicas y regenerativas.
- Se diseñará un plan de manejo integral que incluya:
 - Diagnóstico foliar y análisis de nutrientes para definir requerimientos nutricionales reales.
 - Uso de biofertilizantes elaborados en finca (bocashi, humus líquido, compost, microorganismos de montaña).
 - Control biológico de plagas y enfermedades, utilizando extractos vegetales, hongos entomopatógenos y trampas de feromonas.
 - Monitoreo preventivo del HLB (“*Greening*”), mediante inspección visual, muestreo y eliminación de brotes infectados.

El manejo propuesto se ajusta parcialmente a las regulaciones ICA, pero requiere vinculación directa con el Reglamento (UE) 2018/848, el Reglamento Delegado (UE) 2021/1165 y el USDA–NOP (7 CFR Part 205). En el caso de la Unión Europea, únicamente se pueden emplear insumos incluidos en los Anexos I y II del Reglamento 2021/1165, mientras que el NOP regula el uso de sustancias permitidas en la Lista Nacional (205.601). Los extractos vegetales, microorganismos benéficos, hongos entomopatógenos, aceites botánicos y minerales como azufre y cobre se permiten bajo ambas normativas, pero su uso debe registrarse en el Plan Orgánico del Predio (OSP).

Estas acciones garantizan un equilibrio natural del ecosistema agrícola, evitando la dependencia de productos químicos y mejorando la salud del suelo, del cultivo y del entorno.

El propósito es restaurar la fertilidad natural del agroecosistema y garantizar la eliminación de residuos sintéticos, avanzando hacia el cumplimiento de los estándares de certificación orgánica.

3.2.3.3 Fase 3 (Mes 24 – 36): Consolidación, mantenimiento y manejo técnico del cultivo de cosecha orgánica y certificación. Durante esta etapa se definió un plan integral de mantenimiento para sostener la productividad y sanidad del cultivo bajo condiciones orgánicas.

Las principales actividades incluyen:

Manejo ecológico de arvenses mediante siegas mecánicas, coberturas vivas y acolchados naturales.

- Podas de formación, mantenimiento y renovación, enfocadas en mejorar la aireación y el aprovechamiento de la luz.
- Renovación de árboles improductivos con material vegetal certificado.
- Riego racional ajustado a las necesidades hídricas del cultivo y a la calidad del agua analizada.

El mantenimiento continuo permite detectar oportunamente desequilibrios fisiológicos o sanitarios, fortaleciendo la resiliencia del cultivo y su estabilidad productiva.

En Cosecha, post cosecha y certificación. En esta última fase metodológica se integra los procesos de recolección, clasificación, manejo postcosecha y verificación documental para certificación orgánica.

Las actividades que se contemplan:

- Cosecha manual en punto óptimo de madurez, con herramientas limpias y canastillas desinfectadas.
- Clasificación de frutos por tamaño, color y sanidad, evitando daños mecánicos.
- Limpieza y almacenamiento temporal en áreas ventiladas y sombreadas, con control de humedad.
- Auditoría técnica y documental, en cumplimiento de la Resolución ICA 824 de 2022, el Reglamento (UE) 2018/848 y la norma USDA-NOP.
- Implementación de un sistema de trazabilidad, que respalde la inocuidad y calidad del producto final.

El resultado esperado es la obtención de un limón Tahití certificado como orgánico, libre de residuos químicos y apto para exportación, garantizando su aceptación en mercados internacionales exigentes.

La implementación de la trazabilidad garantiza la identificación completa de las prácticas agrícolas desde la siembra hasta la certificación final.

3.2.4 Instrumentos y registros de información

Para el desarrollo metodológico del proyecto se diseñaron y estructuraron instrumentos de recolección y registro de información, orientados a documentar las actividades agronómicas y los procesos asociados a la transición hacia la producción orgánica.

Los principales instrumentos a considerar serán:

- Formatos de campo propuestos para el registro de labores agronómicas, aplicación de bioinsumos y observaciones técnicas.
- Registros modelo de monitoreo fitosanitario y análisis de suelos, hojas y frutos.
- Listas de chequeo normativo elaboradas conforme a los requerimientos del ICA y de las certificadoras orgánicas.
- Bitácoras fotográficas y mapas de distribución del cultivo, diseñados para facilitar el seguimiento visual y técnico del proceso de transición.

Toda la información se estructurará y será sistematizada bajo criterios de trazabilidad, verificabilidad y control técnico, con el fin de garantizar su uso futuro en la implementación y certificación del sistema productivo.

Estos instrumentos constituyen una base técnica fundamental para el seguimiento y evaluación del sistema productivo, permitiendo registrar de manera ordenada la información agronómica, ambiental y documental. Su aplicación en futuras etapas de implementación servirá como evidencia verificable ante procesos de auditoría, certificación orgánica y mejora continua del protocolo de producción sostenible del limón Tahití.

3.2.5 Fuentes de información

Las fuentes empleadas se clasificaron en:

- Primarias: entrevistas semiestructuradas con productores de limón Tahití en Lebrija y Girón (Santander), observación directa en campo y revisión de prácticas en fincas en transición.

- Secundarias: literatura técnica y normativa emitida por entidades nacionales e internacionales (*ICA, FAO, IFOAM, USDA, UE, MinAgricultura*), así como artículos científicos y tesis afines al tema.

3.2.6 Validación técnica

La validación del protocolo se realizará mediante contraste con la normativa vigente y la revisión técnica, garantizando la coherencia entre las prácticas propuestas y los requisitos de certificación.

Así mismo, se compararán los resultados con experiencias exitosas en cultivos orgánicos de cítricos en Santander, lo que permite fortalecer la aplicabilidad y pertinencia del protocolo diseñado.

Para el diagnóstico de las condiciones actuales del sistema de producción, se aplicó un formato de evaluación técnica a los productores seleccionados (ver Anexo 1), con el fin de identificar las prácticas de manejo, uso de insumos y aspectos de sostenibilidad en el cultivo.

4. Listado maestro de documentos y formatos de soporte

La transición de una producción convencional de limón Tahití a orgánico requiere una documentación específica que respalde el proceso y demuestre el cumplimiento de los estándares orgánicos durante el período de conversión. Ver anexo final (formatos para descargar).

4.1 Documentación inicial y de planificación

4.1.1 Análisis de la situación actual de la finca

Historial Detallado del Predio: Registros de los últimos 3 años de prácticas agrícolas convencionales, incluyendo tipos y cantidades de fertilizantes sintéticos, pesticidas, herbicidas y otros insumos utilizados.

4.1.2 Análisis de suelo

Resultados de análisis químicos y físicos recientes para establecer la línea base del suelo y planificar las estrategias de mejora orgánica.

4.1.3 Análisis de agua

Evaluación de la calidad del agua de riego para asegurar que no haya contaminación que afecte la certificación orgánica (Resolución 1256 de 2021 del Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible).

4.1.4 Inventario de infraestructura y equipos

Listado de las instalaciones y equipos existentes, identificando aquellos que necesitarán modificaciones o reemplazo para cumplir con los estándares orgánicos.

4.2 Plan de transición a orgánico

Este es un documento crucial que detalla cómo se llevará a cabo la conversión. Debe incluir:

- **Declaración de Intención:** Manifestación formal del productor de cambiar a la producción orgánica y someterse al proceso de certificación.
- **Cronograma de Transición:** Plan detallado de las actividades a realizar durante el período de conversión (generalmente 36 meses para cultivos perennes como el limón Tahití, según el Reglamento (UE) 2018/848 y normativas de otras certificadoras).

4.2.1 Plan de manejo del suelo durante la transición

Estrategias para eliminar residuos de productos sintéticos y mejorar la fertilidad con métodos orgánicos (enmiendas orgánicas, abonos verdes, compost) (IFOAM, 2020).

4.2.2 Plan de manejo de plagas y enfermedades durante la transición

Métodos permitidos para el control de problemas fitosanitarios durante el período de conversión (control biológico, extractos vegetales, trampas)

4.2.3 Plan de manejo de malezas durante la transición

Estrategias para el control sin herbicidas sintéticos (acolchado, laboreo mecánico, cubiertas vegetales).

4.2.4 Plan de aislamiento y prevención de contaminación

Medidas para evitar la contaminación cruzada de la parcela en transición con áreas de producción convencional o fuentes externas de insumos no permitidos. Esto puede incluir zonas de amortiguamiento (buffer zones) (USDA Organic Regulations).

4.2.5 Plan de monitoreo y evaluación del proceso de transición

Indicadores para verificar el progreso hacia la certificación orgánica

4.3 Requisitos de exportación UE y EE. UU.

4.3.1 Unión Europea

36 meses de conversión, logo orgánico UE, pero dependiendo del uso del suelo anterior se puede antes según investigación.

4.3.2 Estados Unidos

3 años sin sustancias prohibidas antes de la cosecha, pero dependiendo del uso del suelo anterior se puede antes según investigación.

4.3.3 Requisitos normativos

Requisito de Uso del Suelo (POT/EOT)

Para registrar un predio ante el ICA para exportación, se debe contar con el certificado de uso del suelo expedido por la oficina de Planeación Municipal, donde conste que la actividad agrícola (lima ácida Tahití) es permitida en el POT o PBOT vigente. Este documento es obligatorio para el Registro de Lugar de Producción según Resolución ICA 0824 de 2022.

Nota: Todo esto depende del manejo que se le haya dado al cultivo en los años anteriores sí era una producción limpia solo faltarían los análisis por el ente certificador y lograr producción requerida por los países importadores.

4.4 Selección de la entidad certificadora

Documentación relacionada con la elección de la certificadora orgánica (solicitud de certificación, información sobre sus estándares y tarifas).

A continuación, se detallan sellos importantes alcanzados con las certificaciones y principales empresas certificadoras:

Las certificadoras autorizadas por el USDA–NOP para operar en Colombia incluyen Bureau Veritas Certification, SGS, NaturaCert e Icontec, según el Organic Integrity Database del USDA (2024). Estas entidades están habilitadas para certificar productos agrícolas bajo el Programa Nacional Orgánico (7 CFR Part 205), requisito fundamental para el limón Tahití destinado al mercado estadounidense.

Figura 2.

Logo alimento ecológico colombiano



Figura 3.

logo ICA



Figura 4

Logo norma orgánica europea



Figura 5

Logo Global GAP



Figura 6

Logo HACCP



Figura 7

Logo USDA Organic



Principales entidades certificadoras en Colombia para lima acida Tahití tipo exportación.

Bureau Veritas, SGS, NaturaCert e Icontec, que ofrecen auditorías y certificaciones de cumplimiento para las normas de buenas prácticas agrícolas y de producción, como la certificación de fincas, acuicultura y cadena de custodia.

- GLOBAL G.A.P: es un sistema de certificación de alcance mundial que valida que las fincas y grupos de fincas cumplen con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), demostrando seguridad, calidad y sostenibilidad en la producción de alimentos, ganadería y acuicultura. Su principal objetivo es garantizar a los consumidores que los productos han sido elaborados de manera segura y responsable, considerando el bienestar de los trabajadores y del medio ambiente, y se ha convertido en un estándar privado muy extendido en la industria alimentaria. (<https://www.globalgap.org/>)

- Bureau Veritas: Certification es líder mundial en Certificación, que ofrece servicios de alta calidad para ayudar a los clientes a cumplir los crecientes desafíos de la calidad, seguridad, protección del medio ambiente y la responsabilidad social. (<https://www.bureauveritas.com>)

- SGS: Hoy, como el proveedor líder de Colombia en servicios de verificación, inspección, análisis y certificaciones, asistimos a los sectores económicos más importantes a través de soluciones eficientes. Nos desarrollamos bajo las siguientes líneas de negocio, siendo éstas: Industrial and Environmental Services, Natural Resources, Connectivity and Products, Health and Nutrition, Certification and Knowledge. Con más de 2000 empleados operando en las principales ciudades del país, ayudamos a nuestros clientes a incrementar su calidad, seguridad, eficiencia, productividad y velocidad en el mercado. ([Sgs.com/es-co/services/globalgap](https://www.sgs.com/es-co/services/globalgap))

- NaturaCert: es una iniciativa de la Fundación Natura, diseñada para ofrecer servicios de certificación y verificación de estándares nacionales e internacionales para productos agrícolas

sostenibles. NaturaCert tiene como propósito promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad a través de la certificación y verificación de estándares nacionales e internacionales, para el fortalecimiento y la competitividad de sus clientes con criterios de sostenibilidad en el mercado nacional e internacional. (Naturacert.org).

- Quality Assurance International (QAI): es una entidad certificadora orgánica internacional con sede en EE. UU. que opera en Colombia y a nivel mundial para certificar productos orgánicos bajo los estándares del Programa Orgánico Nacional de los EE. UU. (NOP). Aunque no es una empresa colombiana, empresas en Colombia pueden buscar la certificación QAI para asegurar que sus productos orgánicos cumplan con los estrictos estándares del USDA, lo que les permite acceder a mercados internacionales que demandan esta certificación. (Quality Assurance International (QAI)).

- CERES: Colombia actúa en el campo de la agricultura orgánica y sostenible, el procesamiento de alimentos ecológicos, la capacitación y la divulgación de información vinculada a nuestra actividad. Con presencia en Europa, Asia, África y América Latina y el Caribe, CERES opera en Colombia desde el 2005 cubriendo el territorio nacional y algunos países de la región. CERES es reconocida por los mercados de exportación más exigentes, garantizando el acceso de los productos alimenticios que certifica a la Unión Europea, Japón, Suiza, EE.UU. y Canadá. (CERES Colombia S.A.S.)

- Ecocert: Durante más de 30 años, hemos asistido a numerosos actores en la implementación y promoción de prácticas sostenibles mediante servicios de certificación, consultoría y capacitación. Comprometida con la agricultura ecológica desde su creación, Ecocert ha extendido sus esfuerzos a muchos otros sectores. (Ecocert.com)

4.5 Documentación legal y de registro (similar a la producción orgánica directa)

4.5.1 Registro de la finca/predio

Consiste en la formalización legal del terreno donde se desarrolla la actividad agrícola.

Incluye:

- Certificado de tradición y libertad del predio.
- Planos o coordenadas geográficas (georreferenciación).
- Identificación del propietario o arrendatario.

En caso de estar en zonas de protección, documentación de usos permitidos del suelo.

Este registro es clave para demostrar la trazabilidad y la procedencia del producto.

4.5.2 Registro Único Tributario (RUT)

• Documento emitido por la DIAN que identifica al productor como persona natural o jurídica. Su importancia radica en:

- Habilitar la actividad económica de producción agrícola.
- Permitir la facturación legal de los productos.
- Facilitar la formalización del negocio y el acceso a programas de apoyo del Estado.

4.5.3 Permisos y licencias pertinentes

Dependiendo de la normatividad local, se deben gestionar:

- Licencia ambiental (si aplica, según el área y la actividad).
- Permiso de uso de agua (concesión o autorización de riego).
- Registro ICA de predio productivo en caso de exportaciones.
- Permisos de agremiaciones o asociaciones agrícolas que fortalecen la comercialización.

Requisito de Uso del Suelo (POT/EOT)

Para registrar un predio ante el ICA para exportación, se debe contar con el certificado de uso del suelo expedido por la oficina de Planeación Municipal, donde conste que la actividad agrícola (lima ácida Tahití) es permitida en el POT o PBOT vigente. Este documento es obligatorio para el Registro de Lugar de Producción según Resolución ICA 0824 de 2022.

4.6 Formatos de registro y control (adaptados a la transición)

4.6.1 Registro de enmiendas orgánicas aplicadas

Debe contener:

- Fecha de aplicación.
- Tipo de enmienda (compost, bocashi, estiércol, etc.).
- Dosis aplicada.
- Lote tratado y responsable de la aplicación.

Objetivo: garantizar la trazabilidad de los insumos orgánicos y cumplir con la normatividad de certificación.

4.6.2 Registro de siembra de coberturas verdes

Información clave:

- Fecha de siembra.
- Especie sembrada (canavalia, mucuna, crotalaria, etc.).
- Cantidad de semilla.
- Lote asignado.

Observaciones sobre germinación, desarrollo y aporte esperado (fijación de nitrógeno, cobertura del suelo).

4.6.3 Registro de laboreo del suelo

Debe detallar:

- Fecha, tipo de laboreo (arado, rastra, subsolador, mínima labranza), maquinaria utilizada, profundidad aproximada, lote tratado.
- Comentarios sobre la condición del suelo antes y después de la labor.

4.6.4 Registro de monitoreo de plagas y enfermedades (con énfasis en la transición)

Incluye:

- Observaciones periódicas (quincenales o mensuales).
- Identificación de plagas y enfermedades presentes.

- Comparación con ciclos anteriores para evidenciar reducción de problemas al disminuir químicos convencionales.

4.6.5 Registro de métodos de control de plagas y enfermedades orgánicos aplicados.

Debe documentar:

- Tipo de control usado (extractos vegetales, control biológico, trampas).
- Frecuencia y dosis de aplicación.
- Resultados observados.

4.6.6 Registro de manejo de malezas (métodos orgánicos)

Debe incluir:

- Tipo de maleza predominante.
- Método de control aplicado (manual, mecánico, cobertura, solarización).
- Frecuencia de intervención y lote afectado.

4.6.7 Registro de aislamiento y medidas de prevención de contaminación

Contiene:

- Documentación de barreras físicas (cercas vivas, franjas de vegetación, zanjas).
- Medidas temporales en la transición (delimitación de áreas, señalización).
- Evidencia fotográfica y croquis de la finca.

4.7 Documentos de comunicación con la certificadora

4.7.1 Solicitud de certificación orgánica (período de transición)

- Carta de intención del productor.
- Documentación legal de la finca y registros iniciales.
- Plan de transición hacia la producción orgánica.
- Cronograma estimado para la certificación.

4.7.2 correspondencia con la entidad certificadora

Incluye:

- Correos, cartas y actas de reuniones.
- Respuestas a requerimientos técnicos.
- Informes periódicos de avances y ajustes solicitados.

Nota: Es muy importante conocer y tener a la mano la documentación necesaria en la transición de la producción de limón Tahití a orgánico. La comunicación constante con las entidades certificadoras y la adaptación a las normativas locales son clave para un proceso exitoso.

5. Resultado

Elaboración de un protocolo para la transición del cultivo de lima ácida Tahití a producción orgánica en Santander.

Este protocolo está diseñado para orientar a los agricultores del departamento de Santander a realizar la transición de producción convencional a orgánico y también a los que decidan implementar sistemas de producción ecológica u orgánica desde la fase inicial de establecimiento.

La siguiente tabla presenta las fases del protocolo técnico y los resultados esperados a futuro, de acuerdo con los registros relacionados con la implementación del protocolo.

Tabla 5.

Fases del protocolo técnico.

Fase	Propósito	Resultados esperados
Establecimiento	Preparar condiciones del suelo y material vegetal	Lotes listos para manejo orgánico
Transición	Implementar prácticas sostenibles	Reducción de agroquímicos y fortalecimiento biológico
Mantenimiento	Consolidar el sistema orgánico	Cultivo estable con fertilidad biológica activa

A continuación se establece un protocolo técnico de transición de un sistema de producción convencional a orgánico de limón Tahití (*citrus latifolia tanaka*) en Santander, Colombia, con un enfoque de investigación descriptiva, documental y explicativa, estructurado en inicio–desarrollo–conclusión e integrado con el marco legal colombiano ((resolución ICA 187 de 2006 y posteriores

ajustes sobre producción ecológica, orgánica) y los requisitos de certificación para la UE (reg. 2018/848) y EE. UU. (USDA-NOP, 7 CFR part 205).

5.1 Fase inicial de establecimiento

Esta fase constituye la base fundamental para la implementación exitosa del sistema productivo orgánico de limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka). Su objetivo es establecer condiciones edáficas, climáticas y de manejo adecuadas que permitan garantizar la productividad, la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de los requisitos establecidos por las normas de producción ecológica u orgánica (Reglamento (UE) 2018/848, NOP USDA, Resolución ICA 187 de 2006, entre otras).

Cada unidad productiva debe adaptar esta fase a sus condiciones locales; considerando altitud, tipo de suelo, régimen de lluvias, disponibilidad hídrica y exposición solar; ya que el departamento de Santander presenta una gran diversidad de microclimas y ecosistemas que pueden influir en el desempeño del cultivo. Para esto se puede investigar los datos en su respectiva página.

A continuación, se presentan las principales fuentes oficiales utilizadas para obtener los datos referenciales del predio, necesarios para el análisis de las condiciones edafoclimáticas y de manejo del cultivo.

Tabla 6.

Fuentes de información de datos referenciales para el predio.

Variable	Fuente recomendada	Tipo de información disponible
Altitud	https://www.igac.gov.co	Curvas de nivel y altitud por municipio.
Tipo de suelo	https://www.igac.gov.co	Clasificación y aptitud agrícola.
Régimen de lluvias	https://www.ideam.gov.co https://www.siac.gov.co	Precipitación anual y mensual.
Disponibilidad hídrica	https://www.cas.gov.co	Cuencas, oferta y demanda hídrica.
Exposición solar	https://www.ideam.gov.co	Brillo solar, radiación promedio

Nota. La tabla presenta las principales fuentes oficiales consultadas para obtener datos referenciales del predio en estudio, relacionados con variables climáticas, edáficas e hídricas.

También con la tecnología actualizada ya hay aplicaciones en dispositivos móviles para medir más fácil cuestiones agroclimáticas, las cuales se mencionan a continuación y para qué sirven.

Temperatura y humedad relativa:

Se recomienda el uso de las aplicaciones WeatherLink y Agroclima. WeatherLink permite monitorear en tiempo real la temperatura, humedad y otros datos climáticos al conectarse con estaciones meteorológicas Davis. Agroclima es una aplicación desarrollada por la FAO que permite registrar manualmente datos climáticos diarios, ideal para productores que hacen seguimiento directo en campo.

Descarga: WeatherLink en Google Play y Agroclima (FAO).

Precipitación:

Las aplicaciones sugeridas son Rain Gauge e IDEAM en Línea. Rain Gauge permite registrar manualmente la cantidad de lluvia medida con pluviómetro, exportando los datos en

reportes digitales. IDEAM en Línea ofrece acceso a la red oficial de estaciones meteorológicas de Colombia, incluyendo registros históricos de precipitación.

Descarga: Rain Gauge App y IDEAM en Línea

Altitud:

Para conocer la altitud del terreno y las coordenadas del predio se recomiendan GPS Tools y My Elevation. Ambas funcionan mediante el GPS del teléfono, incluso sin conexión a internet. GPS Tools también mide presión atmosférica, mientras que My Elevation brinda datos precisos sobre altitud instantánea usando mapas satelitales.

Descarga: GPS Tools y My Elevation

Viento:

Las aplicaciones Windy y Anemometer son útiles para medir o consultar la velocidad y dirección del viento. Windy proporciona pronósticos detallados y mapas de viento actualizados, mientras que Anemometer convierte el teléfono en un anemómetro digital para verificaciones rápidas en campo.

Descarga: Windy App y Anemometer.

Exposición solar:

Se recomienda utilizar Sun Surveyor y Lux Light Meter. Sun Surveyor muestra la trayectoria solar, las horas de sol y sombra según la ubicación y la fecha, lo cual es ideal para planificar la orientación de siembras. Lux Light Meter mide la intensidad lumínica (lux) usando el sensor del celular.

Descarga: Sun Surveyor y Lux Light Meter.

Levantamiento del terreno:

Para marcar límites, áreas y pendientes del terreno se pueden utilizar GPS Fields Area Measure y Clinometer + Bubble Level. GPS Fields Area Measure permite delimitar lotes, calcular superficies y registrar coordenadas, mientras que Clinometer + Bubble Level funciona como nivel y medidor de pendientes, similar a un clinómetro.

Descarga: GPS Fields Area Measure y Clinometer + Bubble Level

5.1.1 Selección de sitio y diseño del cultivo

La adecuada selección del sitio y un diseño técnico del sistema de cultivo son factores determinantes para lograr un establecimiento exitoso y sostenible. En la agricultura orgánica, estos pasos adquieren especial relevancia, pues de ellos depende el equilibrio ecológico del sistema, la prevención de plagas y enfermedades, y la eficiencia en el uso de los recursos naturales.

A continuación, se describen los aspectos agroclimáticos y los principales criterios técnicos que deben considerarse para la producción de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander, junto con sus rangos recomendados y métodos de medición.

Tabla 7.

Aspectos agroclimáticos a evaluar

Parámetro	Rango Recomendado	Consideraciones Técnicas para Santander	Método de Medición o Fuente de Información
Temperatura óptima	22–30 °C	En zonas bajas (250–600 msnm, clima cálido seco) se recomienda implementar cobertura vegetal y riego por goteo para evitar estrés térmico e hídrico. En zonas más altas (hasta 1.400 msnm) puede	Medir con termómetro ambiental digital o estación meteorológica portátil. Consultar registros históricos del IDEAM o estaciones locales de la

Parámetro	Rango Recomendado	Consideraciones Técnicas para Santander	Método de Medición o Fuente de Información
		disminuir el crecimiento, pero mejora la calidad del fruto.	UMATA o Secretaría de Agricultura Municipal.
Precipitación anual	1.200–2.500 mm bien distribuidos	En zonas con lluvias inferiores a 1.200 mm, es necesario implementar riego tecnificado (goteo o microaspersión). En zonas con lluvias >2.500 mm, se recomienda drenaje eficiente.	Instalar un pluviómetro manual en el predio y registrar la lluvia diaria o semanal. Ver datos históricos de precipitación en el IDEAM o el SIAT-AC Santander.
Humedad relativa	60–80 %	Evitar sitios con humedad >85 % que favorezcan enfermedades (<i>Phytophthora</i> , <i>Colletotrichum</i>). Promover aireación y poda sanitaria.	Medir con un higrómetro o termo-higrómetro digital. Algunos modelos de estaciones meteorológicas portátiles registran este dato automáticamente.
Altitud recomendada	400–1.400 msnm (óptimo: 800–1.200 msnm)	El rango ideal para Santander (zonas como Lebrija, Girón, El Playón, San Vicente de Chucurí) equilibra productividad, vigor y calidad del fruto.	Consultar la altitud exacta con un GPS, aplicación móvil (Google Earth, GPS Tools) o cartografía del IGAC.
Exposición solar	Mínimo 8 h diarias	Favorece la fotosíntesis y el desarrollo de aceites esenciales. Evitar zonas con sombra permanente o relieves muy pronunciados.	Observar con un registro diario de horas de sol o usar sensor de radiación solar (luxómetro o piranómetro). Consultar datos en plataformas agroclimáticas IDEAM o SIATA.
Vientos dominantes	<15 km/h	En zonas con vientos fuertes (como Rionegro y Barrancabermeja), se recomienda establecer barreras rompevientos vivas (<i>Leucaena</i>	Medir con anemómetro portátil. Consultar la dirección y velocidad promedio del viento con el IDEAM o

Parámetro	Rango Recomendado	Consideraciones Técnicas para Santander	Método de Medición o Fuente de Información
		<i>leucocephala</i> , <i>Gliricidia</i> <i>sepium</i>).	reportes locales de estaciones meteorológicas

Nota. La tabla presenta los principales parámetros agroclimáticos a evaluar para el cultivo de lima ácida Tahití en Santander, con sus rangos ideales y métodos de medición.

Los parámetros agroclimáticos descritos constituyen la base para la planificación técnica del cultivo y la adaptación del protocolo de transición orgánica, permitiendo definir las prácticas agronómicas más adecuadas según las condiciones de cada zona del departamento.

Consideraciones de diseño del cultivo

- Orientación de las hileras:

Preferiblemente norte-sur, para optimizar la captación solar y facilitar la aireación entre plantas.

- Pendiente del terreno:

Ideal entre 0 % y 12 %. En pendientes mayores se recomienda el establecimiento en terrazas o curvas de nivel para reducir la erosión y mejorar la infiltración del agua.

- Drenaje natural o artificial:

Los suelos deben tener buen drenaje. En suelos arcillosos se sugiere realizar canales de evacuación o camellones elevados.

- Cobertura vegetal permanente:

Mantener coberturas naturales o sembradas (gramíneas o leguminosas) entre hileras para conservar humedad, reducir la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.

- Fuentes de agua:

Preferir fuentes naturales no contaminadas; en la producción orgánica es obligatorio asegurar que el agua de riego esté libre de residuos químicos o biológicos.

- Protección ambiental:

Evitar la cercanía con cultivos convencionales (al menos 10–20 m de franja de protección) para minimizar el riesgo de deriva de agroquímicos o, en su defecto, prevenir mediante barreras vivas.

5.1.2 Diseño del lote

El diseño del lote constituye una etapa clave para asegurar el buen desarrollo del cultivo, la eficiencia del manejo agronómico y la prevención de problemas sanitarios y erosivos. Un lote bien diseñado facilita la aireación, la entrada de luz solar, el drenaje natural, y la operatividad de labores agrícolas (riego, podas, control biológico, cosecha, etc.).

En los sistemas de producción orgánica, el diseño debe además favorecer la biodiversidad funcional, la protección del suelo y las fuentes hídricas, y la integración ecológica del sistema productivo con el entorno natural.

Aireación y Luz Solar

- La adecuada distancia entre plantas permite que las copas no se toquen, evitando la formación de microclimas húmedos que favorecen hongos, bacterias y plagas (como *Phytophthora spp.*, *Colletotrichum spp.* o minadores).
- Se debe garantizar mínimo 8 horas de exposición solar directa por día.

- Mantener calles limpias o con coberturas vivas bajas que no interfieran con la radiación solar al follaje.

- En zonas húmedas o de baja radiación (como San Vicente de Chucurí o El Carmen de Chucurí), se recomienda orientar las hileras de norte a sur para optimizar la captación de luz.

Trazado del terreno

- El trazado debe realizarse de manera precisa y planificada para garantizar la uniformidad del cultivo.

- Asegura la distribución homogénea de las plantas y facilita el manejo mecánico y manual de las labores agrícolas.

- Favorece la optimización del espacio, la captación solar y la ventilación entre las hileras.

- Contribuye a mejorar la eficiencia en el riego, fertilización y control fitosanitario, además de facilitar el tránsito de maquinaria y personal.

Procedimiento técnico

- Levantamiento del terreno. Marcar límites y pendientes utilizando nivel tipo A, manguera de nivel o clinómetro

- Demarcación. Emplear cuerdas, estacas y cinta métrica, asegurando hileras rectas y bien alineadas.

- Orientación de surcos. Preferiblemente norte-sur; ajustar a este-oeste en zonas de pendiente o topografía irregular.

- Drenaje natural. Dejar pequeñas canaletas entre surcos para conducir el exceso de agua hacia zonas bajas o drenes naturales.

Marco de siembra

El marco de siembra dependerá de la fertilidad del suelo, el régimen de lluvias, la altitud y la topografía. Para verificar la fertilidad, es importante realizar un análisis de suelo en un laboratorio certificado.

La información sobre el régimen de lluvias, la altitud y la topografía puede obtenerse en los portales web de las entidades gubernamentales competentes, los cuales ofrecen datos actualizados y verificables para establecer un marco de siembra adecuado. (Véase Tabla 8 para referencia de distancias y parámetros técnicos).

A continuación, se presenta el marco de siembra recomendado para el cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander, incluyendo las distancias y densidades más utilizadas según las condiciones de suelo y clima.

Tabla 8.

Marcos de siembra más utilizados en Santander

Tipo de marco	Distancia recomendada (m)	Densidad aproximada (árboles/ha)	Aplicación recomendada
Cuadro real	6 × 4 (otra alternativa) 5 × 5	416	Suelos planos, fértiles y bien drenados. Facilita la mecanización.
Tresbolillo (triangular)	6 × 4 (intercalado)	480	Mejora la distribución de luz y aireación, útil en zonas húmedas o con pendientes leves.
Alta densidad	5 × 4	570	Solo en suelos fértiles con buena disponibilidad hídrica y manejo intensivo.
Baja densidad	7 × 5	285	Zonas secas, suelos pobres o de baja capacidad de retención de humedad

Nota. La tabla presenta los marcos de siembra más utilizados en Santander, indicando las distancias y densidades recomendadas según las condiciones del terreno.

Pendientes y Manejo del Drenaje

- En pendientes menores al 7 %. se puede sembrar directamente, respetando el sentido del terreno y conservando las líneas de nivel.
- En pendientes entre 7 % y 15 %. se deben implementar curvas a nivel, terrazas o zanjas de infiltración para reducir la erosión y aumentar la infiltración del agua.
- En pendientes mayores al 15 %. el establecimiento solo debe hacerse con sistemas agroforestales o de conservación, no como monocultivo, para evitar degradación del suelo.

Prácticas complementarias

- Instalar barreras vegetales vivas siguiendo las curvas de nivel.
- Mantener coberturas vegetales permanentes en las calles del cultivo para reducir escorrentía y pérdida de suelo.

Infraestructura de Apoyo y Conservación

La infraestructura de apoyo es esencial para garantizar el acceso, la conservación del suelo y la protección del cultivo frente a factores ambientales.

Caminos internos

- Dejar franjas de tres metros de ancho cada cuatro hileras de árboles.
- Compactar el terreno con material granular (recebo o cascajo) para permitir el paso de maquinaria sin dañar las raíces.
- En zonas lluviosas, incluir cunetas laterales para el drenaje del agua.

Cortinas rompeviento

- Ubicación:

Sembrar en los bordes perimetrales o contra los vientos dominantes.

- Especies recomendadas

Matarratón (*Gliricidia sepium*), Guamo (*Inga edulis*), *Leucaena leucocephala*, Eucalipto sp., *Tithonia diversifolia*.

- Distancia entre árboles

1.5–2 m entre árboles y 2–3 m entre hileras cuando se establecen en doble línea.

Porosidad y conservación ambiental:

- Mantener una franja mínima de 30 metros a cada lado de quebradas y nacimientos de agua, conforme al Decreto 2811 de 1974 y la Resolución 1023 de 2022 del Ministerio de Ambiente.

- Mantener y proteger áreas de bosque natural o corredores biológicos dentro del predio.

Estas zonas sirven como hábitat para fauna benéfica (polinizadores y depredadores naturales) y aumentan la resiliencia del sistema orgánico.

Manejo Inicial del Terreno

Antes del establecimiento definitivo del cultivo deben aplicarse las siguientes practicas:

- Retirar residuos de cultivos anteriores y restos de materiales contaminantes.
- Evitar la quema; en su lugar, incorporar materia orgánica mediante trituración o compostaje.

- Nivelar áreas con exceso de pendiente o encharcamiento.

- Trazar zonas para la instalación de infraestructura complementaria: tanque de almacenamiento de agua, composteras, zona de herramientas, bodega de insumos orgánicos y áreas de capacitación.

5.1.3 Labores complementarias

Durante la preparación del terreno, deben aplicarse prácticas que garanticen la conservación del suelo y el equilibrio ecológico del sistema productivo.

Actividades previas al establecimiento

- Retirar residuos sólidos, piedras grandes, plásticos y troncos en descomposición.
- Realizar deshierbe manual o mecánico sin uso de herbicidas químicos.

Cobertura vegetal:

- Mantener rastrojo o pasto picado sobre el suelo para conservar humedad y reducir la evaporación.
- Sembrar leguminosas de cobertura como fríjol terciopelo, canavalia, crotalaria o maní forrajero, que aportan nitrógeno y mejoran la fertilidad.

Conservación del suelo y agua:

- En terrenos con pendiente, sembrar barreras vivas (pasto vetiver, caña brava, limón ornamental).
- Implementar zanjas de infiltración para captar agua lluvia y recargar acuíferos.
- Promover la siembra de árboles multipropósito (sombra, madera, abonos verdes) para diversificar y dar sostenibilidad al sistema.

Nota: Un buen diseño inicial garantiza que el cultivo sea productivo, resiliente y compatible con la certificación orgánica, minimizando problemas de erosión, plagas y enfermedades en etapas posteriores.

5.1.4 Análisis en el predio o finca

Antes de iniciar cualquier práctica de establecimiento del cultivo, es indispensable realizar análisis técnicos de agua y suelo que permitan conocer el estado actual del predio, su aptitud productiva y su compatibilidad con los estándares exigidos por los programas de certificación orgánica.

Estos análisis constituyen la línea base para diseñar el plan de manejo de transición, definir las necesidades de recuperación del suelo y verificar que no existan fuentes de contaminación que comprometan la inocuidad y la sostenibilidad del sistema productivo.

5.1.5 Análisis de agua

El agua utilizada para riego, lavado de fruta, aplicación de insumos permitidos y preparación de bioinsumos debe cumplir con los parámetros establecidos en la Resolución 1256 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual fija los criterios de calidad del agua para uso agrícola en Colombia.

Esta normativa reemplaza referencias previas que se atribuían a resoluciones inexistentes o derogadas (como la supuesta Resolución 0395 de 2020). Además, el agua debe cumplir los lineamientos de inocuidad establecidos por sistemas orgánicos internacionales como el Reglamento UE 2018/848 y la norma NOP USDA.

Objetivo técnico

Evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua utilizada en el cultivo, con el fin de evitar riesgos de contaminación del suelo, del cultivo y del producto final, garantizando la inocuidad y el cumplimiento de los requisitos para certificación orgánica.

Parámetros mínimos recomendados:

- Físicos: pH, turbidez, conductividad eléctrica.
- Químicos: sales disueltas totales (SDT), nitratos, sodio, dureza.
- Microbiológicos: coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*.
- Riesgo de salinización y sodificación según SAR y CE del agua.

Estos parámetros deben compararse con los valores de referencia de la Resolución 1256 de 2021, asegurando que el agua utilizada no comprometa la producción orgánica ni la inocuidad del fruto.

La siguiente tabla resume los parámetros mínimos recomendados para el análisis de agua en fincas productoras de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), considerando los valores de referencia establecidos por las normas nacionales e internacionales aplicables.

Tabla 9

Tipo de parámetro — Parámetros mínimos recomendados (Análisis de agua).

Categoría de Análisis	Parámetro	Unidad	Valor de referencia recomendado (Resolución 1256 de 2021 – Agua para uso agrícola)	Finalidad dentro del cultivo orgánico
Físicos	pH	—	6.0 – 8.5	Evitar acidez o alcalinidad que afecte suelo, microorganismos

Categoría de Análisis	Parámetro	Unidad	Valor de referencia recomendado (Resolución 1256 de 2021 – Agua para uso agrícola)	Finalidad dentro del cultivo orgánico
				y absorción de nutrientes.
	Turbidez	NTU	< 50 NTU	Minimiza obstrucción de goteros y contaminación por sólidos suspendidos.
	Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	< 0.7 dS/m	Reduce riesgo de salinización del suelo y estrés osmótico.
	Temperatura	°C	< 30 °C	Evita choques térmicos y proliferación microbiana.
Químicos	Sales disueltas totales (SDT/TDS)	mg/L	< 450 mg/L	Mantiene equilibrio salino y previene acumulación en suelos.
	Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	< 10 mg/L	Evita contaminación microbiológica y exceso de nitrógeno disponible.
	Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	< 1 mg/L	Indica ausencia de contaminación reciente por materia orgánica.
	Dureza total	mg/L CaCO ₃	< 150 mg/L	Reduce riesgo de precipitación y obstrucción en riego por goteo.
	Sodio (Na ⁺)	mg/L	< 70 mg/L	Previene sodificación del suelo y deterioro estructural.
	Relación de adsorción de sodio (RAS/SAR)	–	< 3	Protege la estructura del suelo y permeabilidad.
	Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	< 150 mg/L	Evita toxicidad por sales.

Categoría de Análisis	Parámetro	Unidad	Valor de referencia recomendado (Resolución 1256 de 2021 – Agua para uso agrícola)	Finalidad dentro del cultivo orgánico
	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	< 250 mg/L	Controla acumulación salina.
	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/L	< 120 mg/L	Evita alcalinización y precipitación con Ca/Mg.
Microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL	Previene contaminación del cultivo y del ecosistema.
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 200 NMP/100 mL	Reduce riesgos sanitarios y pérdida de certificación.
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 100 NMP/100 mL	Parámetro crítico para inocuidad del fruto y cumplimiento orgánico.

Nota. La tabla presenta los parámetros mínimos recomendados para evaluar la calidad del agua utilizada en la producción de limón Tahití, conforme a los lineamientos de la Resolución 1256 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Las mediciones rápidas en finca se realizan con un medidor multiparámetro portátil, evaluando pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto como indicadores de calidad básica del agua de riego. Los valores obtenidos se contrastaron con los rangos óptimos recomendados para cítricos según la FAO (pH 6.0–7.0; CE <1.2 dS/m; OD >5 mg/L).

Fuentes de contaminación a evitar

- Infiltración de aguas residuales domésticas o pecuarias.
- Uso de aguas provenientes de canales con descargas industriales o agrícolas convencionales.

- Limpieza inadecuada de tanques, mangueras o sistemas de riego.

Acciones correctivas

- Implementar sistemas de filtración y cloración natural (carbón activado, filtros de grava y arena).
- Proteger las fuentes hídricas con franjas de vegetación nativa (mínimo 30 m).
- Evitar el ingreso de animales domésticos al área de captación o almacenamiento de agua.

5.1.6 Análisis de suelo

El análisis de suelo es la herramienta fundamental para diagnosticar el estado de fertilidad y sanidad del terreno, orientar la recuperación orgánica del suelo y establecer un plan de manejo racional de nutrientes sin recurrir a insumos sintéticos prohibidos.

Objetivo técnico

Determinar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, su contenido de nutrientes, nivel de acidez y porcentaje de materia orgánica, para definir ajustes en el plan de fertilización orgánica y manejo de cobertura vegetal.

Procedimiento recomendado

- División del lote: Dividir el área en sectores homogéneos de máximo 2 hectáreas, considerando tipo de suelo, pendiente y manejo previo.
- Toma de muestras: Extraer entre 10 y 15 submuestras por sector, a una profundidad de 20–30 cm (zona radicular activa).

Mezclar las submuestras en un recipiente plástico limpio y obtener una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg.

- Identificación: Colocar la muestra en una bolsa plástica o de papel kraft.

Rotular con nombre de la finca, lote, fecha, profundidad, municipio y coordenadas si es posible.

Envío de análisis a laboratorio

Remitir las muestras a un laboratorio de suelos acreditado por el ICA o una universidad local con servicio de análisis agrícola (por ejemplo, Universidad Industrial de Santander, UIS; UDES; UNAB)

En la siguiente tabla se describen los rangos ideales de fertilidad del suelo para el cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) y las recomendaciones técnicas para su interpretación, de acuerdo con fuentes nacionales e internacionales.

Tabla 10.

Rangos ideales de fertilidad del suelo y recomendaciones para el cultivo de limón tahití (Citrus latifolia Tanaka)

Parámetro	Rango ideal	Interpretación y recomendaciones	Fuente técnica
pH (acidez)	“5.5 – 6.5”).	Valores menores a 5.0 requieren corrección con enmiendas cálcicas orgánicas (calcita natural, dolomita o compost maduro).	FAO (2015); ICA (2017)
Materia orgánica (MO)	> 2.5 %	Indica buena actividad biológica y retención de humedad. Si es menor al 2 %, aplicar compost, lombricompost o abonos verdes.	CORPOICA, 2013
Fósforo (P disponible)	15 – 30 mg/kg	Promueve el desarrollo radicular y la floración. En suelos deficientes, usar harina de roca fosfórica o fosfatos naturales.	FAO (2015)

Parámetro	Rango ideal	Interpretación y recomendaciones	Fuente técnica
Potasio (K)	0.3 – 0.6 cmol/kg	Relacionado con la calidad del fruto y la resistencia a estrés hídrico. Suplementar con ceniza vegetal o sulfato potásico natural.	ICA (2017)
Calcio (Ca)	4 – 8 cmol/kg	Mejora la estructura del suelo y firmeza del fruto. Aplicar dolomita o roca caliza molida.	CORPOICA, 2013
Magnesio (Mg)	1 – 2 cmol/kg	Esencial para la formación de clorofila; se corrige con dolomita o sales de Epsom naturales.	FAO (2015); ICA (2017)

Nota. Los rangos y recomendaciones fueron adaptados de *FAO (2015)*, *ICA (2017)* y *CORPOICA (2013)*, como guía técnica para la interpretación de análisis de suelos en cultivos de limón Tahití en Santander.

Frecuencia recomendada de análisis

- Antes del establecimiento del cultivo (línea base).
- Cada 2 años durante la transición orgánica.
- Después de aplicar compost o enmiendas, realizar un control comparativo para evaluar

la mejora de fertilidad.

Buenas prácticas complementarias

- Registrar todos los resultados en el cuaderno de campo o formato de trazabilidad orgánica. (Ver anexo formatos).
- Implementar un mapa de suelos del predio, marcando sectores según tipo y resultados.
- Evitar la contaminación cruzada durante la toma de muestras (no usar herramientas oxidadas ni recipientes contaminados).
- Priorizar la biología del suelo: fomentar microorganismos benéficos con bioinsumos, compost y cobertura viva.

5.1.7 Variedad

Comprar en viveros certificados

Siempre adquirir las plantas en viveros reconocidos y certificados por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). Esto asegura que la planta esté libre de enfermedades graves y cumpla con los estándares de calidad.

Factura y certificado fitosanitario

Al realizar la compra, solicita la factura y el certificado fitosanitario.

Estos documentos garantizan que la planta fue producida bajo condiciones legales y seguras. Se deben conservar en los registros del cultivo, ya que servirán como soporte para la certificación orgánica.

Selección de portainjerto o variedad

- Priorizar variedades de limón Tahití que estén adaptadas a la zona (clima y suelo).
- Consultar con el vivero o técnicos cuáles son las variedades más resistentes a plagas y enfermedades comunes de la región (por ejemplo: minador de la hoja, ácaros, trips).
- Evitar variedades que ya tengan historial de problemas en la finca o en fincas vecinas.
- La selección de un portainjerto adaptado a las condiciones de clima cálido y el tipo de suelo de Santander es el factor crítico para garantizar la productividad y la sanidad.

Por extensión para Santander, que tiene condiciones de clima cálido a subcálido y suelos que pueden ser arcillosos o francos los ejemplos de patrones (Portainjerto) son:

- Limón Volkameriana (*Citrus volkameriana*)

Es muy vigoroso, induce copas de porte alto y permite una rápida entrada en producción (precoz). Es tolerante a enfermedades importantes como Phytophthora y el virus de la Tristeza de los Cítricos (CTV).

- Sunki × English (SxE) (*C. sunki* × *P. trifoliata*)

Induce un porte medio en la copa. Es resistente a la gomosis. Muestra buena adaptación a suelos ácidos (comunes en algunas zonas de los Llanos, lo que sugiere una amplia adaptabilidad). Induce un color verde más intenso en el fruto, ideal para la exportación.

- CPB-4475 (Citrumelo híbrido)

Alta tolerancia a salinidad, resistencia a Phytophthora, excelente adaptación a zonas con alta humedad y buen comportamiento en suelos medios y pesados. Recomendado para zonas del Magdalena Medio.

A continuación, se presentan los patrones o portainjertos más recomendados para el cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander, considerando su adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de la región.

Tabla 11.

Patrones más recomendados para el cultivo de limón Tahití en el departamento de Santander

Patrón o portainjerto	Características y adaptación local	Ventajas agronómicas	Recomendaciones de uso en Santander
Citrus volkameriana (Limón Volkameriano)	Buen desempeño en suelos franco-arenosos y ácidos, comunes en Lebrija, Girón y Rionegro.	Alta productividad, tolerancia a sequía moderada y rápido establecimiento.	Ideal para zonas cálidas con pendiente suave y drenaje natural. Evitar en suelos con exceso de cal.
Citrus jambhiri (Limón Rugoso)	Se adapta a suelos de textura media a pesada, con buena	Muy vigoroso, tolerante a sequía y compatible con limón Tahití.	Recomendado en zonas secas o con riego limitado; controlar <i>Phytophthora</i>

Patrón o portainjerto	Características y adaptación local	Ventajas agronómicas	Recomendaciones de uso en Santander
	capacidad de retención de agua.		mediante drenaje y fungicidas biológicos.
Swingle citrumelo (C. paradisi × P. trifoliata)	Se adapta a suelos bien drenados de pH neutro a ligeramente ácido.	Resistente a tristeza y nematodos; mejora calidad de fruto.	Adecuado para sistemas tecnificados con riego; no apto para suelos muy calcáreos.
Carrizo citrange (C. sinensis × P. trifoliata)	Buen desempeño en climas templados-cálidos y suelos aireados.	Buen equilibrio entre vigor y calidad del fruto.	Usar en zonas medias (800–1.200 m s.n.m.), como Lebrija y Piedecuesta; evitar en suelos compactos.

Nota. Los patrones seleccionados fueron priorizados por su compatibilidad con Citrus latifolia (limón Tahití), su resistencia a enfermedades del suelo y su adaptación a los microclimas cálidos del departamento de Santander. La elección final debe considerar el tipo de suelo, el régimen de lluvias y la disponibilidad hídrica del lote productivo.

La selección del patrón adecuado constituye un factor determinante en la productividad y sostenibilidad del cultivo, ya que influye directamente en la adaptación del árbol al suelo, la tolerancia a enfermedades y la calidad del fruto durante la transición hacia sistemas orgánicos.

Sanidad de la planta al momento de compra

- Revisar que las hojas no tengan manchas, mordidas o color amarillento.
- Verificar que el tallo esté firme y no presente heridas.
- Revisar que las raíces no estén podridas ni con mal olor.
- Preferir plantas jóvenes, bien formadas, con un solo tallo principal.

Tamaño y fortaleza de la planta

- La planta debe medir entre 40 y 60 cm de altura y tener un tallo fuerte.

- Evitar plantas demasiado pequeñas o demasiado grandes, porque les cuesta más adaptarse al trasplante.

Variedades tolerantes y certificadas orgánicas (si es posible):

- Si se encuentra disponible, elegir plantas producidas en viveros certificados.
- Esto acelera el proceso de transición a producción ecológica.

Consulta de viveros certificados

Para obtener la lista más reciente de viveros registrados y certificados para cítricos en Santander, se recomienda:

- Consultar la página web oficial del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) en su sección de Viveros y Semillas.
- Contactar a AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) en sus centros de investigación cercanos.

5.1.8 Preparación del terreno

La preparación del terreno tiene como propósito crear condiciones físicas y biológicas óptimas para el establecimiento del cultivo de limón Tahití. Este proceso busca mejorar la estructura, aireación, infiltración, retención de agua y disponibilidad de nutrientes, garantizando un inicio saludable del sistema productivo.

Objetivo de la adecuación

- Incorporar materia orgánica estable que aumente la fertilidad y actividad biológica.
- Reducir la presencia de arvenses competidoras de manera mecánica, sin uso de herbicidas químicos.

- Corregir limitaciones de acidez o deficiencia nutricional antes de la siembra.
- Lograr un suelo con buena capacidad de retención de agua y oxigenación de raíces.

Prácticas recomendadas

- Limpieza del terreno.
- Realizar desyerbe manual, con machete o guadaña.
- Retirar residuos de raíces leñosas, piedras y restos de cultivos anteriores.
- Mantener la cobertura vegetal útil (gramíneas y leguminosas) en bordes o como futuros

abonos verdes.

- Incorporación de materia orgánica
- Aplicar compost maduro, estiércol compostado o humus de lombriz a razón de 10–15

t/ha, según análisis de suelo.

- Distribuir e incorporar superficialmente para mejorar la estructura y aumentar la actividad microbiana.

5.1.9 Plantación

Preparación de hoyos:

- Abrir los hoyos con anticipación (15–20 días antes de la siembra) para aireación y descomposición de residuos.

- Medidas: 40 × 40 × 40 cm como mínimo. En suelos pobres o compactados, ampliar a 50 × 50 × 50 cm.

Mezcla de llenado (por hoyo):

- 2 paladas de tierra fértil de la parte superior.

- 2 paladas de compost o estiércol bien descompuesto (mínimo 90 días de compostaje).
- 1 puñado (200 g) de ceniza de madera como fuente de potasio y micronutrientes.
- 1 puñado (200 g) de cal agrícola o dolomita, sólo si el pH es menor a 5.5.
- Opcional: incorporar fosfato natural de roca (100 g) para mejorar la disponibilidad de

fósforo en etapas iniciales.

- Revolver homogéneamente y dejar reposar la mezcla mínimo 8 días antes de sembrar.

Mejoras adicionales según condición del suelo:

- Si el suelo es muy arcilloso, incorporar arena lavada o cascarilla de arroz carbonizada para mejorar la aireación.

- Si el suelo es arenoso, aplicar más materia orgánica para aumentar la retención de agua.

- En terrenos con pendiente, implementar curvas a nivel, barreras vivas o zanjas de infiltración para evitar erosión.

Trasplante: retirar bolsa plástica sin dañar raíces, plantar a nivel del cuello radicular y cubrir con suelo fino.

Mulching orgánico: aplicar cobertura vegetal (paja, hojas secas, restos de poda) en un radio de 40–60 cm alrededor del árbol.

Recomendación: uso de estacas para evitar inclinación y daños mecánicos en los primeros meses

Nota: Una preparación adecuada del terreno reduce el estrés de las plántulas al momento del trasplante, acelera el establecimiento, disminuye mortalidad inicial y genera una base fértil y sostenible compatible con la certificación orgánica.

5.2 Transición de producción convencional a orgánico del cultivo

Proporcionar una guía técnica y estratégica que facilite a los productores la transición del sistema de producción convencional al orgánico, garantizando el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales, en especial los establecidos por la Unión Europea (UE) y los Estados Unidos (EE. UU.) para la exportación.

5.2.1 Fase 1 (1-12 meses) diagnóstico inicial y evaluación del predio

La siguiente tabla resume las principales acciones implementadas durante la transición hacia la producción orgánica del cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), orientadas a eliminar el uso de plaguicidas sintéticos y fortalecer las prácticas agroecológicas.

Tabla 12.

Acciones relacionadas con la eliminación de plaguicidas sintéticos y la conversión orgánica

Objetivos	Acciones Principales	Resultados esperados
Eliminar el uso de insumos sintéticos y formalizar el inicio de la conversión orgánica.	Cese total de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas sintéticos. - Firma de la Declaración Juramentada de No Uso y acta de disposición de inventarios químicos.	Inicio oficial del Periodo de Conversión (Fecha inicial) avalado por el Organismo de Certificación Acreditado (OCA).
Recuperar la fertilidad biológica del suelo.	Aplicación de compost, humus de lombriz y abonos verdes. - Uso de enmiendas orgánicas (roca fosfórica, cal dolomita).	Incremento del contenido de materia orgánica (>3.5%) y mejora de la estructura y retención de agua del suelo.
Implementar prácticas ecológicas de manejo.	Control de malezas con métodos mecánicos o mulch vegetal. - Introducción del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) con	Sustitución completa de productos químicos por prácticas biológicas y agroecológicas.

Objetivos	Acciones Principales	Resultados esperados
Garantizar la trazabilidad y control documental.	bioplaguicidas y controladores naturales. Creación de libro de campo o bitácora digital por lote. - Contacto con un <i>OCA</i> y elaboración del Plan de Manejo Orgánico (<i>PMO</i>).	Sistema de trazabilidad y registro verificable para auditoría inicial de certificación.

Nota. La tabla presenta las acciones clave para la eliminación progresiva de plaguicidas

sintéticos y la implementación del protocolo de conversión orgánica en el cultivo de limón Tahití en Santander.

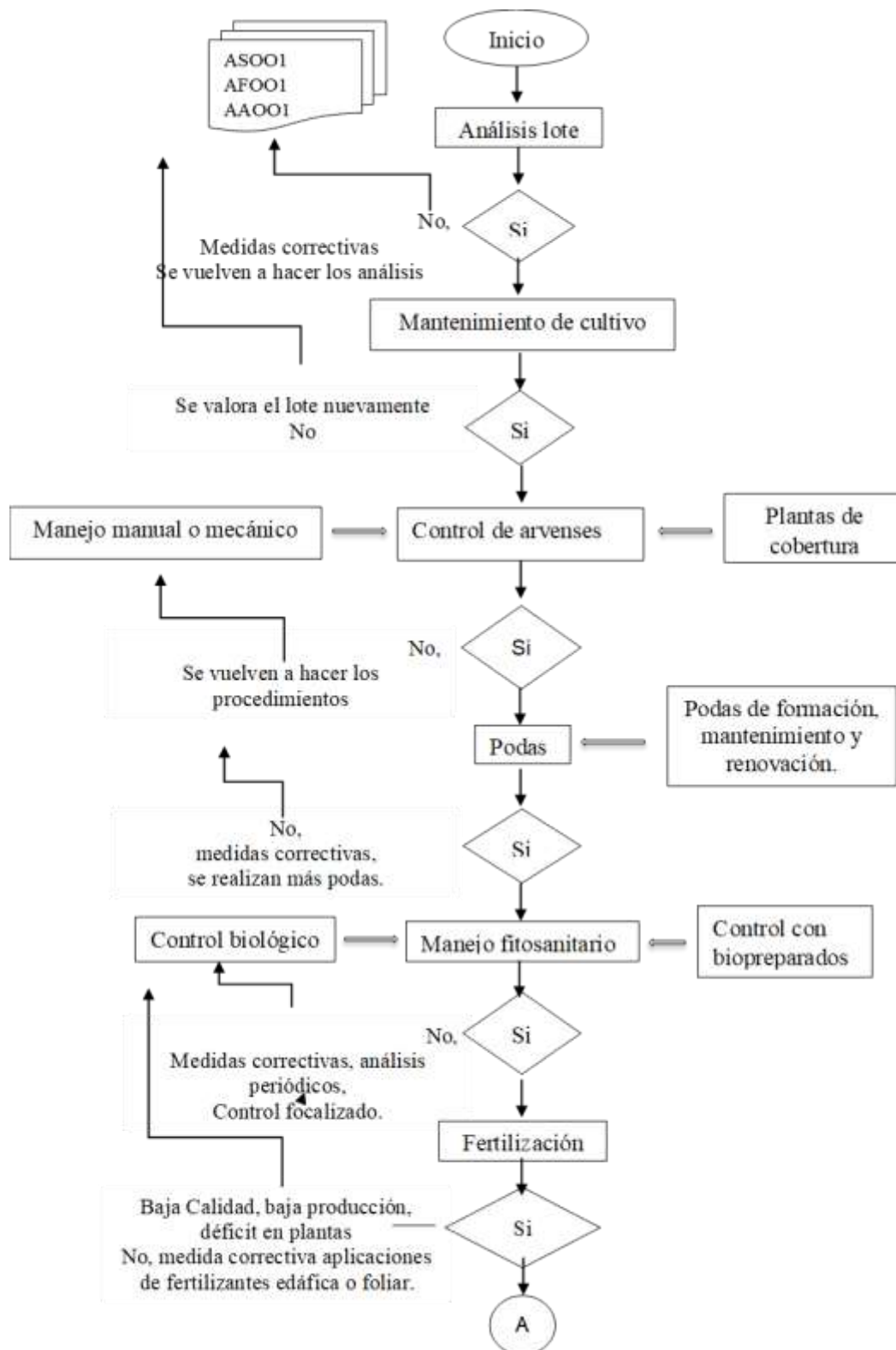
El primer paso consiste en realizar un diagnóstico integral del sistema de producción actual, el cual servirá como punto de referencia para evaluar el progreso, identificar las principales limitaciones y ajustar las estrategias de transición hacia la producción orgánica.

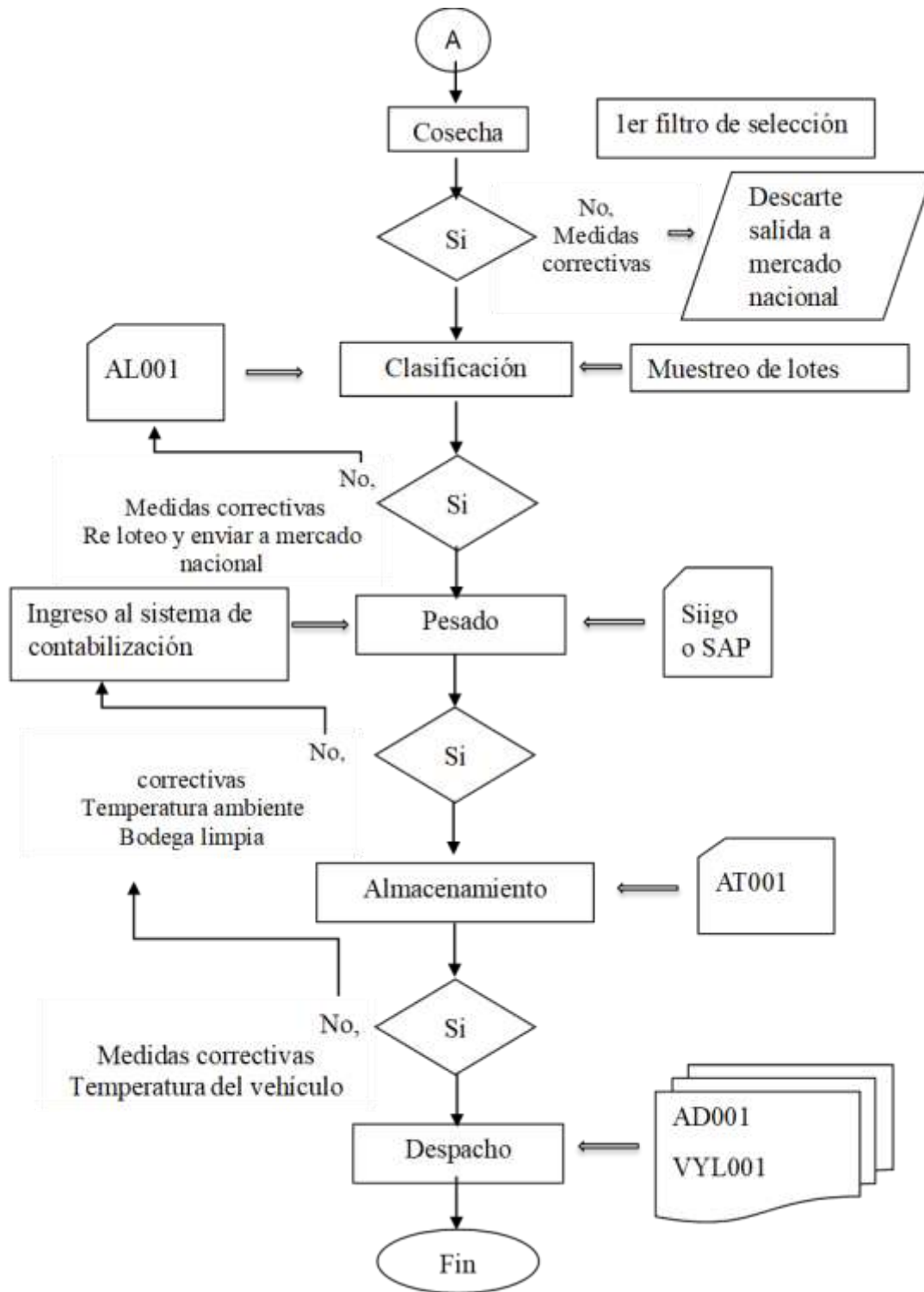
Propósito: abandonar el uso de insumos prohibidos, recuperar la salud biológica del suelo y organizar la documentación técnica necesaria para el proceso de certificación.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de transición del cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), que ilustra las etapas, actividades y prácticas necesarias para alcanzar la certificación orgánica.

Figura 8

Diagrama de flujo





Nota. Diagrama de flujo del proceso de transición del cultivo de limón Tahití, con prácticas orientadas al cumplimiento de los requisitos de certificación orgánica.

Aspectos agroclimáticos a evaluar en la inicio de la transición para la toma de decisiones (ver tabla # 7 en fase de establecimiento inicial)

- Temperatura óptima: 22–30 °C.
- Precipitación anual: 1.500–2.500 mm bien distribuidos. En zonas más secas, prever sistemas de riego.
- Humedad relativa: 60–80 %. Evitar sitios con excesiva humedad (mayor a 85 %) que favorezcan enfermedades.
- Altitud recomendada: 800–1.200 msnm para un desarrollo óptimo del limón Tahití.
- Exposición solar: mínima de 8 horas diarias, clave para la fotosíntesis y calidad del fruto.
- Aireación y luz: Garantizar que los árboles tengan suficiente espacio y no se generen microclimas húmedos que favorecen enfermedades y plagas

Pendientes:

En pendientes mayor a 7 %, implementar curvas a nivel, terrazas o zanjas de infiltración.

Colocar barreras vegetales vivas para frenar la erosión.

Infraestructura de apoyo:

- Caminos internos: Dejar franjas de 3 m cada 4 surcos para tránsito de personas, animales o maquinaria.
- Cortinas rompeviento: Sembrar hileras de árboles de rápido crecimiento y raíces profundas como matarratón, guamo, leucaena, gliricidia o eucalipto , colocados en los bordes perimetrales y contra los vientos dominantes.
- Zonas de conservación: Respetar rondas de quebradas, nacimientos de agua y áreas de bosque, que actúan como corredores biológicos y mejoran la resiliencia del sistema.

Manejo inicial del terreno:

Limpieza:

- Retirar residuos sólidos, piedras grandes, plásticos y troncos en descomposición.
- Realizar deshierbe manual o mecánico sin uso de herbicidas químicos.
- Cobertura vegetal:
- Mantener rastrojo o pasto picado sobre el suelo para conservar humedad y reducir la

evaporación.

- Sembrar leguminosas de cobertura como frijol terciopelo, canavalia, crotalaria o maní forrajero, que aportan nitrógeno y mejoran la fertilidad.

- En terrenos con pendiente, sembrar barreras vivas (pasto vetiver, caña brava, limón ornamental).

- Implementar zanjas de infiltración para captar agua lluvia y recargar acuíferos.

- Promover la siembra de árboles multipropósito (sombra, madera, abonos verdes) para diversificar y dar sostenibilidad al sistema.

Nota: Un buen diseño inicial garantiza que el cultivo sea productivo, resiliente y compatible con la certificación orgánica, minimizando problemas de erosión, plagas y enfermedades en etapas posteriores.

5.2.2 Análisis de agua

Evaluación de la calidad del agua de riego para asegurar que no haya contaminación que afecte la certificación orgánica. Para evaluar la calidad del agua en cultivos orgánicos bajo la Resolución 1256 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que es la norma

vigente para calidad del agua usada en agricultura, se requiere un análisis que comprenda parámetros físicos (pH, conductividad, turbidez), químicos (sales disueltas, nitratos, sodio) y biológicos (*coliformes* totales y fecales, *E. coli*) para descartar contaminantes que afecten la certificación y la salud. Este análisis asegura que el agua no comprometa la inocuidad del producto ni los estándares orgánicos, previniendo la contaminación cruzada y asegurando la calidad del agua de riego. (Resolución 1256 de 2021 del Ministerio de Ambiente). (Revisar tabla # 9 características deseadas del agua para cultivo).

5.2.3 Análisis de suelo

El análisis de suelo constituye la base diagnóstica del plan de transición hacia la producción orgánica, pues permite conocer el estado actual del recurso, identificar limitaciones químicas, físicas y biológicas, y diseñar un programa de recuperación y fertilización sostenible.

Objetivos del análisis:

- Determinar la fertilidad del suelo (disponibilidad de macro y micronutrientes).
- Identificar limitaciones como acidez, salinidad o deficiencia de materia orgánica.
- Establecer estrategias de enmienda y manejo nutricional acorde con los principios de la agricultura orgánica.

Metodología de muestreo:

- Dividir el lote en unidades homogéneas menor o igual a 2 ha, considerando pendiente, textura, color de suelo, historial de manejo y tipo de cultivo previo.
- Tomar de 10 a 15 submuestras en zigzag por cada unidad, a una profundidad de 20–30 cm (zona radicular activa).

- Homogenizar las submuestras en un balde limpio y obtener 1 kg como muestra compuesta.

- Evitar contaminación (manos sucias, residuos metálicos, fertilizantes, plásticos).
- Embalar en bolsa de papel o lona, nunca plástica cerrada herméticamente (para evitar fermentación).

Rotular con: nombre de la finca, lote, área representada, profundidad de muestreo, fecha y responsable.

Enviar al laboratorio acreditado en análisis de suelos agrícolas.

Parámetros a analizar (mínimo):

- Químicos: pH, conductividad eléctrica (salinidad), materia orgánica, fósforo disponible, potasio intercambiable, calcio, magnesio, azufre, sodio, micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B).

- Físicos: textura, densidad aparente, capacidad de retención de agua.
- Biológicos (recomendado): respiración basal, biomasa microbiana, lombrices y fauna edáfica.

Valores de referencia para limón Tahití:

pH: 5.5 – 6.5 (ligeramente ácido, óptimo para absorción de nutrientes).

Materia orgánica: mayor a 2.5 % (ideal mayor o igual 3.5 % para sistemas orgánicos).

Aplicación de resultados:

Si pH menor a 5.5 aplicar cal dolomita o cal agrícola para corregir acidez y aportar Ca y Mg.

Si pH mayor a 7.5 incorporar azufre elemental o materia orgánica fresca para acidificar gradualmente.

Si la materia orgánica es menor a 2.5 % → aplicar compost, estiércol descompuesto y establecer abonos verdes.

Si se detectan deficiencias de P o K → emplear fuentes naturales permitidas (roca fosfórica, ceniza de madera, sulfato de potasio natural).

En suelos compactados → realizar subsolado mecánico o biológico (raíces profundas de leguminosas). Revisar tabla # suelos de Santander

Nota: Un análisis de suelo bien hecho no sólo diagnostica la fertilidad, sino que también reduce el uso empírico de insumos, optimiza recursos, mejora la sostenibilidad del cultivo y garantiza que las correcciones estén alineadas con la normativa orgánica internacional.

5.2.4 Análisis de fruta

El análisis de fruta constituye un requisito crítico para garantizar la inocuidad del producto final y el cumplimiento de normativas de exportación.

Objetivo del análisis:

Verificar la ausencia de residuos de plaguicidas, pesticidas o fertilizantes de síntesis química. Asegurar la conformidad con los estándares de certificación orgánica internacional (UE, USDA-NOP, JAS, IFOAM, entre otros).

Procedimiento recomendado:

- Seleccionar frutos representativos del lote en estado de madurez fisiológica y comercial.
- Tomar una muestra compuesta de mínimo 1 kg de fruta por hectárea, distribuyendo entre varios árboles.

- Limpiar externamente sin usar detergentes ni químicos que alteren el análisis.
- Embalar en bolsas estériles y rotular con: finca, lote, fecha y responsable.
- Enviar al laboratorio acreditado en análisis multiresiduos por cromatografía de gases.

Residuos de plaguicidas sintéticos: deben estar por debajo de límites máximos (o no detectables).

- Se debe realizar para estar preparados para el cumplimiento de normativas específicas de cada país importador.

Nota: El análisis multiresiduos es indispensable para la apertura de mercados premium y otorga confianza a compradores internacionales, garantizando transparencia en la transición hacia la producción orgánica.

5.2.5 Análisis foliar

El análisis foliar es una herramienta de diagnóstico que complementaria al análisis de suelo. Permite evaluar la nutrición real absorbida por la planta y detectar la presencia de residuos no permitidos en tejidos vegetales.

Objetivo:

- Determinar deficiencias, excesos o desequilibrios de nutrientes esenciales.
- Verificar ausencia de trazas de agroquímicos no permitidos en certificación orgánica.
- Ajustar planes de fertilización con base en la absorción real del cultivo.
- Procedimiento recomendado:
- Seleccionar hojas maduras completamente desarrolladas de la parte media de ramas no fructíferas.
- Tomar un mínimo de 20–30 hojas por hectárea, recolectadas de diferentes árboles.

- Evitar hojas dañadas por insectos, enfermedades o estrés mecánico.
- Colocar en bolsas de papel identificadas con finca, lote, fecha y número de muestra.

Enviar a un laboratorio acreditado para análisis de:

- Macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S.
- Micronutrientes: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo.
- Detección de residuos químicos no autorizados (si aplica).

Entrega de resultado:

El laboratorio emitirá un reporte comparando valores obtenidos con rangos de referencia para cítricos.

Los resultados deben ser usados para ajustar la fertilización orgánica, corrigiendo deficiencias con fuentes naturales (compost, minerales de baja solubilidad, extractos orgánicos).

Nota: Un manejo basado en análisis foliar evita aplicaciones empíricas, optimiza recursos, mejora la productividad y asegura la trazabilidad requerida en la certificación orgánica.

5.2.6 Revisión de registro de aplicaciones de los últimos dos años

La revisión de los registros históricos de manejo fitosanitario y nutricional es un requisito indispensable en la transición hacia la producción orgánica, ya que permite determinar la presencia potencial de residuos en el suelo, los árboles y la fruta, y establecer el tiempo de espera necesario para la eliminación de ingredientes activos prohibidos.

Objetivo:

- Verificar qué productos de síntesis química se aplicaron en el predio durante los últimos 24 meses.

- Identificar moléculas de alta persistencia (ej. herbicidas residuales, insecticidas organofosforados o piretroides).

- Establecer el periodo de transición exigido por las normas de certificación orgánica nacionales e internacionales.

- Procedimiento recomendado:

- Solicitar y recopilar todos los registros de aplicaciones del predio: cuadernos de campo, facturas de compra, bitácoras de operarios.

- Clasificar los productos aplicados en las categorías:

- Fertilizantes.

- Plaguicidas (insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas).

- Reguladores de crecimiento.

- Identificar para cada producto:

- Nombre comercial.

- Ingrediente activo.

- Dosis y frecuencia de aplicación.

- Fecha de última aplicación.

- Consultar la normativa orgánica vigente (Reglamento UE 2018/848, USDA-NOP, Resolución 187 de 2006 MinAgricultura) para verificar si el ingrediente activo está permitido, restringido o prohibido.

- Resumen Normas

Reglamento (UE) 2018/848 — Producción ecológica en la Unión Europea (ver anexo)

Insumos permitidos:

- Sustancias de origen natural: minerales simples, extractos vegetales, biofermentos, extractos botánicos y microorganismos benéficos.

Restringidos:

- Algunos productos minerales como sulfato de cobre, cuyo uso se permite solo bajo dosis máximas anuales y exclusivamente como medida de último recurso, documentando su aplicación.

Prohibidos:

- Pesticidas de síntesis química, reguladores de crecimiento artificiales, fertilizantes sintéticos y organismos modificados genéticamente (OMG).

USDA–NOP (7 CFR 205) — National Organic Program (Estados Unidos)

Insumos permitidos:

- Únicamente los contemplados en la National List, tales como azufre elemental, aceites vegetales (incluido neem), piretrinas naturales, compost certificado y minerales autorizados.

Restringidos:

- Insumos permitidos solo bajo condiciones específicas o para usos concretos, como jabones potásicos, peróxidos, sales de cobre y ciertos compuestos minerales.

Prohibidos:

- Fertilizantes nitrogenados sintéticos, pesticidas de síntesis química, herbicidas residuales, reguladores de crecimiento y materiales transgénicos o derivados de OMG.

Ley 187 de 2006 (MinAgricultura – ICA) — Producción ecológica en Colombia

Insumos permitidos:

- Abonos orgánicos (compost, estiércoles procesados, biofermentos), minerales naturales como roca fosfórica, azufre, carbonatos naturales y microorganismos autorizados.

Restringidos:

- Caldos minerales, extractos vegetales y sustancias minerales bajo límites de concentración y frecuencia, los cuales deben ser justificados técnicamente.

Prohibidos:

- Agroquímicos de síntesis, reguladores hormonales artificiales, insumos transgénicos, irradiados o cualquier sustancia no permitida por la norma orgánica nacional.

Para el caso del limón Tahití, cuyo 80 % de la producción santandereana se destina al mercado estadounidense, se deben cumplir los requisitos establecidos en el Programa Orgánico Nacional (USDA–NOP). Estos lineamientos incluyen un período mínimo de conversión de 36 meses sin aplicación de sustancias prohibidas (7 CFR 205.202), el mantenimiento de zonas de amortiguamiento frente a cultivos convencionales (205.202.c), la obligatoriedad de un Plan de Manejo Orgánico – OSP (205.201) y el registro detallado de todas las actividades, insumos y prácticas agrícolas (205.103). Asimismo, solo se pueden utilizar insumos incluidos en la Lista Nacional de Sustancias Permitidas y Prohibidas (205.601 y 205.602). El incumplimiento de cualquiera de estos requisitos impide la certificación orgánica y la entrada al mercado de Estados Unidos.

Evaluación técnica de persistencia y elegibilidad para la transición orgánica

Para determinar si un predio puede iniciar el proceso de conversión, la certificadora evalúa la persistencia de agroquímicos utilizados previamente, con base en:

Parámetros de persistencia:

- DT50: tiempo en días para degradación del 50 % del ingrediente activo.
- DT90: tiempo para degradación del 90 %.

Referencias utilizadas:

- FAO Pesticide Database
- PAN Pesticide Database
- EPA Ecotox
- Reguladores internacionales de residuos

Criterios para definir el tiempo de transición

Los tiempos de transición pueden variar según la historia del predio:

► Caso 1: Uso previo de herbicidas residuales de alta persistencia

Ejemplo: Diuron, hexazinona, tebuthiuron, simazina.

- DT90 alto y comportamiento residual en suelo.
- Transición exigida: hasta 36 meses (máximo permitido por normas orgánicas).

► Caso 2: Uso exclusivo de fertilizantes convencionales solubles

Ejemplo: urea, DAP, NPK 10-30-10, MAP.

- Baja persistencia en suelo (no dejan residuos tóxicos).
- Transición más corta, siempre que el análisis de suelo y fruta demuestre ausencia de

residuos.

► Caso 3: Registros incompletos o inexistentes del predio

- La certificadora podrá exigir muestreos adicionales de suelo, hoja y fruta.
- El período de transición se define con base en los resultados del diagnóstico.

6. Finalidad del análisis normativo

Este proceso determina:

- Si el predio es apto o no para iniciar la conversión.
- El tiempo mínimo de transición antes de poder comercializar como orgánico.
- Riesgos de rechazo en auditorías, detención de lotes o incumplimiento de mercados.

Nota: Con una correcta aplicación de estas normas, se garantiza una transición orgánica eficiente, transparente y alineada con las exigencias internacionales de inocuidad.

5.3 Mantenimiento

El mantenimiento es la fase donde se enfatiza en observar el comportamiento de cada árbol y se garantiza su buen desarrollo. No se trata solo de hacer labores generales, sino de revisar árbol por árbol, como si fuera un chequeo individual, para detectar a tiempo cualquier problema y darle la atención necesaria.

Objetivos del mantenimiento:

- Asegurar el crecimiento saludable y productivo de cada planta.
- Prevenir y corregir a tiempo deficiencias nutricionales, plagas o enfermedades.
- Mantener el equilibrio entre el suelo, el agua y el cultivo.

5.3.1 Manejo de arvenses (malas hierbas)

Estrategia integral: combinar métodos manuales, mecánicos y culturales, priorizando siempre la cobertura permanente del suelo.

Métodos físicos:

Manual: deshierbe con machete, guadaña o azadón en franjas de 1–1,5 m alrededor del árbol.

Mecánico: uso de cultivadoras livianas o guadañas de hilo en entrecalles.

Coberturas vivas (biológicas):

- Establecer leguminosas rastreras (ej. *Arachis pintoi*, *Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis*) que:

- Compiten por espacio y luz con aristas agresivas.
- Aportan 20–100 kg N/ha/año mediante fijación biológica de nitrógeno.
- Reducen la erosión y conservan humedad.

Mulching (orgánico): aplicar restos de poda triturados o rastrojo en franjas de 10–15 cm de grosor para suprimir germinación de malezas y mejorar materia orgánica.

Frecuencia de control: mínimo cada 2–3 meses, ajustando a presión de arvenses y época climática.

Indicador técnico: mantener menor a 20% de cobertura de arvenses agresivas en la parcela.

5.3.2 Podas

a) Formación (años 1–3):

- Estructurar la planta en forma de vaso abierto o copa en “V”, con 3–4 ramas primarias bien distribuidas a 120° alrededor del tronco.

- Eliminar chupones y ramas basales <50 cm del suelo.

Objetivo: favorecer aireación, entrada de luz y arquitectura resistente a vientos.

b) Sanitaria y de mantenimiento (anual):

- Remover ramas secas, enfermas, quebradas o cruzadas.
- Eliminar ramas en contacto con el suelo o con síntomas de plagas/enfermedades.

Higienización:

- Desinfectar herramientas con hipoclorito de sodio 1–2% o alcohol al 70%.

- Evitar transmisión de bacterias (*Xanthomonas citri* subsp. *citri* – cancrrosis) y hongos.

Protección de cortes:

- aplicar pasta cicatrizante (cal + sulfato de cobre al 1–2%) o bioinsumos autorizados por normativa orgánica.

Intensidad:

- no eliminar más del 25–30% del follaje por ciclo, para evitar estrés.

5.3.3 Renovación (árboles adultos o improproductivos)

Técnica: poda de rejuvenecimiento, eliminando gradualmente ramas principales viejas (>5 años productivos).

- Realizar cortes escalonados en 2–3 fases.
- Dejar ramas secundarias vigorosas para inducir brotación.
- Efecto esperado: emisión de brotes productivos en 12–24 meses.

Apoyo nutricional:

Aplicar compost maduro (3–5 kg/árbol) y biofertilizantes líquidos ricos en N y K.

Inocular micorrizas y *Trichoderma* spp. para acelerar recuperación radicular y aérea.

5.3.4 Riego

Sistemas recomendados:

- Goteo: caudal de 2–4 L/h por gotero, 2–4 goteros por árbol, según edad.
- Microaspersión: caudal de 30–60 L/h, radio de 1–2 m, para árboles adultos.

- Lámina de riego: estimar por balance hídrico. Para limón Tahití adulto: 30–50

L/árbol/día en época seca.

Frecuencia:

- Suelos livianos (arenosos): cada 3–5 días.
- Suelos pesados (franco-arcillosos): cada 7–10 días.

Acciones a evitar:

- Encharcamientos (>48 h de saturación) que predisponen a *Phytophthora* spp.
- Estrés hídrico prolongado, que afecta cuajado y calibre de frutos.

Medidas complementarias:

- Coberturas vivas y mulch para reducir evaporación.
- Instalación de tensiómetros (umbral 25–40 cb) para programación técnica del riego.

5.4 Manejo fitosanitario Fase 2 (Mes 12-24): Estabilización y optimización del agroecosistema

Durante la Fase 2 (Meses 12–24), correspondiente a la etapa de estabilización y optimización del agroecosistema, se consolidan las prácticas de manejo ecológico, se promueve la biodiversidad funcional y se fortalecen los procesos de control biológico y trazabilidad del sistema de producción orgánica de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka).

El manejo propuesto se ajusta parcialmente a las regulaciones ICA, pero requiere vinculación directa con el Reglamento (UE) 2018/848, el Reglamento Delegado (UE) 2021/1165 y el USDA–NOP (7 CFR Part 205). En el caso de la Unión Europea, únicamente se pueden emplear insumos incluidos en los Anexos I y II del Reglamento 2021/1165, mientras que el NOP regula el

uso de sustancias permitidas en la Lista Nacional (205.601). Los extractos vegetales, microorganismos benéficos, hongos entomopatógenos, aceites botánicos y minerales como azufre y cobre se permiten bajo ambas normativas, pero su uso debe registrarse en el Plan Orgánico del Predio (OSP).

A continuación, se presenta tabla con los biocontroladores y acciones recomendadas para la estabilización de los suelos con respecto a cultivo de lima acida Tahití.

Tabla 13.

Biocontroladores y acciones de estabilización en el cultivo de limón Tahití

Objetivos	Acciones Principales	Resultados Esperados
Mejorar la salud del suelo y reducir la erosión	- Implementación de coberturas vivas (leguminosas y gramíneas). - Construcción de zanjas de infiltración y terrazas en pendientes. - Establecimiento de barreras vivas (vetiver, pasto elefante). - Aplicación de mulch y materia orgánica estabilizada. - Manejo de escorrentía y conservación de humedad.	- Reducción de pérdida de suelo y erosión. - Mayor estabilidad de la estructura del suelo. - Incremento de materia orgánica y capacidad de retención de agua.
Fortalecer la biodiversidad funcional del agroecosistema	- Establecimiento de setos vivos y corredores biológicos. - Franjas florales para atraer polinizadores y enemigos naturales. - Eliminación de insecticidas de amplio espectro. - Fomento de refugios naturales para fauna benéfica.	- Incremento de polinizadores y controladores biológicos. - Ecosistema más equilibrado y autorregulado. - Menor presión de plagas por control natural.
Optimizar el manejo hídrico y la resiliencia climática	- Uso de tensiómetros y riego por goteo eficiente. - Mulching para conservar humedad. - Captación de agua lluvia y manejo de microcuencas. - Sombreo regulado mediante podas de formación.	- Menor estrés hídrico. - Conservación de humedad y reducción de evaporación. - Mayor resiliencia ante sequías y cambios climáticos.
Ajustar el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) orgánico	- Monitoreo sistemático de plagas y umbrales (ETL). - Uso selectivo de biocontroladores (<i>Beauveria</i> , <i>Metarhizium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Trichogramma</i>).	- Reducción de aplicaciones y uso más preciso de insumos. - Plantas más fuertes y con mayor resistencia a estrés

Objetivos	Acciones Principales	Resultados Esperados
Garantizar trazabilidad e inocuidad en la producción	- Aplicación de biofungicidas compatibles (<i>Trichoderma spp.</i>). - Nutrición balanceada con calcio, silicio, K y bioestimulantes permitidos. - Ventilación y podas sanitarias. - Registros de insumos, labores, riego y cosecha. - Actualización del Plan de Manejo Orgánico (PMO). - Auditorías internas periódicas. - Preparación documental para certificación orgánica y RPLP.	biótico. - Equilibrio biológico consolidado. - Sistema trazable y verificable. - Cumplimiento progresivo del periodo de conversión. - Predio apto para auditorías externas y certificación.

Nota. La tabla presenta las acciones estratégicas implementadas durante la fase de estabilización del sistema en transición orgánica, orientadas al fortalecimiento de la salud del suelo, la biodiversidad funcional, el manejo hídrico eficiente, el MIPE orgánico y la trazabilidad requerida para procesos de certificación.

Propósito: consolidar fertilidad del suelo, biodiversidad y control biológico, con registros que evidencien la evolución hacia sistemas equilibrados.

Este protocolo se basa en el uso de insumos y prácticas permitidas en la agricultura ecológica u orgánica basadas en la ley 187 de 2006 de minagricultura, para con esto garantizar la salud de las plantas, trabajadores y del ecosistema que rodea al cultivo.

El manejo de plagas, enfermedades y malezas en producción orgánica debe hacerse de manera preventiva, reduciendo al máximo el uso de insumos externos.

Se prioriza el equilibrio ecológico y la biodiversidad como forma natural de control.

5.4.1 Prevención (base del sistema orgánico)

Diversidad funcional:

- Establecer plantas repelentes (ruda, albahaca, caléndula, girasol, tagetes) alrededor y dentro de los lotes, que reducen la atracción de insectos plaga y confunden al vector.
- Sembrar plantas trampa ej. *Crotalaria* spp. para alejar trips en bordes del cultivo.
- Hábitat para fauna benéfica:
- Instalar refugios y corredores biológicos (cercas vivas, flores nativas, franjas de biodiversidad) para mantener poblaciones de crisopas, mariquitas y parasitoides.
- Colocar camas de insectos con madera perforada, paja o cañas.

Manejo cultural:

- Rotación de coberturas y podas sanitarias oportunas.
- Evitar exceso de nitrógeno, ya que incrementa poblaciones de *Diaphorina citri*.

Nota: Aplicar regularmente compost y biofertilizantes líquidos (ej. lixiviados de lombriz) para fortalecer la resistencia natural de las plantas.

5.4.2 Monitoreo (detección temprana y constante)

Frecuencia: inspección semanal en viveros y quincenal en campo.

Métodos de monitoreo:

Observación directa: revisar hojas jóvenes y brotes tiernos (preferidos por plagas como psílicos y ácaros).

Síntomas a vigilar:

- Manchas cloróticas irregulares (posible HLB).
- Deformaciones, enrollamientos o moteados.
- Necrosis en los márgenes de las hojas.

Trampas cromáticas:

- Amarillas con pegamento para psílicos, mosca blanca y minadores.
- Azules para trips.
- Revisar trampas semanalmente y llevar registro.
- Registro obligatorio: formato de monitoreo con fecha, lote, plaga encontrada,

severidad y acciones correctivas.

5.4.3 Control biológico (acción permitida en transición orgánica)

Entomófagos:

- Crisopas (*Chrysoperla* spp.) controlan áfidos y trips.
- Mariquitas (*Coccinellidae*) depredan áfidos y cochinillas.
- Avispas parasitoides (*Tamarixia radiata*) parasitoide natural del psílido asiático

(*Diaphorina citri*).

Entomopatógenos:

- *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*: control biológico de chinches y psílicos.
- *Bacillus thuringiensis* (Bt): específico contra larvas de lepidópteros (orugas

defoliadoras).

Extractos vegetales (bioinsumos permitidos):

- Neem (*Azadirachta indica*): inhibidor de crecimiento de insectos.
- Ají + ajo fermentado: repelente de insectos masticadores y chupadores.
- Infusión de tabaco (uso restringido): sólo bajo criterios técnicos y periodos de seguridad.

Caldos minerales:

Caldo bordelés (sulfato de cobre + cal): preventivo de hongos como *Colletotrichum* (antracnosis).

Azufre elemental: control de ácaros y oídio (solo en épocas secas).

5.4.4 Enfermedades críticas: Huanglongbing (HLB o “Greening”)

Agente causal: bacterias del género *Candidatus Liberibacter spp.*, transmitidas por *Diaphorina citri*.

Prevención:

- Plantar únicamente material certificado libre de HLB.
- Erradicar plantas hospedantes alternas (ej. *Murraya paniculata*).
- Manejo del vector (*Diaphorina citri*):
- Instalación de trampas cromáticas amarillas para capturas masivas.
- Liberación de *Tamarixia radiata* (avispa parasitoide).
- Aplicación de hongos entomopatógenos (*Beauveria*, *Metarhizium*).

Acción radical:

- Árboles con síntomas avanzados (frutos deformes, hojas con moteado asimétrico)

deben eliminarse de inmediato para evitar la diseminación

- Medidas complementarias:
- Registro y georreferenciación de árboles eliminados.
- Capacitación a operarios para reconocer síntomas tempranos.

Nota: En esta parte hacemos énfasis en la prevención como eje fundamental en esta etapa pues una detención temprana de la enfermedad puede ser clave para remediar a tiempo cualquier percance.

5.5 Manejo nutricional

5.5.1 Fertilización

La base de la nutrición en producción orgánica es el aprovechamiento de fuentes naturales y biológicas que, además de aportar nutrientes, mejoran la estructura, microbiología y retención de humedad del suelo.

Fuentes principales:

- Compost maduro (5–10 kg/árbol/año): aporta materia orgánica estable, mejora capacidad de intercambio catiónico y promueve vida microbiana.
- Humus de lombriz (1–2 kg/árbol/año): libera nutrientes de forma gradual, mejora la resistencia de las plantas al estrés.

- Estiércol compostado (pollo, bovino, caprino): fuente de N, P y K. Debe estar bien descompuesto para evitar patógenos.
- Abonos verdes (mucuna, canavalia, crotalaria): se siembran en rotación o intercalados, se incorporan al suelo para aportar N, mejorar estructura y aumentar microbiota benéfica.
- Ceniza de madera (200–500 g/árbol/año): aporta K, Ca y micronutrientes.
 - Frecuencia recomendada:
 - Tres aplicaciones al año (inicios de lluvias, mitad de temporada y final del ciclo productivo).
 - Ajustar dosis con base en análisis de suelo y tejido foliar cada 12 meses.
 - En relación con HLB (Huanglongbing):
 - Una nutrición óptima y balanceada fortalece las defensas de la planta y retrasa la expresión de síntomas.
 - Se recomienda mantener niveles adecuados de Ca, Mg, Zn, B y Mn, ya que la enfermedad afecta la absorción de nutrientes.
 - Se puede complementar con bioestimulantes orgánicos (extractos de algas, aminoácidos vegetales, microorganismos eficientes).

5.5.2 Micronutrientes y complementos

Fuentes naturales recomendadas:

- Roca fosfórica: aporte de fósforo disponible a largo plazo, mejora el desarrollo radicular.
- Dolomita o cal agrícola: corrige acidez y aporta Ca + Mg.

- Silicio natural (harina de rocas): fortalece paredes celulares, aumentando resistencia mecánica contra insectos y patógenos.

- Sales de Epsom ($MgSO_4$): en caso de deficiencias visibles de Mg (clorosis intervenal).

- Aplicaciones foliares:

- Té de compost aireador (1–2 L/árbol): fuente de microorganismos benéficos y nutrientes solubles.

- Extracto de algas marinas (foliar cada 45–60 días): bioestimulante natural, mejora fotosíntesis y resistencia al estrés.

Extractos minerales permitidos (ej. sulfato de zinc, bórax en dosis bajas): aplicar solo con diagnóstico confirmado.

5.5.3 Buenas prácticas complementarias

Mantener un acolchado (mulch) permanente con pasto seco, rastrojo o paja alrededor del árbol (círculo de 1–1,5 m) para conservar humedad, reducir malezas y activar la microbiología.

Rotar coberturas vivas y abonos verdes en temporadas secas para regenerar el suelo.

Aplicar biofermentos líquidos (ej. bocashi líquido, microorganismos de montaña) para dinamizar la actividad biológica.

Evitar excesos de nitrógeno, que predisponen a plagas chupadoras y afectan la resistencia al HLB.

Nota: Si en algún punto se ve que el control fitosanitario o nutricional no está funcionando se puede ayudar con algún elemento químico siempre y cuando sea de poca proporción y esté contemplado en la norma, además hay que tener en cuenta el periodo de carencia para la cosecha.

Ejemplos:

La siguiente tabla presenta los pesticidas y biocontroladores autorizados para la producción orgánica del cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), junto con su origen y uso principal según la normativa vigente.

Tabla 14

Pesticidas y biocontroladores permitidos en producción orgánica.

Producto	Origen	Uso principal
Extracto de neem	Botánico	Control de insectos chupadores.
Caldo bordelés	Mineral	Prevención de hongos y bacterias.
<i>Beauveria bassiana</i>	Biológico	Control de insectos plaga.

Nota. La tabla muestra los principales productos permitidos para el manejo fitosanitario en sistemas orgánicos, de acuerdo con la normativa vigente. Basado en ICA (2022) y Codex Alimentarius (2021).

5.6 Insumos Permitidos con Restricciones

A continuación, se presentan los insumos minerales y orgánicos autorizados con restricciones para la fertilización en sistemas de producción orgánica de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), conforme a los lineamientos del ICA, la FAO y el Codex Alimentarius.

Tabla 15

Insumos minerales y orgánicos permitidos en la fertilización del limón Tahití orgánico

Insumo	Uso principal	Restricciones / Condiciones
Roca fosfórica natural	Fuente de fósforo (P)	Solo roca sin tratamiento químico; aplicar según análisis de suelo.
Yeso agrícola (sulfato de calcio)	Calcio, mejora de estructura	Permitido, sin exceso; no sustituye cal dolomítica en corrección de pH.
Sulfato de potasio natural	Potasio (K)	Permitido si proviene de minas naturales (ej. langbeinita).
Sulfatos de zinc, manganeso, hierro, cobre	Corrección de deficiencias	Solo si se demuestra deficiencia con análisis y autorizado por certificadora.
Bórax / ácido bórico	Fuente de boro	Aplicar en dosis muy bajas; tóxico en exceso. Requiere justificación técnica.
Compost, abonos verdes, estiércoles compostados	Fertilidad integral del suelo	Proceso de compostaje controlado; sin residuos químicos.
Harinas (hueso, pescado, sangre)	Nitrógeno, fósforo, calcio	Deben ser de origen aprobado y sin contaminantes.

Nota. La tabla presenta los insumos minerales y orgánicos autorizados para la fertilización en sistemas de producción orgánica, bajo condiciones específicas de uso y justificación técnica.

Basado base en *FAO* (2020), *ICA* (2022) y *Codex Alimentarius* (2021).

De igual manera, la siguiente tabla incluye los pesticidas y biocontroladores permitidos en la producción orgánica de limón Tahití, junto con las restricciones y condiciones de aplicación establecidas por la normativa internacional.

Tabla 16

Pesticidas y biocontroladores permitidos en la producción orgánica de limón Tahití

Insumo	Plaga / Enfermedad	Restricciones / Condiciones
Azufre elemental	Ácaros, oídio, algunas enfermedades foliares	Permitido en dosis bajas; riesgo de fitotoxicidad con altas temperaturas.

Insumo	Plaga / Enfermedad	Restricciones / Condiciones
Compuestos de cobre (oxicloruro, hidróxido, sulfato tribásico)	Hongos y bacterias	Permitido con límite de acumulación en suelo; requiere registros.
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	Larvas de lepidópteros	Permitido; inocuo para fauna benéfica si se usa correctamente.
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>	Insectos chupadores y masticadores	Uso controlado; compatible con manejo integrado de plagas.
Extracto de neem (azadiractina)	Áfidos, trips, mosca blanca	Permitido; dosis bajas para evitar fitotoxicidad.
Aceites vegetales o minerales refinados	Cochinillas, ácaros, mosca blanca	Solo aceites aprobados en listas orgánicas (ej. OMRI).
Jabones potásicos	Insectos de cutícula blanda	Permitidos, pero sin mezclas con químicos de síntesis.

Nota. La tabla muestra los principales productos permitidos para el manejo fitosanitario en sistemas de producción orgánica de limón Tahití. Basado en ICA (2022), *Codex Alimentarius* (2021) y FAO (2020).

El protocolo formulado constituye una guía práctica replicable para productores de limón Tahití, contribuyendo a una transición ordenada hacia sistemas sostenibles y certificados.

5.7 Cosecha y postcosecha Fase 3 (Mes 24 – 36): Consolidación, cosecha orgánica y certificación

Durante la Fase 3 (Meses 24–36), correspondiente a la etapa de consolidación, cosecha orgánica y certificación, se ejecutan las acciones finales del protocolo técnico orientadas a garantizar la estabilidad del agroecosistema, el cumplimiento documental y la obtención del sello orgánico nacional e internacional.

A continuación, se presentan las acciones principales de la Fase 3 (Meses 24–36), orientadas a la consolidación del agroecosistema, la gestión de la cosecha y la preparación para la certificación orgánica.

Tabla 17

Acciones principales de la Fase 3: Consolidación, cosecha orgánica y certificación

Objetivos	Acciones Principales	Resultados Esperados
Consolidar la estabilidad del ecosistema y la producción.	Análisis multiresiduos preventivo de fruta. - Verificación del <i>buffer</i> y zonas de protección. - Ajuste final de fertilización foliar.	Ecosistema equilibrado, fruta libre de residuos químicos y suelo estable.
Completar la documentación y preparación para auditoría final.	Compilación de todos los registros (36 meses). - Auditoría interna simulada. - Verificación de infraestructura conforme a ICA 824/2022.	Expediente completo para revisión del <i>OCA</i> ; cumplimiento integral del <i>PMO</i> .
Obtener la certificación y acceso a mercados orgánicos.	Inspección final in situ del <i>OCA</i> . - Emisión del Certificado de Conformidad. - Comercialización de fruta certificada.	Obtención del sello orgánico (<i>USDA, UE</i>). Acceso a mercados <i>premium</i> y sobreprecio del producto.
Mantener el estatus orgánico.	Auditoría anual de seguimiento. - Continuidad del registro de actividades y trazabilidad.	Sostenimiento de la certificación y reputación comercial del productor.

Nota. La tabla presenta las principales acciones de la fase final del protocolo técnico de transición, enfocadas en la consolidación productiva, la obtención del sello orgánico y el mantenimiento del estatus de certificación.

El manejo de la cosecha y poscosecha es un factor determinante en la calidad final del limón Tahití destinado a mercados nacionales e internacionales. Una adecuada manipulación en esta etapa reduce pérdidas poscosecha, evita defectos fisiológicos y asegura la inocuidad del

producto, en concordancia con la Resolución ICA 0824 de 2022 y estándares internacionales (USDA, 2022; Codex Alimentarius, 2021).

La siguiente tabla presenta los principales requisitos normativos establecidos por las entidades certificadoras nacionales e internacionales para la cosecha y postcosecha del cultivo de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), enfocados en la trazabilidad, el etiquetado y el cumplimiento de buenas prácticas agrícolas.

Tabla 18.

Requisitos normativos de certificación orgánica (ICA, UE, USDA)

Entidad	Requisito principal	Aspecto evaluado
ICA	Registro de productores y trazabilidad	Cumplimiento de BPA y bioinsumos autorizados
UE	Reglamento (UE) 2018/848	Etiquetado, trazabilidad y control de residuos
USDA	National Organic Program (NOP)	Cumplimiento de estándares de producción y manejo

Nota. La tabla resume los principales requisitos técnicos y normativos exigidos por las entidades competentes para la certificación orgánica del cultivo de limón Tahití. Basado en ICA (2022), Reglamento (UE) 2018/848 y USDA–NOP (2021).

Resumen de normatividad aplicable a cosecha, postcosecha y exportación

El manejo de la cosecha y postcosecha de la lima ácida Tahití debe cumplir estrictamente con las normas nacionales e internacionales que regulan la inocuidad, la trazabilidad y la calidad del producto destinado a mercados nacionales e internacionales. En Colombia, el marco normativo principal es la Resolución ICA 0824 de 2022, que establece los requisitos obligatorios para el

registro de los lugares de producción, los centros de acopio/empacado y los exportadores de vegetales frescos, incluido el limón Tahití.

A diferencia de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), cuyo objetivo es certificar la inocuidad en la producción primaria, la Resolución 0824 de 2022 regula los componentes documentales y operativos que permiten al ICA garantizar que la fruta exportada proviene de predios, empacadoras y exportadores autorizados, inspeccionados y trazables.

Este marco normativo exige que toda fruta destinada a exportación cuente con:

- Predio registrado y georreferenciado.
- Centro de acopio o planta de empaque registrada y habilitada.
- Exportador autorizado por el ICA.
- Documentación completa de trazabilidad desde la cosecha hasta la salida del país.
- Cumplimiento de parámetros de inocuidad en agua, manipulación, higiene y residuos.

Estas disposiciones garantizan que la lima ácida Tahití exportada cumpla requisitos de inocuidad, calidad y bioseguridad, principios alineados con normas internacionales como el *USDA–NOP*, el *Reglamento (UE) 2018/848* y las directrices del *Codex Alimentarius*.

Resumen técnico de requisitos por norma

Resolución ICA 0824 de 2022 (Colombia)

- Registro del predio: obligatorio para todos los lugares de producción que quieran exportar limón Tahití.
- Cosecha: debe realizarse en condiciones que eviten daños mecánicos, contaminación y deterioro fisiológico.
- postcosecha: exige instalaciones con higiene documentada, agua apta para manipulación de alimento fresco, empaque autorizado y registros continuos de limpieza.

- Empacadora: debe estar registrada, inspeccionada y con protocolos de inocuidad, saneamiento y control de plagas.
- Exportador: solo empresas registradas pueden emitir la solicitud de inspección fitosanitaria.
- Trazabilidad: documentación desde el árbol hasta el contenedor final.

USDA Organic Regulations (EE. UU.)

- La fruta debe provenir de predios con mínimo 3 años sin agroquímicos prohibidos.
- Solo se permiten desinfectantes aprobados en la “National List”.
- Se exige certificación orgánica por un organismo acreditado.

Para el caso del limón Tahití, cuyo 80 % de la producción santandereana se destina al mercado estadounidense, se deben cumplir los requisitos establecidos en el Programa Orgánico Nacional (USDA–NOP). Estos lineamientos incluyen un período mínimo de conversión de 36 meses sin aplicación de sustancias prohibidas (7 CFR 205.202), el mantenimiento de zonas de amortiguamiento frente a cultivos convencionales (205.202.c), la obligatoriedad de un Plan de Manejo Orgánico – OSP (205.201) y el registro detallado de todas las actividades, insumos y prácticas agrícolas (205.103). Asimismo, solo se pueden utilizar insumos incluidos en la Lista Nacional de Sustancias Permitidas y Prohibidas (205.601 y 205.602). El incumplimiento de cualquiera de estos requisitos impide la certificación orgánica y la entrada al mercado de Estados Unidos.

Codex Alimentarius (FAO/OMS)

- Reglas globales de inocuidad: agua limpia, ausencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.
- Buenas prácticas higiénicas en cosecha y manipulación.

Propósito de esta normatividad

Garantizar que la lima ácida Tahití exportada:

- Sea inocua,
- cumpla trazabilidad total,
- provenga de predios y empacadoras formalmente registrados,
- y cumpla los estándares nacionales e internacionales para acceder a mercados

internacionales.

5.7.1 Higiene de canastillas

Las canastillas deben ser lavadas y desinfectadas periódicamente con agua potable y detergentes biodegradables aprobados para uso en contacto con alimentos, evitando la presencia de polvo, tierra u otros materiales que puedan adherirse a la cáscara del fruto.

Deben almacenarse bajo sombra, sin exposición directa al sol, para prevenir el sobrecalentamiento que puede inducir oleocelosis en la fruta recién cosechada.

Se recomienda establecer un registro de limpieza y desinfección que garantice la trazabilidad de esta práctica. (Ver formatos de limpieza adjunto)

5.7.2 Elementos para la cosecha

Los operarios deben utilizar guantes de material no contaminante y recipientes inocuos (plástico grado alimenticio). Todos los elementos deben estar en perfectas condiciones de higiene y someterse a inspecciones rutinarias para descartar daños o contaminaciones.

5.7.3 Olores y aromas

Está prohibido el uso de perfumes, cremas con fragancia u otras sustancias aromáticas por parte de los cosechadores. Dichos olores pueden transferirse al fruto, alterando su inocuidad y aceptación comercial.

5.7.4 Desinfección de la herramienta

Toda herramienta debe limpiarse y desinfectarse antes y después de cada jornada de laboreo y, también preferiblemente, cada vez que se cambie de lote. Esto disminuye la transmisión de patógenos, al igual debe quedar colgada en el sitio destinado de almacenamiento.

5.7.5 Condiciones climáticas

La cosecha debe realizarse preferiblemente en horas frescas (6:00 a.m. a 10:00 a.m.), pudiéndose extender hasta la 1:00 p.m. En temporada de lluvias, debe esperar a que los árboles y frutos estén completamente secos para reducir riesgos de oleocelosis y enfermedades poscosecha.

5.7.6 Diámetro de los frutos

El calibre comercial del limón Tahití destinado a exportación oscila entre 47 mm y 63 mm en su zona ecuatorial. Se debe evitar la recolección de frutos inmaduros (con bajo contenido de jugo) o sobre maduros (con pérdida de firmeza).

5.7.7 Punto de cosecha

El fruto se considera en punto óptimo cuando cumple las siguientes condiciones:

- Forma ligeramente alargada y superficie rugosa.
- Consistencia firme.
- Color verde uniforme en ambas caras.

Figura 9











Fruto en punto de cosecha



Nota: Imagen del fruto en punto óptimo de cosecha e índice de madurez.

Figura 10

Índice de madurez

Detalle	Fruto de color verde	Fruto de color verde claro	Fruto de color verde con visos amarillos	Aumenta el área de los visos amarillos	Fruto de color amarillo-verdoso
Color de referencia					
Color de referencia					

5.8 Recolección de fruta

5.8.1 Fruto arrancado

La técnica recomendada consiste en girar suavemente el fruto en sentido horario y ejercer un movimiento hacia abajo, minimizando el desprendimiento brusco que pueda ocasionar heridas. Cada fruto debe colocarse cuidadosamente en los recipientes de campo evitando golpes o caídas libres.

5.8.2 Utensilios para depositar los frutos

Los recipientes de campo deben ser de material plástico liso, de fácil lavado y sin esquinas donde se acumule suciedad. Deben ser exclusivos para fruta, nunca reutilizados con agroquímicos u otros insumos.

Figura 11

Utensilios para depositar los frutos



Nota: Utensilios para recoger la cosecha (Canastillas, baldes).

5.8.3 Acopios temporales

Una vez llenos los recipientes de campo, estos se trasladan a acopios temporales bajo sombra, donde la fruta se deposita en canastillas limpias y ventiladas. El tiempo de permanencia en este sitio debe ser corto para evitar deshidratación o pérdidas de peso.

Figura 12

Punto de acopio



Nota: Punto de acopio provisional.

5.9 Requisitos generales de limón Tahití tipo exportación

Para registrar el lugar de producción de limón Tahití para exportación ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), debes cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución

No. 00000824 de 2022. A continuación, se detallan los puntos clave que aplican específicamente a este cultivo, basándonos en la normativa:

Requisitos Generales:

- Tu predio o finca donde se produce limón Tahití debe cumplir con los siguientes puntos para poder iniciar el proceso:

- Registro del Predio: El lugar de producción debe estar inscrito previamente ante el ICA.

- Inspección del Cultivo: El ICA realizará una inspección para verificar que tu cultivo esté libre de plagas y enfermedades que puedan afectar la calidad del producto y la exportación.

- Infraestructura Mínima: Debes tener infraestructura básica para el manejo del cultivo, como vías internas que permitan el acceso, y un área de acopio para la cosecha.

- Manejo Fitosanitario: Es fundamental que se implemente un plan de manejo integrado de plagas (MIP) y enfermedades. Esto incluye el registro de las aplicaciones de agroquímicos y el uso de productos autorizados por el ICA.

El manejo propuesto se ajusta parcialmente a las regulaciones ICA, pero requiere vinculación directa con el Reglamento (UE) 2018/848, el Reglamento Delegado (UE) 2021/1165 y el USDA–NOP (7 CFR Part 205). En el caso de la Unión Europea, únicamente se pueden emplear insumos incluidos en los Anexos I y II del Reglamento 2021/1165, mientras que el NOP regula el uso de sustancias permitidas en la Lista Nacional (205.601). Los extractos vegetales, microorganismos benéficos, hongos entomopatógenos, aceites botánicos y minerales como azufre y cobre se permiten bajo ambas normativas, pero su uso debe registrarse en el Plan Orgánico del Predio (OSP).

- Trazabilidad: Debes garantizar la trazabilidad del producto desde el campo hasta la empacadora. Esto significa llevar un registro detallado de la fruta y su origen.

Requisitos Documentales

Para formalizar la solicitud, debes presentar una serie de documentos que certifiquen el cumplimiento de los requisitos:

- Formulario de Solicitud: Llenar y entregar el formulario de solicitud de registro de lugares de producción, el cual puedes descargar de la página web del ICA.

- Certificado de Existencia y Representación Legal: Si eres una persona jurídica, necesitas este certificado emitido por la Cámara de Comercio. Para una persona natural, basta con la fotocopia de la cédula.

- Copia del Contrato de Asociación (si aplica): Si trabajas con una empacadora, necesitas un contrato que demuestre la relación comercial.

- Plano o Croquis de la Finca: Un mapa detallado de tu predio, donde se muestran las áreas cultivadas con limón Tahití, áreas de acopio y cualquier otra infraestructura relevante.

- Plan de Manejo Fitosanitario: Un documento que describa las estrategias para el control de plagas y enfermedades en tu cultivo.

Pasos para el Registro

- Reúne la Documentación: Asegúrate de tener todos los documentos y la información necesaria antes de iniciar el trámite.

- Radica la Solicitud: Presenta la documentación completa en la oficina del ICA más cercana a tu ubicación.

- Espera la Inspección: Un funcionario del ICA programará una visita a tu finca para verificar que todo esté en orden.

- Recibe la Aprobación: Si el predio cumple con todos los requisitos, el ICA emitirá una resolución de registro que te autoriza a producir limón Tahití para la exportación.

Nota: El registro es un paso indispensable para asegurar que tus productos cumplan con los estándares internacionales y puedan acceder a mercados de exportación.

Requisitos generales:

De acuerdo con la Resolución ICA 0824 de 2022 y estándares de la Unión Europea (Reglamento UE 2018/848) y Estados Unidos (USDA-NOP, 7 CFR 205), el limón Tahití destinado a exportación debe cumplir con los siguientes parámetros:

- Color verde característico, sin manchas ni decoloraciones.
- Forma redonda o ligeramente alargada.
- Piel rugosa y firme, sin grietas.
- Fruta sana, libre de plagas, enfermedades o residuos visibles.
- Ausencia de olores, sabores extraños o humedad anormal.
- Sin daños mecánicos por cosecha, transporte o manipulación.
- Exento de cuerpos extraños (tierra, polvo, restos vegetales).

5.9.1 Zonas e instalaciones necesarias para fincas certificadas y de exportación de limón Tahití

Para llevar a cabo una operación eficiente en la transición y llegar a ser certificable, es vital contar con las siguientes instalaciones:

- Zona de acopio y empaque

área limpia, ventilada y exclusiva para clasificación y empaque, separada de productos químicos.

Figura 13

Punto de acopio



Nota: punto de acopio de recolección temporal.

- Zona de compostaje

Destinada a la elaboración de abonos orgánicos (compost y bocashi) con volteos y registros.

Figura 14.

Zona de compostaje



Nota. Zona de compostaje. Fuente: elaboración con IA

- Zona de mezcla de productos.

En esta zona se realizan las respectivas mezclas para aplicar en los cultivos y con ciertas especificaciones donde el desagüe llegue a el carbón con drenajes controlados para evitar contaminación ambiental.

Figura 15.

Zona de mezcla de productos



Nota: Zona de mezcla de productos para enmiendas y demás.

- Separación de residuos

Como debe ser en toda empresa organizada los residuos deben tener una clasificación en orgánicos, reciclables y peligrosos, para no contaminar el medio ambiente.

Figura 16.

Separación de residuos



Nota: Zona de disposición de residuos con su debida clasificación.

- Bodegas

En la bodega deben estar separados los insumos químicos y biológicos de los demás insumos para evitar contaminación.

Figura 17

Bodegas de insumos



Nota: Bodega diferenciada de productos sintéticos e insumos ordinarios con su debida separación para evitar contaminación.

- Área de inicio de labores

En esta área se socializa con el personal al iniciar las labores y se observa que todos estén en condiciones óptimas para trabajar y realizar de manera adecuada las labores encomendadas por sus superiores. De este modo se evita contaminación en el mal manejo de productos y accidentes por efectos del alcohol y estupefacientes.

Figura 18

Normas de trabajo inicio de labores



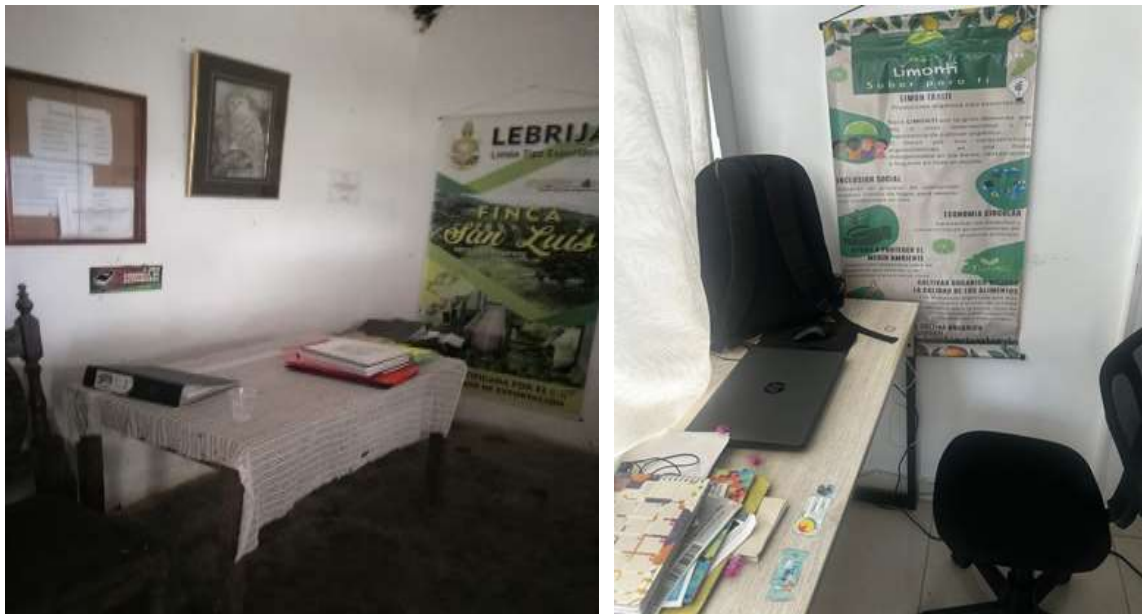
Nota: Imagen normas de trabajo de la finca. Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Documentación y Oficina.

En este espacio se guarda todo documento respectivo de la unidad productiva bien organizado de tal manera que cuando llegue el funcionario del Ica pueda corroborar la información de las actividades que se han hecho. Esta documentación es organizada por el administrador y el agrónomo según corresponda.

Figura 19.

Oficina



Nota: Imagen oficina para tener organizada la documentación. Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Bodega producto terminado.

La bodega de producto terminado es fundamental para evitar contaminación cruzada con materias primas o demás elementos que puedan afectar el producto que ya va a ser despachado.

Figura 20.

Bodega *producto terminado*



Nota: Imagen bodega de producto terminado con sus respectivas estibas para evitar contaminación.

Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Mapa de la finca.

El mapa es importante para saber las zonas debidamente delimitadas para trabajar o donde hay ríos o nacimientos de agua y evitar accidentes.

Figura 21

Mapa de finca



Nota: Imagen mapa de la finca para tener ubicados los predios a inspeccionar. Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Zona de extintor y Botiquín.

Es fundamental tener esta área dentro del predio para atender cualquier eventualidad en el momento sin perder tiempo vital en caso de un accidente.

Figura 22

Zona de extintor y botiquín



Nota: Imagen elementos de respuesta en caso de emergencia. Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Bodega de herramientas.

Es importante limpiar las herramientas después de las labores cotidianas para evitar así la contaminación y la reproducción de microorganismos.

Figura 23

Bodega de herramientas



Nota: Imagen de bodega para almacenar herramientas debidamente limpias y colgadas. Cortesía finca san Luis Lebrija Santander.

- Batería de baños. Se debe tener esta área en diferentes partes de la finca, para evitar que los operarios hagan sus necesidades en el cultivo y se produzcan enfermedades.

Figura 24

Baños.



El protocolo diseñado constituye una herramienta técnica, aplicable y adaptable para los productores de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el departamento de Santander, al proporcionar lineamientos claros para la transición hacia sistemas orgánicos. Su aplicación permite fortalecer la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo, al tiempo que facilita el cumplimiento de los requisitos exigidos por los organismos de certificación nacional e internacional. Asimismo, promueve la adopción de prácticas agroecológicas, el uso responsable de bioinsumos y la trazabilidad integral del proceso productivo, garantizando la obtención de fruta inocua, de alta calidad y con valor agregado para los mercados orgánicos.

6. Discusión

Los resultados obtenidos a partir de la validación del protocolo técnico con productores de limón Tahití (*Citrus latifolia*) en el departamento de Santander permitieron evidenciar la necesidad de fortalecer las prácticas de manejo del cultivo de acuerdo con las condiciones agroecológicas locales. La información recolectada mediante entrevistas reflejó coincidencias entre los productores respecto a la importancia de mejorar el manejo del suelo, la nutrición y la calidad del agua utilizada para riego.

En cuanto a las características edáficas, se identificó que los suelos predominantes presentan pH ligeramente ácido y bajos contenidos de materia orgánica, lo cual concuerda con lo reportado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2017) y la FAO (2015), que recomiendan la aplicación de enmiendas cálcicas y compost orgánico para mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Estas condiciones justifican la pertinencia de las recomendaciones técnicas incluidas en el protocolo, orientadas a optimizar la fertilidad y sostenibilidad del sistema productivo.

Por otra parte, la comparación de patrones utilizados mostró que *Citrus volkameriana* y *Citrus jambhiri* son los más apropiados para las condiciones de clima cálido y suelos franco-arenosos presentes en zonas como Lebrija y Rionegro. Esto coincide con lo documentado por AGROSAVIA (2020), que resalta la adaptabilidad y vigor de estos portainjertos en sistemas citrícolas de la región andina.

Asimismo, la validación del protocolo permitió reconocer limitaciones en el acceso a equipos de medición rápida de parámetros de agua y suelo en finca, lo que restringe la toma de

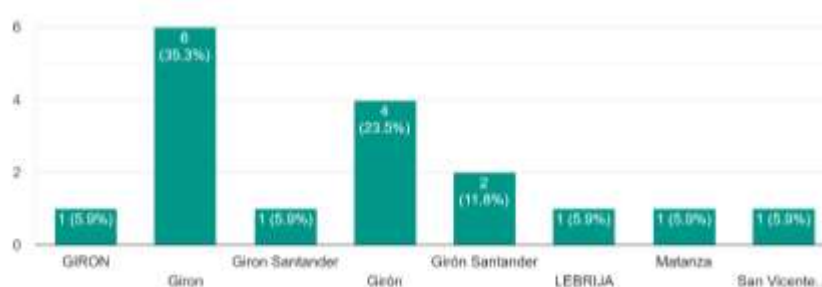
decisiones oportunas. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la asistencia técnica y la transferencia de tecnologías apropiadas para pequeños y medianos productores.

En conjunto, los resultados confirman que el protocolo técnico propuesto es una herramienta útil y aplicable para mejorar la productividad, la calidad del fruto y la sostenibilidad del cultivo de limón Tahití en el departamento de Santander. No obstante, se recomienda realizar validaciones complementarias en diferentes altitudes y tipos de suelo del departamento, a fin de ajustar los rangos y recomendaciones a las condiciones específicas de cada zona productora.

A continuación, se analizan datos de encuesta realizada sobre percepción de agricultura orgánica en algunos agricultores de la región:

Figura 25

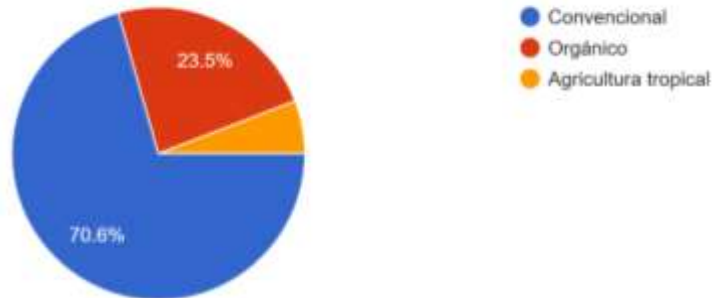
Municipio donde viven los encuestados



Como se observa en la imagen la mayoría de los encuestados provienen del municipio de Girón, con aproximadamente el 76,5 % del total, y Otros municipios participantes como Lebrija, Matanza y San Vicente de Chucuri con el 5,9 % cada uno sumando el 100% de los encuestados.

Figura 26

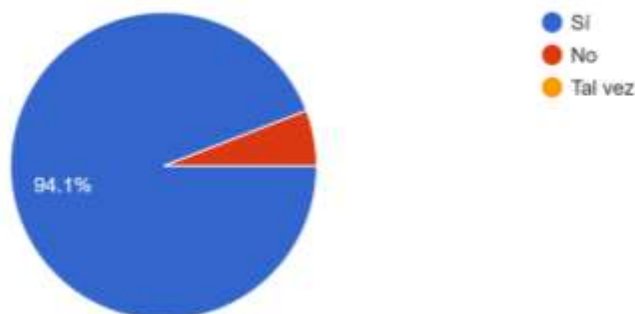
Grafica resultados cultura orgánica de los encuestados



En la gráfica podemos ver que la mayoría de los productores 70,6 % manejan sus cultivos de forma convencional, mientras que un 23,5 % ha adoptado prácticas de manejo orgánico y un 5,9 % desarrolla sistemas de agricultura tropical. Estos resultados evidencian que, aunque predomina el modelo convencional, existe un grupo significativo de productores interesados en sistemas más sostenibles, lo que representa una oportunidad para fortalecer la transición hacia la producción orgánica en la región.

Figura 27

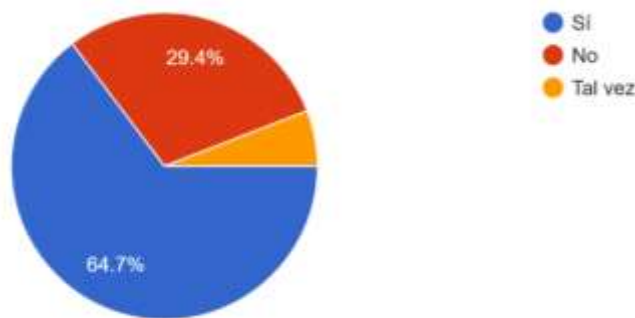
Grafica sobre conocimiento de agricultura orgánica de la encuesta



El gráfico evidencia que el 94,1 % de los encuestados ha escuchado sobre agricultura orgánica o certificación ecológica, mientras solo un 5,9 % manifestó no tener conocimiento al respecto. Este resultado refleja un alto nivel de sensibilización sobre el tema, lo que facilita la implementación de procesos de capacitación y transición hacia sistemas orgánicos certificados en la región.

Figura 28

Grafica sobre si el encuestado ha recibido capacitación de cultivos orgánicos



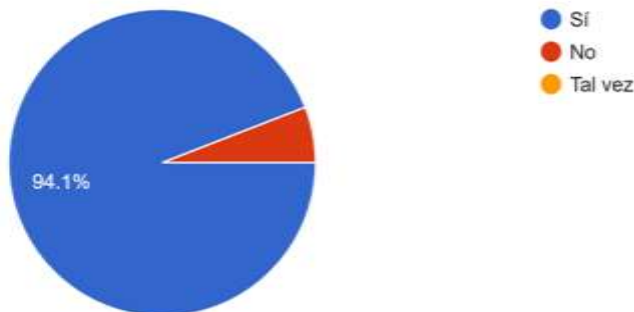
El gráfico muestra que el 64,7 % de los encuestados ha recibido capacitación o información sobre manejo orgánico, mientras que un 29,4 % no ha tenido acceso y un 5,9 % no está seguro. Esto indica que existe una base de conocimiento inicial importante entre los productores, aunque aún se requiere fortalecer los procesos de formación y asistencia técnica para ampliar la adopción de prácticas orgánicas en el cultivo de limón Tahití.

Figura 29

Gráfico de repuestas sobre conocidos utilizando agricultura orgánica

5. ¿Conoce alguna finca o productor que trabaje bajo sistemas orgánicos?

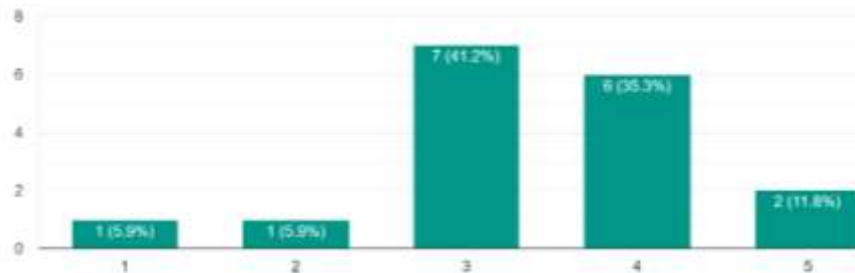
17 respuestas



El 94,1 % de los encuestados afirma conocer alguna finca o productor que trabaja bajo sistemas orgánicos, mientras que solo el 5,9 % no los conoce. Esto indica que la producción orgánica ya es una práctica visible y reconocida en la región, lo que facilita la creación de redes y el intercambio de experiencias entre productores.

Figura 30

Gráfico respuestas si hay altos conocimientos en prácticas orgánicas

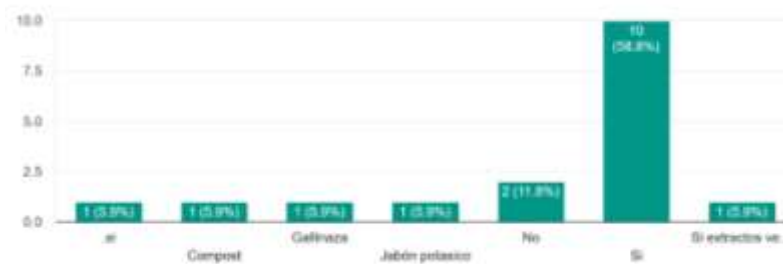


La mayoría de los encuestados (41,2 %) califican su conocimiento sobre prácticas orgánicas con nivel 3, seguido de un 35,3 % en nivel 4.

Esto refleja un nivel medio a alto de conocimiento, lo que sugiere una base favorable para fortalecer la capacitación y adopción de prácticas orgánicas.

Figura 31

Gráfico de respuestas sobre si utilizan insumos orgánicos



El 58,8 % de los productores afirma usar algún insumo orgánico o biológico en su cultivo, como compost, gallinaza o extractos vegetales.

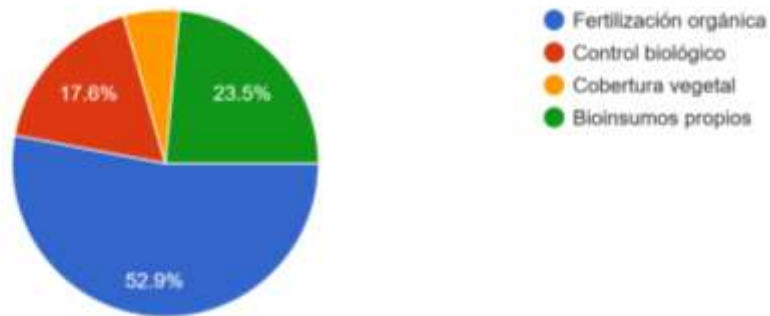
Esto indica una tendencia positiva hacia prácticas más sostenibles, aunque aún hay un 11,8 % que no emplea este tipo de productos.

Figura 32

Grafica sobre las practicas orgánicas más fáciles de implementar

8. ¿Qué prácticas considera más fáciles de implementar dentro del protocolo orgánico?

17 respuestas



El 58,8 % de los productores afirma usar algún insumo orgánico o biológico en su cultivo, como compost, gallinaza o extractos vegetales.

Esto indica una tendencia positiva hacia prácticas más sostenibles, aunque aún hay un 11,8 % que no emplea este tipo de productos.

Figura 33

Grafica sobre limitaciones en el campo para realizar la transición

9. ¿Qué limitaciones o barreras observa para hacer la transición a lo orgánico?

17 respuestas



La falta de apoyo técnico (17,6 %). Esto evidencia la necesidad de mayor capacitación y acceso a recursos para facilitar la adopción del sistema orgánico.

Los agricultores si estarían dispuestos a implementarlo según el 70,6%, seguido de un 23,5% que están indecisos a implementarlo. Esto indica que su respuesta es positiva hacia estas prácticas.

Figura 34

Grafico de respuestas sobre disposición para realizar la transición



La mayoría de los encuestados el 70% les interesa poder hacer la transición hacia un cultivo orgánico.

Figura 35

Grafico de resultados sobre beneficios esperados con el cambio a orgánico

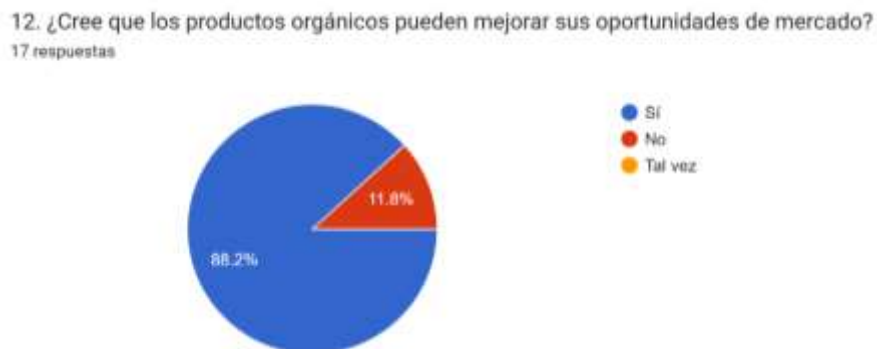


La mayoría de encuestados tienen la expectativa de mejorar el precio de su producto con el 58,8% y por otra parte el 29,4 quieren usar menos químicos. Esto refleja que tienen buenas expectativas y pueden generar buenos beneficios con este sistema orgánico.

la respuesta predominante es un rotundo Sí (88.2%). Existe una fuerte confianza entre los encuestados en que los productos orgánicos son un factor positivo y potenciador para el crecimiento y la mejora de las oportunidades de mercado.

Figura 36

Grafica de respuestas sobre si al cultivar un producto orgánico puede mejorar su mercado



La mayoría de encuestados tienen la expectativa de mejorar el precio de su producto con el 58,8% y por otra parte el 29,4 quieren usar menos químicos. Esto refleja que tienen buenas expectativas y pueden generar buenos beneficios con este sistema orgánico.

la respuesta predominante es un rotundo Sí (88.2%). Existe una fuerte confianza entre los encuestados en que los productos orgánicos son un factor positivo y potenciador para el crecimiento y la mejora de las oportunidades de mercado.

Figura 37

Grafica sobre apoyo que más se necesita para realizar la transición



Los resultados indican que, para iniciar la transición, los encuestados priorizan el acompañamiento técnico sobre otros tipos de apoyo. Esto podría orientar las estrategias de implementación hacia asesoría directa y acompañamiento práctico más que solo ofrecer cursos o recursos financieros.

7. Conclusiones

En cumplimiento del primer objetivo específico, se formuló un plan de manejo agronómico integral orientado a la transición del sistema de producción de lima ácida Tahití hacia un modelo orgánico. Este plan, estructurado de manera técnica y resumida, contempla las prácticas esenciales para las etapas de establecimiento, siembra, mantenimiento y cosecha, incorporando criterios de sostenibilidad edáfica, eficiencia hídrica y manejo cultural adecuado. Su aplicación permite fortalecer la productividad del cultivo dentro de un sistema respetuoso con los principios de conservación del recurso suelo y del equilibrio agroecosistémico.

Respecto al segundo objetivo específico, se estructuró un programa de manejo fitosanitario y nutricional fundamentado en los resultados obtenidos y basado en el uso de insumos biológicos, biofertilizantes y estrategias agroecológicas. Este programa sintetiza las acciones necesarias para mantener la sanidad vegetal, optimizar la disponibilidad de nutrientes y aumentar la resiliencia del cultivo frente a plagas y enfermedades, reduciendo la dependencia de agroquímicos sintéticos. La implementación de este enfoque contribuye a mejorar la eficiencia productiva, disminuir el impacto ambiental y responder a las exigencias de los sistemas de producción orgánica.

En relación con el tercer objetivo específico, se identificaron de manera precisa los requerimientos técnicos y las normas de certificación exigidas para la comercialización nacional e internacional de la lima ácida Tahití bajo estándares orgánicos. Se determinó que dichas certificaciones regidas por el ICA y por normativas internacionales de producción ecológica son fundamentales para garantizar la inocuidad de los productos, la trazabilidad del proceso productivo y el cumplimiento de parámetros de calidad exigidos por los mercados de exportación. El análisis

realizado permite establecer las bases para la inserción competitiva del producto en cadenas de valor diferenciadas.

8. Recomendaciones

Difundir el protocolo entre asociaciones de productores, entidades territoriales y organizaciones de apoyo técnico, con el fin de facilitar su implementación y adaptar sus lineamientos a diferentes contextos regionales.

Capacitar a los agricultores en prácticas de biofertilización, manejo agroecológico y control biológico, fortaleciendo sus capacidades técnicas y su comprensión de la normatividad orgánica.

Realizar acompañamiento técnico permanente durante el período de conversión, priorizando fincas piloto que sirvan como modelo demostrativo de buenas prácticas orgánicas en cítricos.

Establecer alianzas institucionales entre el ICA, Agrosavia, Fundación Natura, Cámara de Comercio de Bucaramanga y asociaciones citrícolas, para apoyar la certificación orgánica y el acceso a mercados internacionales.

Actualizar periódicamente el protocolo, conforme a las modificaciones de la normatividad nacional e internacional, garantizando su vigencia y aplicabilidad a largo plazo.

Profundizar en investigaciones complementarias, especialmente en aspectos de eficiencia económica, balances nutricionales y biodiversidad funcional, que fortalezcan la evidencia científica del impacto de la producción orgánica.

El presente trabajo demuestra que la transición hacia la agricultura orgánica del limón Tahití en Santander no solo es técnicamente viable, sino también ambiental y socialmente necesaria.

El protocolo formulado ofrece una hoja de ruta práctica para los productores y constituye una base sólida para el desarrollo de políticas públicas, certificaciones y proyectos sostenibles en la región.

De esta forma, el proyecto trasciende el ámbito académico, aportando una herramienta real y aplicable para avanzar hacia un modelo agrícola más responsable, competitivo y resiliente.

Referencias bibliográficas

- Agencia de Desarrollo Rural – ADR. (2024). *Plan Departamental de Extensión Agropecuaria (PDEA) Santander 2024–2027* [PDF]. Bogotá: ADR. https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/01_PDEA_Santander_2024.pdf
- AGROSAVIA & FAO. (2019). *Manual de buenas prácticas agrícolas en cítricos: Lineamientos para la sostenibilidad y competitividad del sector cítrico colombiano*. AGROSAVIA y FAO.
- AGROSAVIA & ICA. (2024). *Avances en el conocimiento y recomendaciones para el manejo integrado de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en los cultivos de cítricos en Colombia*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Agrodatos Colombia. (2023). *Registro de predios cítricos habilitados para exportación*. Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.
- Alcaldía Municipal de Cimitarra. (2022). *Diagnóstico agroproductivo municipal y ficha de caracterización cítrica*. Secretaría de Desarrollo Económico.
- Analdex. (2024, 30 de agosto). *Informe de exportaciones colombianas de frutas: enero – junio 2024*. Bogotá: Analdex. <https://analdex.org/2024/08/30/informe-de-exportaciones-colombianas-de-frutas-enero-a-junio-2024/>
- Analdex. (2025, 18 de junio). *Limón Tahití les saca el jugo a sus exportaciones: crecimiento de más de 8 % a abril*. Bogotá: Analdex. <https://analdex.org/2025/06/18/limon-tahiti-le-saca-el-jugo-a-sus-exportaciones-crecimiento-de-mas-de-8-a-abril/>

- Analdex. (2025, 6 de junio). *Informe de exportaciones colombianas de frutas 2024*. Bogotá: Analdex. <https://analdex.org/2025/06/06/informe-de-exportaciones-colombianas-de-frutas-2024/>
- Asohofrucol. (2024). *Boletín Anual de Exportaciones 2024: Lima Tahití*. Bogotá: Asohofrucol. https://www.asohofrucol.com.co/img/archivosGeneralesFiles/3346Boletin_Anual_De_Exportaciones_2024.pdf
- Bernice Paola G.T., et al. (2022). *Evaluación de la calidad de agua para riego en unidades productivas agrícolas en el departamento de Sucre, Colombia*. Sucre: Repositorio.
- Cámara Directa / Legiscomex. (2023). *Santander y la producción de lima ácida Tahití*. Bogotá: Cámara Directa / Legiscomex. <https://www.camaradirecta.com/en/santander-lider-en-produccion-de-lima-acida-tahiti>
- Codex Alimentarius. (2021). *Directrices para la producción, el procesamiento, el etiquetado y la comercialización de alimentos producidos orgánicamente (CAC/GL 32-1999)*. Roma: FAO y OMS.
- Congreso de la República de Colombia. (2006). *Ley 187 de 2006: Por la cual se reglamenta la producción ecológica en Colombia*. Diario Oficial No. 46.448.
- DANE. (2015). *Cultivo del limón o lima Tahití (Citrus latifolia Tanaka) frente a los efectos de las condiciones climáticas adversas*. Bogotá: Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). *Lineamientos para el ordenamiento territorial y uso del suelo rural en Colombia*.
- Díaz Mesa, D. M. (2022). *Eficiencia y productividad en el sector cítrico del departamento de Santander en el periodo 2016-2020* (Tesis de Licenciatura). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN. (2025). *Estadísticas de Comercio Exterior* – Bases estadísticas. Bogotá: DIAN.

<https://www.dian.gov.co/dian/cifras/Paginas/EstadisticasComEx.aspx>

Editorial AGROSAVIA. (2018). *Capítulo II. Descripción agroclimática de las zonas productoras de lima ácida Tahití. En Manejo y producción de la lima ácida Tahití*. Bogotá: AGROSAVIA.

FAO. (2009). *Glosario de agricultura orgánica*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2020). *Manual de producción orgánica de frutales tropicales*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAOLEX+2Minvivienda+2 Portafolio. (2025, 18 de junio). *Exportaciones de limón Tahití crecieron 8,8 % entre enero y abril de 2025*. Bogotá: Portafolio. https://www.portafolio.co/negocios/comercio/exportaciones-de-limon-tahiti-colombiano-suben-8-8-a-abril-de-2025-633324?utm_source=chatgpt.com

Fundación Natura. (2024, 6 de junio). *¿Qué es agricultura sostenible y cómo se relaciona con el monitoreo climático?* Bogotá: Fundación Natura. <https://natura.org.co/que-es-agricultura-sostenible-y-como-se-relaciona-con-el-monitoreo-climatico/>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. México: McGraw-Hill.

IFOAM. (2021). *Principios de la agricultura orgánica y sistemas de certificación*. Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements.

Icontec. (2021). *NTC 4087:2021. Limón Tahití fresco: Requisitos de calidad, madurez y etiquetado*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2006, 31 de julio). *Resolución 0187 de 2006: Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización y sistema de control de productos agropecuarios ecológicos*. Diario Oficial No. 46.356, Bogotá.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2017). *Resolución 030021 de 2017: Por la cual se establecen los requisitos para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción primaria de fruta fresca de limón Tahití*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2019). *Resolución 12816 de agosto de 2019: Requisitos técnicos para viveros de cítricos y producción de material vegetal certificado*. Bogotá: CO.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2020). *Resolución 082394 de 2020: Por la cual se establecen los requisitos fitosanitarios para la certificación de predios de producción y empacadoras para la exportación de limón Tahití*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2022). *Resolución 824 de 2022: Por la cual se establece el registro obligatorio de lugares de producción, exportadores y empacadoras de vegetales para exportación*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2023, 9 de agosto). *En Santander, afrontar el HLB de los cítricos, la mejor manera de asegurar la cosecha y el empleo en el campo*. Bogotá: ICA. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-socializacion-productores-hlb-citricos-santander>

- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2023, 25 de julio). *Citricultores de Santander deben fortalecer medidas de prevención del HLB de los cítricos*. Bogotá: ICA. <https://www.ica.gov.co/noticias/citricultores-de-santander-deben-fortalecer-medida>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2025). *Requisitos fitosanitarios para la exportación de limones Tahití frescos desde Colombia a China*. Bogotá: ICA. [es.foodgacc.com](https://www.ica.gov.co/es/foodgacc.com)
- International Trade Centre – TradeMap. (2025). *Trade statistics for international business development*. Ginebra: ITC. <https://www.trademap.org/>
- Legiscomex. (2024, junio). *Requisitos de exportación de frutas cítricas*. Bogotá: Legiscomex.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Cifras sectoriales cítricos (SIOC)* [PDF]. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/citricos/documentos/2021-03-31%20cifras%20sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MinAgricultura. (2006). *Resolución 0187 de 2006: Por la cual se reglamenta el Sistema de Producción Orgánico, su proceso de certificación, comercialización y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: MinAgricultura. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/col174684.pdf>
- Pacheco, J. G., Bermúdez, N., Gallegos, D. S., & Botello-Suárez, W. A. (2021). *Calidad del agua para sistemas de riego en Colombia*. Bogotá: Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo.
- Ríos Restrepo, J. F., Ortiz Borja, E., Betancur Muñoz, O., & Villada Restrepo, D. (2015). *Producción orgánica y su impacto en el desarrollo económico del sector rural colombiano*. Bogotá: Ágora Revista Virtual de Estudiantes, (2), 57–66.

- Repositorio Digital UCSG. (2013). *Determinación del costo de producción y rentabilidad del cultivo de lima pérsica (Citrus latifolia) en el Cantón Naranjal, Provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Repositorio Institucional UNAD. (2022). *Implementación y manejo orgánico para 25 productores de lima ácida Tahití (Citrus latifolia)*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Revista ESPACIOS. (2020). *Evaluación económica en agroecosistemas convencionales y agroecológicos de Naranja Var. Valencia (Citrus sinensis L. Osbeck) en el departamento del Meta, Colombia*, 41(36).
- SciELO Colombia. (2016). *Características climáticas y balance hídrico de la lima ácida Tahití (Citrus latifolia Tanaka) en cinco localidades productoras de Colombia*.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Unad. (2023). *Desarrollo agrícola limón Tahití Lebrija Santander*. Bogotá: Repositorio UDES.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA. (2023). *Documento regional UPRA – Santander* [PDF]. Bogotá: UPRA. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/SANTANDER/2-%20Documento%20Regional%20UPRA%20Santander.pdf
- United States Department of Agriculture – USDA. (2023). *National Organic Program (NOP)*, 7 CFR Part 205. Washington: USDA.
- Unión Europea. (2018). *Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre producción ecológica y etiquetado de productos ecológicos*. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.
- Worm, G. (2018). *Agricultura Orgánica: El Modelo Agrícola y sus Principios*. Bogotá: Ediciones EOS.