



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA

**“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES DE LA
PARROQUIA LODANA, CANTÓN SANTA ANA, PERIODO 2014-
2024”**

AUTORES

**ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO
SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO**

TUTOR

ING. JENIFFER PAULINA ESPINOZA ZAMBRANO, MSC

MANABÍ – ECUADOR

2025 (1)

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

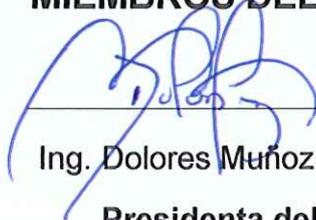
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

TESIS DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del Trabajo de Grado sobre el tema: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES DE LA PARROQUIA LODANA, CANTÓN SANTA ANA, PERIODO 2014-2024". De los egresados Andrade Ortiz Alex Mateo y Solorzano Coaboy Sergio Vinicio, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento con lo establecido en la ley, se da por aprobada la sustentación, acción que lo hace acreedor al título de:

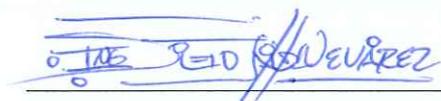
INGENIERO AGROPECUARIO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL



Ing. Dolores Muñoz Verduga, Mg.

Presidenta del Tribunal



Ing. Diego Javier Nevárez Pérez, Mg.

Miembro del Tribunal



Ing. Brígida Rodríguez Guerrero, Mg.

Miembro del Tribunal

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. JENIFFER PAULINA ESPINOZA ZAMBRANO, MSC**, certifico haber tutelado la tesis **“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES DE LA PARROQUIA LODANA, CANTÓN SANTA ANA, PERIODO 2014-2024”** que ha sido desarrollado por **ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO Y SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO** egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, de acuerdo con el **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL, DE LA ULEAM**.



ING. JENIFFER PAULINA ESPINOZA ZAMBRANO, Msc

DECLARACIÓN DEL AUTORÍA

Yo, **ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO Y SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO**, egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, que las ideas expuesta en este trabajo investigativo y los resultados obtenidos y conclusiones dentro del contenido de este presente trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES DE LA PARROQUIA LODANA, CANTÓN SANTA ANA, PERIODO 2014-2024”** es único y correspondiente bajo mi autoría; y que, anticipadamente no ha sido ostentado por calificación personal o por ningún grado; y, que he consultado las referencias bibliográficas que contienen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO



SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que, de alguna manera, con su apoyo, contribuciones y paciencia, facilitaron la realización de este trabajo. En primer lugar, dirijo mi agradecimiento a mi director de tesis, quien brindó su apoyo incondicional y tuvo la paciencia necesaria para ayudarme en cada etapa de este proyecto. Deseo manifestar mi más profundo agradecimiento por la confianza depositada en mí para realizar este trabajo, confianza que he procurado retribuir con el compromiso y la rigurosidad que el ámbito académico y el profesional exigen. Al mismo tiempo, dirijo mi gratitud a mis compañeros de investigación ya todas las personas, cuyas aportaciones teóricas y experiencias vitales, han contribuido a enriquecer mi trayectoria personal y profesional.

De manera particularmente intensa, agradezco a mi familia, cuyo afecto incondicional se ha erigido en la más constante y poderosa energía que ha sostenido mis pasos. Gracias a ellos, pudo tener la fortaleza necesaria para llegar hasta aquí. Ellos, al igual que mis otros agradecidos, siempre han estado a mi lado. Finalmente me gustaría agradecer, aunque de una manera más especial, a todas aquellas personas que de una forma más profunda me brindaron su tiempo, su conocimiento y sus palabras de aliento. Este logro es de todos ustedes.

ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO

A lo largo de este proceso, quisiera resaltar la colaboración incondicional de algunas personas, a quienes me gustaría agradecer profundamente. En primer lugar, la ayuda de mi directora de tesis es innegable. Con su ayuda, cada sugerencia se convertiría en una valiosa lección para mí. Con su dedicación y apoyo constante este trabajo fue posible. También me gustaría resaltar a la familia y amigos, quienes me apoyaron incondicionalmente, me brindaron su tiempo y sus sugerencias. Gracias a mi familia, quien siempre estuvo a mi lado y me ayudó en los momentos más complicados. Este logro los tiene a todos en mente, quienes me animaron durante cada paso en este proceso.

SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO

DEDICATORIA

A nuestros padres, que siempre han sido nuestra mayor fuente de inspiración y fortaleza. Su amor inquebrantable, sacrificio y apoyo incondicional han moldeado nuestras vidas y nos han traído hasta este momento. Gracias por estar siempre ahí, por su paciencia reconfortante y por creer inquebrantablemente en nuestro potencial. Este hito es tanto suyo como nuestro, y cada frase en este informe es un testimonio de su amor y apoyo ilimitados.

Afirmamos incansablemente que, con trabajo duro, dedicación y una voluntad indomable, podemos lograr cualquier cosa.

ANDRADE ORTIZ ALEX MATEO y SOLORZANO COABOY SERGIO VINICIO

ÍNDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	1
AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN	11
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. MARCO TEÓRICO.....	14
1.1.1 Definición y características de los sistemas de producción agropecuaria	14
1.1.2 Modelos de simulación y herramientas computacionales para la agropecuaria	3
1.1.3 Satélites artificiales y sensores relevantes para agricultura	5
1.1.4 Agricultura de precisión y tecnologías satelitales para el monitoreo agrícola	8
1.1.5 Teledetección y análisis de imágenes satelitales para evaluación agropecuaria	9
1.1.6 Importancia de los sistemas de producción agropecuaria para el desarrollo rural y seguridad alimentaria	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.3. JUSTIFICACIÓN	13
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.5. HIPÓTESIS	14
1.5.1. Hipótesis alternativa (HA).....	14
1.5.2. Hipótesis nula (H0).....	14
OBJETIVOS	15
1.6.1. Objetivo general	15
1.6.2. Objetivos específicos	15
CAPITULO II.....	48
METODOLOGÍA	48
2.1. Ubicación del lugar de la investigación	48
2.2. Características agroclimáticas	48
2.3. Adquisición de datos	49
2.4. Población y muestra	49
2.4.1. Población.....	49
2.4.2. Muestra	49
2.5. Procesamiento de imágenes.....	50
2.6. Clasificación No Supervisada (K-medias)	51

2.7. Elaboración Cartográfica	52
2.8. Análisis comparativo	52
CAPÍTULO III.....	53
RESULTADOS Y DISCUSION	53
3.1. Ubicación de los productores encuestados en la parroquia Lodana	53
3.2. Puntos tomados en los productores encuestados	53
3.3. Resultado de la encuesta a productores de la parroquia Lodana.....	55
3.4. Elaboración de polígono	68
3.5. Divisiones territoriales.....	69
3.6. Distribución de números de clases	70
3.6. Elaboración de mapas 2014 a 2024	70
3.6.1. Polígonos de Lodana años 2014 a 2024 No supervisado	71
3.6.2. Interpretación del mapa 2014.....	78
3.6.3. Interpretación del mapa 2015.....	80
3.6.4. Interpretación del mapa 2016.....	82
3.6.5. Interpretación del mapa 2017	83
3.6.6. Interpretación del mapa 2018.....	85
3.6.7. Interpretación del mapa 2019.....	87
3.6.8. Interpretación del mapa 2020.....	89
3.6.9. Interpretación del mapa 2021.....	91
3.6.10. Interpretación del mapa 2022.....	93
3.6.11. Interpretación del mapa 2023.....	94
3.6.12. Interpretación del mapa 2024.....	96
3.7. Datos recopilados de polígonos	97
CAPÍTULO IV.	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
4.1. CONCLUSIONES	102
4.2. RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables que considera el modelo SWAT para la simulación de sistemas agropecuarios.....	4
Tabla 2. Principales bandas espectrales del satélite Landsat 8.....	6
Tabla 3. Índices de vegetación comunes en teledetección agrícola	9
Tabla 4. Características agroclimáticas del cantón Santa Ana.....	48
Tabla 5 Datos de la encuesta en la parroquia Lodana a los productores	53
Tabla 6. Fechas de descarga de imágenes satelitales landsat 8	71
Tabla 7. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2014.....	78
Tabla 8. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2015.....	80
Tabla 9. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2016.....	82
Tabla 10. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2017.....	84
Tabla 11. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2018.....	85
Tabla 12. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2019.....	87
Tabla 13. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2020.....	90
Tabla 14. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2021.....	91
Tabla 15. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2022.....	93
Tabla 16. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2023.....	94
Tabla 17. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2024.....	96
Tabla 18. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2014-2024	97

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Resultados de la pregunta uno de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	56
Gráfica 2 Resultados de la pregunta dos de la encuesta a productores de la parroquia Lodana.....	57
Gráfica 3 Resultados de la pregunta tres de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	58
Gráfica 4 Resultados de la pregunta cuatro de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	59

Gráfica 5 Resultados de la pregunta cinco de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	60
Gráfica 6 Resultados de la pregunta seis de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	61
Gráfica 7 Resultados de la pregunta siete de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	62
Gráfica 8 Resultados de la pregunta ocho de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	63
Gráfica 9 Resultados de la pregunta nueve de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	65
Gráfica 10 Resultados de la pregunta diez de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	66
Gráfica 11 Resultados de la pregunta once de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	67
Gráfica 12 Resultados de la pregunta doce de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	48
Figura 2. Mapa base RGB de la parroquia Lodana.....	68
Figura 3. Mapa de cantones	69
Figura 4. Mapa de provincias.....	69
Figura 5. Cobertura de la parroquia Lodana	71
Figura 6. Cobertura de la parroquia Lodana en 2014	79
Figura 7. Cobertura de la parroquia Lodana en 2015	80
Figura 8. Cobertura de la parroquia Lodana en 2016	82
Figura 9. Cobertura de la parroquia Lodana en 2017	84
Figura 10. Cobertura de la parroquia Lodana en 2018	86
Figura 11. Cobertura de la parroquia Lodana en 2019	87
Figura 12. Cobertura de la parroquia Lodana en 2020	90
Figura 13. Cobertura de la parroquia Lodana en 2021	92
Figura 14. Cobertura de la parroquia Lodana en 2022	93

Figura 15. Cobertura de la parroquia Lodana en 2023	95
Figura 16. Cobertura de la parroquia Lodana en 2024	96
Figura 17. Cobertura de bosques en ha en Lodana de 2014-2024.....	99
Figura 18. Cobertura de agricultura en ha en Lodana de 2014-2024	100
Figura 19. Cobertura de nubes en ha en Lodana de 2014-2024	100
Figura 20. Cobertura de pasto en ha en Lodana de 2014-2024	101
Figura 21. Cobertura de casas en ha en Lodana de 2014-2024.....	101

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuestas estructuradas	111
Anexo 2. Coordenadas UTM de los encuestados de la parroquia Lodana 2024	114
Anexo 3. Encuestas a productores con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024.....	114
Anexo 4. Encuesta a productor de pitahaya en la parroquia Lodana 2024	115
Anexo 5. Encuesta a productor de maíz en la parroquia Lodana sector Beldaco 2024	115
Anexo 6. Encuesta a productor con asociación de cultivo en la parroquia Lodana sector Beldaco 2024	116
Anexo 7. Encuestas a productores con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024.....	116
Anexo 8. Encuesta a productor con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024	117
Anexo 9 software de Sistema de Información Geográfica QGIS versión 3.34....	117
Anexo 10 . Registro de USGS (United States Geological Survey) 2025.....	118

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los sistemas de producción agropecuaria mediante imágenes satelitales de la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, periodo 2014-2024. Se emplearon imágenes del satélite Landsat 8 y encuestas a productores locales para analizar los cambios en el uso del suelo. La metodología incluyó la adquisición de datos geoespaciales, procesamiento de imágenes, y clasificación no supervisada para identificar las coberturas del terreno. Los resultados mostraron una fluctuación significativa en la cobertura boscosa, un aumento de áreas urbanas y agrícolas, y una reducción de pastizales. Las conclusiones revelaron una interacción directa entre las actividades productivas y la evolución espacial del territorio. Se recomendó realizar análisis a intervalos de cinco años y ampliar el estudio a otras zonas rurales de Manabí para mejorar la planificación territorial y la toma de decisiones.

Palabras clave:

Agropecuaria, producción, imágenes satelitales, cultivos

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate agricultural production systems using satellite images of the Lodana parish, Santa Ana Canton, period 2014-2024. Landsat 8 satellite imagery and surveys of local farmers were used to analyze changes in land use. The methodology included geospatial data acquisition, image processing, and unsupervised classification to identify land cover. The results showed a significant fluctuation in forest cover, an increase in urban and agricultural areas, and a reduction in grasslands. The conclusions revealed a direct interaction between productive activities and the spatial evolution of the territory. It was recommended to carry out analyses at five-year intervals and to extend the study to other rural areas of Manabí to improve territorial planning and decision-making.

Palabras clave:

Agriculture, production, satellite imagery, crops

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agropecuaria representan estructuras dinámicas compuestas por interacciones entre factores biológicos, físicos, tecnológicos y sociales, los cuales buscan maximizar la productividad agrícola y ganadera de forma sostenible, considerando la gestión de los recursos naturales, el uso adecuado del suelo y la aplicación de tecnologías modernas (Ponvert 2016). Su eficiencia depende de múltiples variables como el clima, el tipo de cultivo, el manejo técnico, el acceso a agua y fertilizantes, y la capacidad de monitoreo por parte de los productores (Nguyen 2020).

En el contexto ecuatoriano, la agricultura es una de las actividades económicas más importantes y diversificadas. El país se caracteriza por una variedad de pisos climáticos que permiten el cultivo de múltiples productos a lo largo del año. Entre los principales cultivos podemos destacar el cultivo de plátanos, cacao, café, caña de azúcar, arroz, maíz, palma de aceite, papas y flores, especialmente rosas. Superficie con labor agropecuaria: pastos cultivados (44,94 %), cultivos permanentes (26,92 %), cultivos transitorios y barbechos (15,92 %) y pasto natural (12,22 %). Esta diversidad agrícola no solo satisface las necesidades del mercado interno, sino que también posiciona a Ecuador como un participante relevante en el comercio internacional de productos agrícolas (INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador) 2021).

En este contexto, la falta de dotación de recursos para el monitoreo de los cambios de la cobertura vegetal o de uso del suelo han limitado los resultados del impacto de las actuaciones de los agentes locales. Para esta problemática, el uso de tecnologías satelitales ha surgido como una alternativa contemporánea para el fortalecimiento del monitoreo y la gestión agropecuaria. Monitorear y gestionar las actividades agropecuarias con la ayuda de la tecnología satelital es una manera efectiva de optimizar estas tareas. El monitoreo tecnológico de la agropecuaria en la latitud sur del Ecuador ha demostrado, en los últimos años, ser efectivo en la observación y análisis del estado de los cultivos, el clima, y la utilización del suelo

en el tiempo. Varios autores han señalado el impacto positivo de uso de la tecnología para optimización en el uso de insumos y reducción en las pérdidas de recursos (Segarra 2024; Barni y Ratto 2022). De hecho, Espinosa et al. (2017), han demostrado que el análisis de imágenes desde órbita permite detectar regresiones en el crecimiento de los cultivos agrícolas. Otras investigaciones, como las de Barrera Rodríguez (2016) y Dámaso et al. (2013), argumentan que al combinar estas observaciones espectrales con sistemas de información geográfica se logra tanto el aumento de rendimiento como la disminución de la huella ecológica. Las evidencias recopiladas bosquejan un horizonte favorable en el que la innovación técnica subsidiaria del sector agropecuario se expande sin reservas.

Nguyen (2020) señala que las herramientas satelitales permiten afrontar de forma más incisiva desafíos acuciantes como el cambio climático, la escasez hídrica y la presión creciente sobre los agroecosistemas. En este marco de referencia, este estudio tiene como fin primordial evaluar la dinámica de los sistemas agrícolas en la parroquia Lodana a lo largo de los últimos diez años, utilizando imágenes satelitales como instrumento para identificar cambios espaciales y temporales en la ocupación de los suelos. La indagación pretende, así, profundizar en la caracterización de los procesos productivos locales, guiar la formulación de decisiones técnicas y políticas más precisas y contribuir a una agricultura que combine resiliencia, sostenibilidad y un aprovechamiento creciente de las tecnologías de la información.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1 Definición y características de los sistemas de producción agropecuaria

Los sistemas de producción agropecuaria constituyen un conjunto interrelacionado de prácticas, recursos y tecnologías que, organizados de manera coherente, facilitan la obtención de productos agrícolas y pecuarios destinados, ya sea al consumo humano o a la industria (Haro et al., 2021). Este conjunto es intrínsecamente dinámico, dado que en él coexisten y se retroalimentan factores biológicos, como cultivos y ganado; componentes físicos, como suelo y clima; y dimensiones sociales, que incluyen la mano de obra y el acervo de saberes locales.

Dichos sistemas actúan, por fin, en un marco que rebasa la mera producción. Las decisiones de manejo, la disponibilidad de recursos naturales y los condicionantes socioeconómicos determinan, en cada instancia, su rumbo. La gestión del agua, las prácticas destinadas a conservar la fertilidad del suelo, la secuenciación de cultivos y el empoderamiento comunitario sirven como criterios mediadores que influyen en la productividad, la sostenibilidad del recurso y la resiliencia del recurso ante la variabilidad climática y las fluctuaciones del mercado. La complejidad de estos sistemas radica en la interdependencia entre sus componentes, lo que requiere una evaluación holística con el fin de optimizar sus operaciones mientras se reduce el impacto perjudicial general en el medio ambiente.

Además, la caracterización adecuada de estos sistemas permite identificar fortalezas y limitaciones en la producción, lo que es esencial para diseñar estrategias que garanticen la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sostenible (Analuisa et al. 2020). En Ecuador, la diversidad agroclimática propicia distintos tipos de sistemas agropecuarios que deben ser estudiados de manera particular para ajustarse a las condiciones locales. Así, la comprensión profunda de estos sistemas contribuye a mejorar la gestión de los recursos naturales y la competitividad del sector agrícola en regiones como Manabí.

1.1.2 Modelos de simulación y herramientas computacionales para la agropecuaria

Los modelos de agrosimulación agrícola han evolucionado a lo largo de los años para convertirse en referencias internacionales para entender cómo los sistemas agrícolas responden a factores climáticos y de manejo, simulando la dinámica de cultivos, acumulación de biomasa y eficiencia de nutrientes, con modelos como DSSAT, APSIM y SWAT. Además, la incorporación de datos de teledetección, como los índices de vegetación derivados de satélites, aumenta considerablemente la precisión de las predicciones y fortalece la toma de decisiones agronómicas espaciales (Barrera, 2016).

Estos modelos también han avanzado en la comprensión de cómo el riego, el tipo de cultivo o el manejo del suelo impactan en el rendimiento, lo que permite lograr una asignación de recursos más eficiente. Gianotti y Cereijo (2024) señalan que, a pesar de las diferencias metodológicas, plataformas como DSSAT, APSIM y SWAT tienen una cosa en común: fortalecer la productividad agrícola mientras se mantiene la sostenibilidad ambiental, lo cual es extremadamente importante en el contexto del cambio climático y la creciente presión sobre los ecosistemas.

El modelo SWAT se ha consolidado como uno de los más robustos para la simulación de procesos hidrológicos y la gestión sostenible del agua en cuencas agropecuarias. Este modelo integra variables relacionadas con la calidad del agua, erosión del suelo, dinámica de nutrientes y crecimiento de cultivos, lo que lo hace útil para evaluar el impacto de prácticas agrícolas sobre el medio ambiente y la productividad (Barrera Rodríguez 2016).

La ventaja de SWAT radica en su capacidad para simular escenarios a largo plazo, facilitando la toma de decisiones basadas en datos espaciales y temporales, especialmente cuando se combina con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la representación espacial detallada (Siesto et al. 2021).

A continuación, se presenta una tabla con algunas de las principales variables que considera el modelo SWAT para la simulación de sistemas agropecuarios:

Tabla 1. Variables que considera el modelo SWAT para la simulación de sistemas agropecuarios

Variable	Descripción
Precipitación	Cantidad de lluvia que recibe la cuenca en un periodo específico

Temperatura	Media diaria que afecta procesos bioquímicos y crecimiento
Uso del suelo	Tipo de cobertura (cultivos, bosques, pastizales)
Manejo del suelo	Prácticas agrícolas como labranza y fertilización
Caudal de agua	Flujo de agua superficial y subterránea
Erosión del suelo	Pérdida de suelo por escorrentía
Nutrientes	Concentración de nitrógeno, fósforo y otros elementos

Fuente: Adaptado de Barrera Rodríguez 2016 y Siesto et al. 2021.

1.1.3 Satélites artificiales y sensores relevantes para agricultura

Los satélites artificiales son dispositivos contruidos por humanos que orbitan la Tierra con diversos propósitos, como observar el medio ambiente y monitorear la agricultura (Rodolfo 2022). En las prácticas agrícolas, estos satélites tienen imágenes que analizan la salud de los cultivos, la utilización de la tierra, así como el clima, lo que permite una mejor y sostenible gestión de los preciosos recursos naturales.

Una plataforma ampliamente utilizada para obtener imágenes satelitales de forma gratuita es USGS Earth Explorer, que alberga varios datos satelitales, incluyendo Landsat 8, Sentinel y MODIS (Heiss et al. 2025). El OLI brinda imágenes panorámicas que son de gran utilidad. TIRS proporciona información en el rango térmico con 100 metros de resolución, lo que permite estimar la temperatura superficial de la tierra y el estrés hídrico en la vegetación (Beltrán & Bravo, 2023).

En la siguiente tabla que se muestra a continuación se incluyen la longitud de onda y resolución espacial de algunas de las bandas espectrales más utilizadas en el satélite Landsat 8, son importantes para el monitoreo agrícola:

Tabla 2. Principales bandas espectrales del satélite Landsat 8

Banda	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución espacial (m)	Aplicación principal
Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30	Corrección atmosférica
Banda 2 - Azul	0.45 - 0.51	30	Análisis de agua y vegetación
Banda 3 - Verde	0.53 - 0.59	30	Detección de vegetación saludable
Banda 4 - Rojo	0.64 - 0.67	30	Identificación de tipos de suelo y cultivos
Banda 5 - Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30	Monitoreo de vegetación y biomasa
Banda 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30	Detección de humedad del suelo
Banda 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30	Evaluación de contenido hídrico y estrés vegetal
Banda 8 - Pancromático	0.50 - 0.68	15	Imágenes de alta resolución espacial
Banda 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30	Detección de nubes
Banda 10 - TIRS 1	10.60 - 11.19	100	Temperatura de superficie terrestre
Banda 11 - TIRS 2	11.50 - 12.51	100	Temperatura de superficie terrestre

Fuente: Adaptado de COPERNICUS 2018 y Heiss et al. 2025.

Además del satélite Landsat 8, otras plataformas satelitales como Sentinel y MODIS aportan imágenes complementarias con diferentes resoluciones temporales y espaciales. Sentinel, desarrollado por la Agencia Espacial Europea, ofrece datos con resolución espacial que varía entre 10 y 60 metros y alta frecuencia de revisita, ideal para monitoreo frecuente de áreas agrícolas. Por su parte, MODIS proporciona imágenes diarias con resolución moderada, útiles para estudios a escala regional y análisis de tendencias (Khanal et al. 2020).

Entre los satélites más útiles en el monitoreo agrícola se encuentran Landsat 8 y Sentinel-2; sus especificaciones técnicas los hacen adecuados para diversas demandas en el análisis ambiental y en la producción agropecuaria. Landsat 8, que se lanzó en febrero de 2013, integra los sensores OLI y TIRS. Este satélite presenta una resolución espacial que varía entre 15 y 30 metros, dependiendo de la banda espectral, y cubre el espectro visible, el infrarrojo cercano, el infrarrojo de onda corta, además de aportar datos térmicos. Desde entonces, se ha convertido en una herramienta común para el seguimiento del crecimiento de los cultivos, la caracterización de los suelos y para la estimación de la evapotranspiración y otros balances de agua en el agro (Beltrán y Bravo, 2023). Sentinel-2, en cambio, fue lanzado en junio de 2015. Su resolución espacial se sitúa entre 10 y 20 metros y sus bandas espectrales abarcan el visible, el infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta. Sus características lo hacen idóneos para capturar dinámicas de cambio de cobertura, clasificar tipos de cultivo y para el monitoreo continuo del estado general de la vegetación (Heiss et al., 2025).

Para el procesamiento y análisis de estas imágenes se emplean softwares especializados como QGIS, un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto, que facilita la visualización, interpretación y gestión de datos espaciales, siendo fundamental para integrar imágenes satelitales con información de campo y otras variables agropecuarias (Navarrete et al. 2023).

La integración de satélites, sensores y plataformas de análisis permite que tanto investigadores como agricultores realicen un monitoreo exhaustivo y permanente de los cultivos, facilitando la toma de decisiones y fomentando una agricultura más eficiente y sustentable en la parroquia Lodana.

1.1.4 Agricultura de precisión y tecnologías satelitales para el monitoreo agrícola

La agricultura de precisión, como un sistema de manejo de cultivo de nueva formación, se trata de elevar la eficiencia en la producción agrícola mediante la dosificación diferencial de insumos, sustentándose en datos sobre el cultivo y el suelo que se encuentren actualizados (Kubitza et al. 2020). Esta metodología integra tecnologías avanzadas como sensores remotos, sistemas de información geográfica y teledetección, que permiten obtener datos en tiempo real o casi real para mejorar la toma de decisiones.

El uso de imágenes satelitales en la agricultura de precisión facilita la identificación de variabilidad espacial y temporal dentro de las parcelas, permitiendo ajustar prácticas agrícolas como el riego, la fertilización y el control de plagas de manera más eficiente y sustentable (Sishodia et al. 2020).

Como ejemplo, en el cultivo de plátanos y cacao, que son dos de los cultivos más importantes en Ecuador, se utiliza la teledetección para identificar áreas con estrés por deficiencia de riego y nutricional, con el fin de asignar agua y fertilizantes de manera más eficiente, reduciendo así costos y aumentando la productividad. En el cultivo de caña de azúcar, el monitoreo por satélite ayuda en el diagnóstico de áreas con enfermedades e infestaciones de plagas, lo que permite un tratamiento específico oportuno y preciso. De tal modo que el monitoreo temprano de esta naturaleza apoya decisiones tácticas que ayudan a mantener el ciclo agrícola y reducir pérdidas potenciales.

1.1.5 Teledetección y análisis de imágenes satelitales para evaluación agropecuaria

La teledetección es el proceso de adquisición de información relacionada con la superficie de la Tierra utilizando sensores montados en aeronaves o satélites sin contactar aparentemente el objeto de estudio (Khanal et al., 2020). En consecuencia, la teledetección se consolida como instrumento capital para programar eficazmente las siembras, identificar áreas problemáticas y orientar decisiones estratégicas en la administración de los espacios rurales.

En la tabla 3 se observan los índices de vegetación comunes en teledetección agrícola.

Tabla 3. Índices de vegetación comunes en teledetección agrícola

Índice	Fórmula básica	Lo que mide	Uso principal	Referencia
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$(\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + \text{Rojo})$	Salud y vigor de la vegetación	Monitoreo de crecimiento y estrés	Sishodia et al. 2020
EVI (Enhanced Vegetation Index)	$2.5 * (\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + 6\text{Rojo} - 7.5\text{Azul} + 1)$	Vegetación en áreas densas	Mejor sensibilidad en bosques y cultivos densos	Pluto 2021
SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)	$((\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + \text{Rojo} + \text{L})) * (1 + \text{L})$ (L ~ 0.5)	Vegetación en suelos con poca cobertura	Áreas con suelo expuesto	Torres et al. 2019

Estos modelos pueden proporcionar el reconocimiento de patrones espectrales específicos para diferentes cultivos y etapas fenológicas, lo cual es vital para la planificación y manejo agrícola de grandes áreas.

Asimismo, la teledetección permite el monitoreo multitemporal, o la comparación de imágenes en distintos momentos, esto es crítico para el análisis de la evolución de los cultivos a lo largo de su ciclo productivo y para identificar variaciones en la utilización del espacio geográfico (Su et al. 2025). Esta habilidad es particularmente valiosa en el diagnóstico de los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana, donde los cambios podrían asociarse a la actividad agrícola o a factores de impacto ecológico.

Finalmente, la integración de la teledetección con sistemas de información geográfica (SIG) potencia la gestión espacial de la información agropecuaria, facilitando el análisis de patrones y tendencias y apoyando la toma de decisiones a nivel local y regional (Salazar et al. 2020). Esto convierte a la teledetección en una herramienta indispensable para la agricultura moderna, con potencial para aumentar la productividad y sostenibilidad.

1.1.6 Importancia de los sistemas de producción agropecuaria para el desarrollo rural y seguridad alimentaria

Los sistemas de producción agropecuaria juegan un papel fundamental en el desarrollo rural, ya que constituyen la base económica y social de muchas comunidades, especialmente en zonas como la parroquia Lodana, donde la agricultura y la ganadería son principales actividades generadoras de empleo e ingresos (Haro et al. 2021). Los sistemas agropecuarios no solo tienen el encargo primordial de proveer alimentos a la sociedad, sino que, mediante la gestión integrada del medio, contribuyen a la preservación del suelo y refuerzan la estabilidad económica de los hogares que del campo obtienen su medio de vida.

La seguridad alimentaria se encuentra, por tanto, vinculada a la eficiencia y la sostenibilidad de esas estructuras. Un abastecimiento permanente y de calidad de alimentos saludables, que se exigen tanto a escala local como nacional, exige el fortalecimiento de los métodos de producción y de gestión de los ecosistemas (Analuisa et al., 2020). En consecuencia, la corrección y conservación del suelo, así como el uso responsable del agua, deben ser prioritarios; únicamente así se

logrará una productividad perdurable y se evitará que el deterioro ambiental restrinja la capacidad del agro de alimentar a futuras generaciones.

El uso adecuado del suelo y su monitoreo constante mediante tecnologías satelitales permiten identificar cambios en el uso del terreno, detectar áreas en proceso de degradación o abandono, y diseñar estrategias para la recuperación y uso sostenible (Ortiz y Ramírez 2021).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actividades de expansión agropecuaria y forestal en varias zonas agroecológicas ejercen una tremenda presión sobre los recursos naturales, la Diversidad Biocultural y la calidad ambiental (Ginzburg 2017). Minimiza la posibilidad de un diseño e implementación de un plan en equilibrio sostenible, además de mitigar la productividad de los ecosistemas. Por otra parte, la falta de monitoreo hace mermar la posibilidad de detección de impactos temprano en los cultivos. (Ponvert 2016).

La omisión de monitoreo remoto en la agricultura contemporánea además de encarecer la producción, eleva de manera restrictiva e incorpora la toma de decisiones estratégicas a medio y largo plazo (Nguyen, 2020). Este tipo de omisiones la optimización de los procesos, esto aumenta el costo de producción lo que a la larga de manera macro hace que se deprecie el sistema el cual entrega al sector una gran menor capacidad de respuesta ante eventos climáticos que son desfavorables de una manera o de otra (Kubitza, 2020).

Por otra parte, al interior de los cultivos, el monitoreo térmico y fenológico actual exige un seguimiento continuo a fin de ajustar los esquemas de control para elevar al máximo el rendimiento y asegurar la productividad (Torres, 2019). No obstante, el sector de la producción se topa, entre otras cuestiones, con la escasa formación, a la falta de plataformas digitales en el ramo, lo que desencadena una subutilización de las herramientas, que, de adoptarse, resultan mucho más innovadoras y

sostenibles (Tizón, 2020). Esta realidad conduce a una dicotomía tecnológica que restringe la competitividad del sector en el mercado global.

A su vez, la falta de plataformas unificadas que incorporen datos de teledetección impide adquirir una representación inequívoca y exacta del uso del suelo y de sus efectos sobre el medio ambiente y la producción. Esta deficiencia restringe la formulación de intervenciones gubernamentales acertadas y obstaculiza el desarrollo de planos estratégicos que atienden las exigencias concretas de la actividad agropecuaria (Ginzburg, 2017). Esta carencia también dificulta la respuesta rápida a eventos climáticos adversos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y la estabilidad económica (Ponvert 2016).

En el caso específico de la parroquia Lodana, provincia de Manabí, no se cuenta con estudios que empleen tecnologías satelitales para evaluar el uso del suelo ni la productividad agrícola pese a la tradición agrícola que presenta la zona.

Esta ausencia de información actualizada y confiable dificulta la toma de decisiones para la gestión sostenible de los recursos naturales y la optimización de los sistemas productivos locales. Además, que se desconoce con exactitud la productividad real considerando los años de cultivo y los tipos de cultivos presentes, lo cual limita la posibilidad de implementar estrategias de mejora adaptadas a las condiciones específicas de la parroquia.

Por lo tanto, resulta necesario realizar un estudio que utilice imágenes satelitales y herramientas tecnológicas asociadas para monitorear y analizar el uso del suelo y la producción agropecuaria en Lodana, siendo un estudio que proporcionará datos fundamentales para la planificación territorial, permitirá optimizar recursos, reducir impactos ambientales y fortalecer la seguridad alimentaria, contribuyendo así al desarrollo sostenible del sector, de Manabí y todo el Ecuador.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La implementación de tecnologías satelitales en el monitoreo agropecuario ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la gestión de los recursos naturales y la productividad agrícola (Kubitza 2020), debido que son tecnologías permiten obtener datos precisos y en tiempo real sobre el estado del suelo y los cultivos, lo que facilita la toma de decisiones oportunas y basadas en evidencia.

Según Nguyen (2020), la adopción de la teledetección y el análisis de imágenes satelitales contribuye a la reducción de pérdidas productivas y a una mejor adaptación frente a condiciones ambientales cambiantes. Además, Ponvert (2016) destaca que el uso de imágenes satelitales para la evaluación de fenómenos como la sequía agrícola es fundamental para prever y mitigar sus impactos negativos en la producción.

Esta propuesta de estudio es necesaria para llenar el vacío existente en la evaluación del uso del suelo y la productividad agrícola en la parroquia Lodana, donde hasta ahora no se han desarrollado investigaciones integrales que utilicen estas tecnologías, lo que a su vez permitirá conocer el estado actual de los cultivos y los cambios en el uso del suelo a lo largo del tiempo, aportando insumos valiosos para la planificación sostenible y la toma de decisiones a nivel local; y que además favorecerá una gestión territorial más eficiente y una mayor resiliencia ante eventos climáticos adversos.

Este proyecto también responde a la creciente demanda de herramientas tecnológicas para la agricultura de precisión en Ecuador, aportando un enfoque aplicado que puede replicarse en otras zonas con características similares dentro o fuera de Manabí.

Asimismo, esta investigación aporta conocimiento actualizado sobre el uso de tecnologías satelitales aplicadas a la agricultura, alineada a la línea de investigación de la carrera, y con resultados que servirán como referencia para futuros estudios y proyectos relacionados con la gestión sostenible de recursos naturales y la mejora

productiva. De tal modo que la integración de estas herramientas en su formación promoverá una generación de especialistas más preparada y comprometida con la sostenibilidad y productividad del sector.

Por ello el presente estudio tiene como objetivo evaluar los sistemas de producción agropecuaria mediante imágenes satelitales de la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana durante el periodo 2014-2024.

1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cómo han evolucionado los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, durante el periodo 2014-2024, a partir del análisis de imágenes satelitales?

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis alternativa (HA)

Durante el periodo 2014-2024, los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, han experimentado cambios evidentes en su estructura y uso del suelo, tal como lo revela el análisis de imágenes satelitales.

1.5.2. Hipótesis nula (H0)

Durante el periodo 2014-2024, los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, no han presentado cambios relevantes en su estructura y uso del suelo, según el análisis de imágenes satelitales.

OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

- Evaluar los sistemas de producción agropecuaria mediante imágenes satelitales de la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, periodo 2014-2024.

1.6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar los sistemas de producción agropecuaria de la parroquia Lodana mediante encuestas realizadas a productores locales.
- Determinar el uso del suelo en la parroquia Lodana entre 2014 y 2024 a partir de imágenes satelitales obtenidas de los sensores Landsat 8 y 9.
- Establecer, mediante mapas y tablas, los cambios en el uso del suelo asociados a los sistemas de producción agropecuaria de la parroquia Lodana, comparando la información obtenida de imágenes satelitales con los datos recopilados a través de encuestas a productores.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del lugar de la investigación

Este trabajo de investigación se realizará en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas: Latitud sur: 1° 18' 33" Longitud oeste: 80° 38' 52". y Altitud 47 m.s.m.m. (Dices.net 2022).

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio



Fuente: QGIS (2024)

2.2. Características agroclimáticas

Tabla 4. Características agroclimáticas del cantón Santa Ana

Características	Descripción
Clima	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo.
Precipitación	Oscila entre 700 y 900 mm anuales, con lluvias principales en febrero a mayo y octubre a noviembre.
Temperatura	Promedio anual entre 12°C y 20°C; máxima de 30°C y mínima de 6°C.
Humedad relativa	Varía entre 65% y 85%.
Tipo de Suelo	Principalmente Mollisols (13.4% del territorio), caracterizados por ser suelos limosos y arcillosos, profundos y fértiles.

Fuente: (GAD Parroquial de Santa Ana 2019).

2.3. Adquisición de datos

Se procedió al registro en la cuenta oficial de la plataforma de servicio en línea del satélite Landsat 8, con el fin de obtener información geoespacial correspondiente a la parroquia Lodana. Esta información o técnica descriptiva será utilizada para *identificar y analizar los diferentes cultivos sembrados en la zona durante el periodo comprendido entre los años 2014 y 2024*. Además de utilizar encuestas de campo con el fin de determinar qué tipo de producción llevaron a cabo las familias de la parroquia Lodana, estas se dividieron en grupos destinados a producción agrícola y producción pecuaria respectivamente.

La evaluación de los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana, a incluir tanto el componente agrícola como el pecuario, es el objeto de estudio del presente trabajo. Se entiende por cultivo en el ámbito agrícola: de ciclo corto, de ciclo perenne, asociados, así como las plantaciones forestales maderables, que en su conjunto constituyen la base productiva local. Desde el ámbito pecuario, también se consideran las especies menores y mayores pecuarias, así como los sistemas agrosilvopastoriles que integran con diversificación y en forma sostenible, componentes agrícolas, pecuarios y forestales.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La parroquia Lodana, de acuerdo al censo poblacional del año 2022, tiene una población de 1.891 personas, 934 de las cuales son mujeres y 957 son hombres. Haciendo el cálculo, se estima que un promedio de 4 miembros por familia, tendríamos cerca de 473 familias en la parroquia. A nivel de producción, en la zona de Santa Ana, se cuenta con más de 90 productores agropecuarios registrados, incluyendo la parroquia Lodana.

2.4.2. Muestra

De dicho universo de 90 productores se obtuvo una muestra irrestricta aleatoria, utilizando la fórmula de Scheaffer et al. (1987), quien indica que para el análisis se

prestablecerá una probabilidad de error (α) de 0.05 y un tamaño de efecto medio ($d=0.5$), como se observa a continuación

$$n = \frac{z^2 * P * Q * N}{E^2(N - 1) + Z^2 P * Q}$$

Donde:

P= Población de que ocurra el evento

(50%)

Q= Población de que no ocurra el evento

(50%)

Z=1.96 nivel de confianza

N= Población (90)

E= 0.05 margen de error

n= Tamaño de la muestra

Técnica

De campo

➤ Encuesta

Materiales

➤ Hojas

➤ Esfero

➤ GPS

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{90 * 3,8416 * 0.50 * 0.50}{0.05^2 (90) + 3,8416 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{86,05}{1,2067}$$

$$n = 61 \approx$$

Se puede observar que la muestra estará conformada por 61 productores parroquia Lodana.

2.5. Procesamiento de imágenes

Para determinar los diferentes tipos de cobertura y uso de suelo en el área de estudio, se utilizaron imágenes satelitales que serán descargadas desde la plataforma USGS EarthExplorer, específicamente de la misión Landsat 8. Estas imágenes estuvieron proyectadas en el sistema de referencia de coordenadas UTM (WGS84), zona 17 Sur. Utilizando el software QGIS, y mediante la herramienta

“Extract by Mask”, se procederá al recorte de las imágenes Landsat 8 en función de la capa correspondiente a la parroquia de estudio, Lodana. Las imágenes conservarán su resolución original con el fin de asegurar resultados óptimos en las etapas posteriores del análisis.

2.6. Clasificación No Supervisada (K-medias)

Se aplicó una clasificación no supervisada utilizando el complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) de QGIS, implementando el algoritmo de agrupamiento K-medias. Para esta clasificación, se definirán:

- Número de clases: 5
- Máximo de iteraciones: 50
- Umbral de convergencia: 0.001

El resultado esperado será un ráster clasificado en categorías espectrales iniciales sin etiqueta. Posteriormente, mediante interpretación visual y comparación con composiciones en falso color (RGB: B4, B3, B2), imágenes de alta resolución de Google Satellite y conocimiento previo del área, se asignaron etiquetas temáticas a cada clase.

Las clases finales a definir serán:

- Agricultura
- Área urbana
- Bosque
- Pastos
- Nubes

Este proceso fue fundamental para convertir una clasificación espectral en un mapa temático con relevancia ecológica y geográfica.

2.7. Elaboración Cartográfica

Finalmente, se elaboraron los mapas temáticos mediante el Diseñador de Impresión de QGIS, incluyendo elementos clave como título, leyenda, escalas gráficas, norte geográfico y coordenadas. Estos facilitaran una visualización precisa y comprensible de cómo se distribuyen espacialmente los datos de cobertura examinados en el área de estudio.

2.8. Análisis comparativo

Se realizaron un análisis comparativo de las actividades agropecuarias de la parroquia Lodana, a cubrir el período 2014–2024. Este estudio destacó las variaciones más significativas en la ocupación del suelo y en las modalidades de producción durante la pasada década. Los hallazgos se exponen a través de gráficos interpretativos generados en Excel, en los que se aplica un algoritmo de categorización no supervisada; esta metodología ayuda a distinguir los cambios que se producen cada año, así como las trayectorias productivas que se están consolidando en la región. Tales gráficos facilitaron la visualización de diferentes capas de agricultura interdisciplinaria dentro del período de tiempo designado.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ubicación de los productores encuestados en la parroquia Lodana



Ilustración 1 Mapa con puntos de los productores encuestados en la parroquia Lodana

3.2. Puntos tomados en los productores encuestados

Tabla 5 Datos de la encuesta en la parroquia Lodana a los productores

NO	COORD X	COORD Y	Producción agrícola	Producción pecuaria	Producción maderable	Ha
1	567069,12	9868780,9	Maíz, Platano, cacao	No aplica	No aplica	1ha
2	566871,45	9868691,43	Maíz, Maní, Cacao	Gallina	Balsa	1,5 ha
3	565985,92	9866480,8	Maíz	No aplica	No aplica	13 ha
4	566041,65	9866555,34	Maíz, Platano, cacao	No aplica	Teca	6 ha
5	566207,3	9867039,05	Platano, Cacao	No aplica	Laurel, Guachapeli	3 ha
6	566283,19	9867239,9	Maíz, Platano, cacao, limón	Gallinas	Saman, Guachapeli	6 ha
7	566343,01	9867883,52	Platano, Cacao	Gallina	No aplica	2 ha
8	566447,64	9868156,16	Maíz	Gallina	No aplica	0,5 ha
9	566371,61	9868131,2	Platano, Cacao	No aplica	No aplica	1 ha
10	566497,95	9868558,64	Maíz, Platano, Cacao	No aplica	No aplica	3 ha
11	567731,64	9869212,43	Maíz, Platano, Frijol	Gallina	No aplica	0,3 ha
12	568091,74	9869806,32	Platano	Gallina	No aplica	0,5 ha
13	568713,8	9869801,08	Platano, cacao, limón, mandarina, naranja	No aplica	No aplica	0,5 ha

14	568674,25	9869245,6	Platano, Guineo, Yuca	No aplica		No aplica	0,2 ha
15	568724,43	9869211,8	Maíz, Zapallo, Platano	Gallina, cerdo	Vaca	Balsa	12 ha
16	568468,81	9869261,25	Platano, Yuca	Gallina		No aplica	0,1 ha
17	568353,1	9869253,53	Pitahaya	No aplica		No aplica	1,5 ha
18	567254,03	9869969,3	Limón, Naranja, Mandarina	No aplica		Saman, Guachapeli, Teca	2 ha
19	567910,22	9870202,51	Maíz, Abichuela, Yuca	Gallina		No aplica	3 ha
20	566364,62	9869537,01	Pitahaya	No aplica		No aplica	7 ha
21	566499,42	9869568,51	Cacao, naranja	No aplica		No aplica	20 ha
22	566874,16	9869785,5	Platano, cacao	Gallina		Balsa	4 ha
23	567347,41	9869977,27	Maíz, Maní, Pimiento, Tomate, Pepino, Limón	Gallina, cerdo		No aplica	0,6 ha
24	566159,22	9869477,8	Maíz, platano, cacao	Gallina		No aplica	7 ha
25	565728,1	9869328,61	Maíz	Gallina		No aplica	3 ha
26	565558,14	9869247,2	Pitahaya	No aplica		No aplica	2 ha
27	565154,8	9869338,82	Platano, cacao, haba	Gallina, cerdo		No aplica	0,5 ha
28	565081,82	9869386,9	Maíz	Gallina		No aplica	2,5 ha
29	564773,9	9869425,14	Maíz, Platano, cacao, limón	No aplica		No aplica	6 ha
30	564443,51	9869508,8	Platano, cacao	Gallina		No aplica	3 ha
31	564958,24	9869092,1	Platano, cacao, frutales	Gallina		Teca, balsa	1 ha
32	565290,91	9869992,81	Maíz, Platano	Gallina, cerdo	Vaca	No aplica	3 ha
33	565519,61	9868844,8	Platano	No aplica		No aplica	0,5 ha
34	565438,67	9868768,42	Platano, cacao	Gallina, cerdo		No aplica	0,1 ha
35	565883,03	9868631,72	Maíz, platano, cacao, naranja	No aplica		No aplica	0,1 ha
36	568547,6	9867146,52	Platano, pasto, frutales	Gallina		No aplica	1 ha
37	568295,12	9867704,74	Platano, limón	Gallina		No aplica	6 ha
38	568363,26	9867673,55	Platano, cacao	No aplica		No aplica	1 ha
39	568393,24	9868028,15	No aplica	Gallina	Vaca	Teca, guachapeli, laurel	1,5 ha
40	568348,8	9868315,14	Platano, cacao, limón, pasto	No aplica		No aplica	4 ha
41	568308,36	9868630,46	Platano	No aplica		Teca	2 ha
42	568538,23	9868887,48	Yuca, platano	No aplica		No aplica	1,5 ha
43	568661,24	9869041,7	Pitahaya	No aplica		No aplica	1 ha
44	568738,56	9868786,16	Platano, cacao, yuca, frijol, zapallo	Gallina		No aplica	2 ha
45	568398,28	9868879,97	Pitahaya	No aplica		No aplica	1 ha
46	567736,92	9868859,7	Aguacate, limón, manadarina	Gallina, cuya, cerdo, pato	Vaca, cabra	Teca, balsa, guachapeli, saman	16 ha
47	567892,24	9869251,3	Limón	Gallina	-	-	2 ha
48	564311,93	9868824,21	Maíz, platano, cacao	Gallina	Vaca, caballo	No aplica	5 ha
49	564667,78	9868968,92	Maíz, pitahaya	No aplica		No aplica	40 ha
50	564520,64	9868947,51	Maíz, platano, cacao, yuca	No aplica		No aplica	0,5 ha
51	564618,27	9869001,85	Maíz, platano	Gallina		Teca	1 ha
52	565664,74	9868895,52	Maíz, Platano, cacao, limón, yuca	Gallina, cerdo		No aplica	0,5 ha

53	565842,65	9868929,67	Limón	No aplica	No aplica	1,5 ha
54	566284,43	9868745,47	Platano, Yuca	No aplica	No aplica	1 ha
55	566519,44	9868523,08	Platano, cacao	No aplica	No aplica	4 ha
56	568672,63	9870686,86	Platano	No aplica	No aplica	3 ha
57	568101,32	9870331,19	Maíz, pimienta, tomate, camote, berenjena, maní, platano	No aplica	No aplica	3 ha
58	568013,93	9870966,07	Platano, cacao, pasto	No aplica	No aplica	49 ha
59	564840,76	9869165,92	Platano	Gallina	No aplica	0,7 ha
60	566078,96	9868534,25	Platano	Gallina	No aplica	0,5 ha
61	566104,03	9868936,8	Pitahaya	No aplica	No aplica	8 ha

3.3. Resultado de la encuesta a productores de la parroquia Lodana.

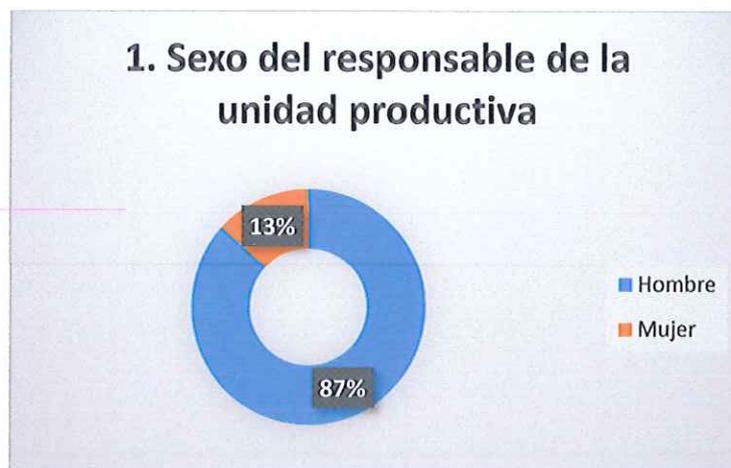
Se exponen los hallazgos derivados de la encuesta aplicada a los agricultores de la parroquia Lodana, perteneciente al cantón Santa Ana. El instrumento incluyó doce preguntas, organizadas en cuatro bloques temáticos:

1. Información general y demográfica (2 preguntas).
2. Comercio y mercado (2 preguntas).
3. Producción agrícola (4 preguntas).
4. Producción pecuaria (4 preguntas).

La pregunta 1 del instrumento diseñado para la recolección de datos, se proponía determinar la variable de género del responsable del sistema de producción y de la persona que gestionaba la parcela. La muestra constaba de 61 productores, que representan el 100% de los encuestados. Los datos obtenidos evidencian el alto ascendente de los hombres en el control de las actividades agropecuarias: el 87% (53 personas) son hombres y el 13% (8 personas) son mujeres, evidenciando así una importante disparidad en el control de los sistemas de producción en la parroquia Lodana. Este resultado indica una notable preponderancia de productores hombres, como se ilustra en la figura correspondiente (gráfica 1).

En base a los datos tomados en la parroquia Lodana y recabados por la encuesta haciendo uso del análisis comparativo con otras fuentes de investigación podemos afirmar que existe una diferencia significativa de productores dueños de

producciones o parcelas entre hombre y mujer, según los datos de (ESPAC 2024) a nivel nacional existe una diferencia de 70,2% de productores hombres y de 29,8% productoras lo cual concuerda con los datos de la encuesta tomando en cuenta que la parroquia Lodana en su extensión es menor a nivel nacional.



Gráfica 1 Resultados de la pregunta uno de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

El segundo apartado de la encuesta tuvo como propósito reunir datos sociodemográficos, prestando especial atención al tamaño del hogar de los productores consultados. La muestra totalizó 61 encuestas válidas, lo que representa el 100 % de los encuestados, y los resultados fueron los siguientes: el 54 % de los productores, es decir, 33 individuos, declarados residir en hogares de 3 a 5 miembros; el 34 % (21 productores) indicó vivir en hogares de menor tamaño, de 1 a 2 integrantes; el 10 % (6 productores) reportó hogares de tamaño medio a grande, de 6 a 8 miembros; y, finalmente, el 2 % (1 productor) manifestó vivir en un hogar con más de 8 personas.

Los hallazgos obtienen respaldo en la identificación predominante de núcleos familiares de entre tres y cinco miembros entre los productores agropecuarios de Lodana. Tal patrón coincide con la evidencia nacional reportada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), que sitúa el tamaño medio de los hogares rurales en el Ecuador en torno a 3,9 integrantes. La reducida frecuencia de hogares con dimensiones extremas, ya son muy numerosos o muy reducidos, ilustra además las condiciones socioeconómicas del espacio rural ecuatoriano,

donde la disponibilidad de recursos, la cobertura de servicios y la variabilidad de oportunidades determinan a menudo la estructura y configuración de los grupos familiares.

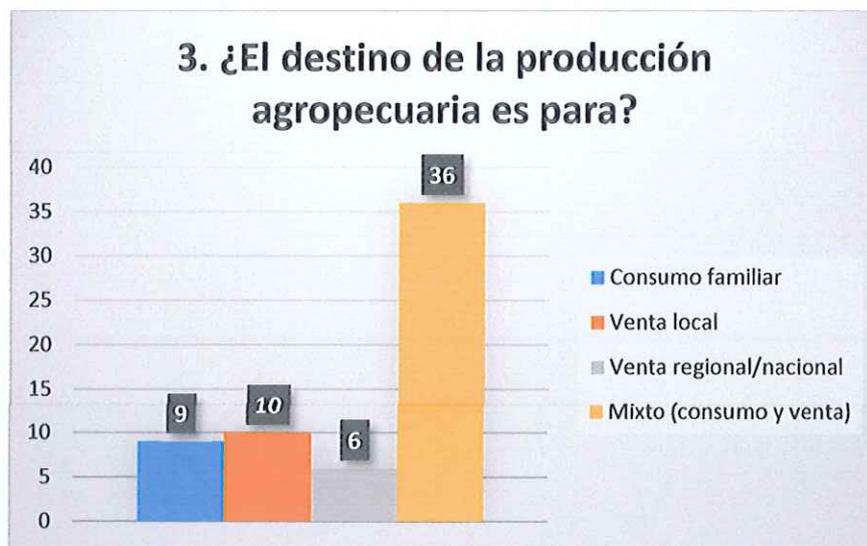


Gráfica 2 Resultados de la pregunta dos de la encuesta a productores de la parroquia Lodana

El tercer ítem del cuestionario tuvo como propósito recabar información acerca del destino de la producción en la parcela, permitiendo distinguir entre uso para autoconsumo o venta comercial. De los 61 productores encuestados (100%), el 59 % (36 encuestados) manifestó un uso mixto (es decir, destinan la producción tanto al consumo interno como a la venta); el 16 % (10 productores) vende únicamente en el mercado local; el 15 % (9 productores) produce exclusivamente para el consumo familiar; y el 10 % restante (6 productores) comercializa a nivel nacional o regional, contando generalmente con superficies dedicadas a monocultivo o policultivo extensivo. Estos resultados sugieren que la mayoría de los agricultores de la parroquia Lodana mantienen una producción con doble propósito (consumo y venta), lo cual evidencia su relevancia en la dinámica económica familiar (gráfica 3).

Este patrón refleja una estrategia productiva diversificada, común en la agricultura familiar campesina ecuatoriana. Según un estudio de (Martinez Galarza y Flores Agreda 2024) más de la mitad de los pequeños productores (54,47 %) en el país se

orienta a un modelo de uso mixto, lo que confirma su rol clave en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica de los hogares rurales. La coincidencia con los datos locales de Lodana evidencia que este modelo de producción sigue siendo una estrategia dominante para enfrentar condiciones de mercado limitadas, generar ingresos y garantizar el abastecimiento familiar, especialmente en territorios rurales como los de la provincia de Manabí.



Gráfica 3 Resultados de la pregunta tres de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

El cuarto ítem del cuestionario se centró en determinar si los productores utilizan intermediarios para comercializar sus productos, ya sea en mercados locales o externos. Sobre un total de 61 encuestados (100 %), el 39 % (24 productores) indicó que sí utilizan intermediarios; el 33 % (20 productores) afirmó que no recurren a intermediarios; y el 28 % (17 productores) dijo que los emplea solo algunas veces. Estos resultados muestran que, aunque una proporción significativa de productores recurre frecuentemente a intermediarios para comercializar sus productos, también existe una parte importante que vende directamente, ya sea siempre o de forma ocasional (gráfica 4).

Esta variabilidad refleja un escenario complejo: por un lado, estudios como el de (Cabrera Cevallos 2025) señalan que los intermediarios permiten el acceso a mercados cuando existen barreras geográficas y logísticas, aunque condicionan el

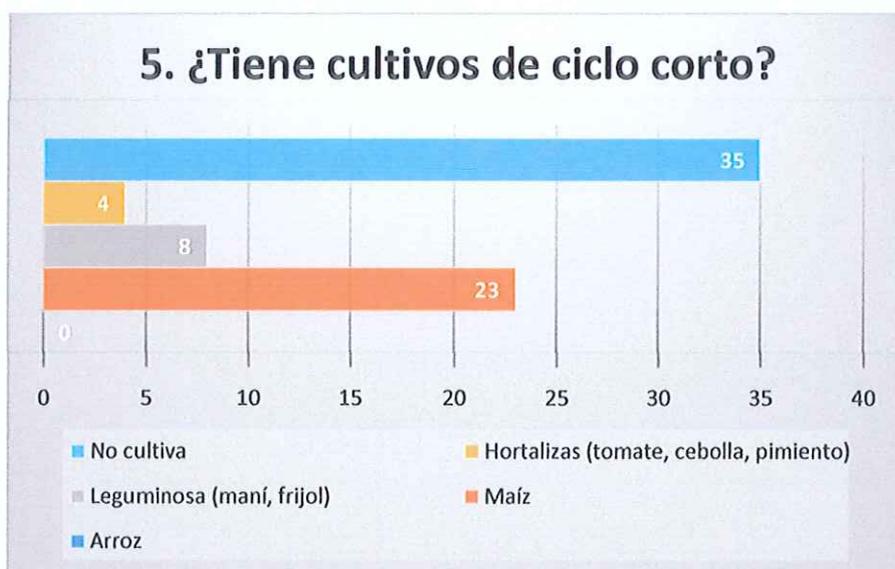
poder de negociación y reducen la rentabilidad del agricultor al apropiarse de parte significativa del margen de ganancia. En contraste, investigaciones en productos agrícolas de (Folleco Carreño 2021) evidencian que los agricultores prefieren eliminar intermediarios debido a la percepción de recibir precios más bajos y recomiendan la creación de cooperativas y circuitos cortos que agreguen valor directamente al productor . Con un 39 % utilizando intermediarios y un 28 % de uso parcial, tus datos reflejan exactamente este debate: si bien algunos agricultores los emplean para garantizar la comercialización, otros evitan esta figura estratégica o limitan su uso, probablemente buscando mayores beneficios mediante prácticas asociativas o venta directa.



Gráfica 4 Resultados de la pregunta cuatro de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La quinta pregunta se enfocó en la producción agrícola de ciclo corto (menos de seis meses), preguntando específicamente por los cultivos de mayor rendimiento: arroz, maíz, leguminosas y hortalizas. De los 61 productores (100 %), el 50 % (35 productores) reportó no cultivar especies de ciclo corto o no tenerlas en su terreno. El 33 % (23 productores) cultivó maíz, el 11 % (8 productores) produjo leguminosas como maní y frijol, y el 6 % (4 productores) se dedicó al cultivo de hortalizas (tomate, cebolla o pimiento). No se registraron cultivos de arroz entre los encuestados. Esto indica que un 50 % de los productores evita dedicar sus tierras a cultivos de ciclo corto, prefiriendo emplearlas en otros sistemas productivos (gráfica 5).

Estas tendencias coinciden con lo reportado por (Chavez 2021), donde se destaca que en Ecuador el maíz y las leguminosas representan una proporción relativamente conservada de la superficie cultivada de ciclo corto, mientras que el arroz es predominante solo en zonas específicas del litoral y la Amazonía, según el reporte anual del INIAP del 2021 mencionado por autor. Además, Basantes Morales (2014) expone que los sistemas productivos en la Costa ecuatoriana favorecen el maíz y las leguminosas debido a su contribución a la fertilidad del suelo y su flexibilidad en los ciclos de cultivo, mientras que los cultivos hortícolas de ciclo muy corto quedan relegados a nichos especializados (Basantes Morales 2015). En conjunto, los datos de la encuesta recabadas en la parroquia lodana sugieren una apuesta mayoritaria de los agricultores por cultivos de ciclo más largo o permanentes, reservando una parte para maíz y leguminosas.

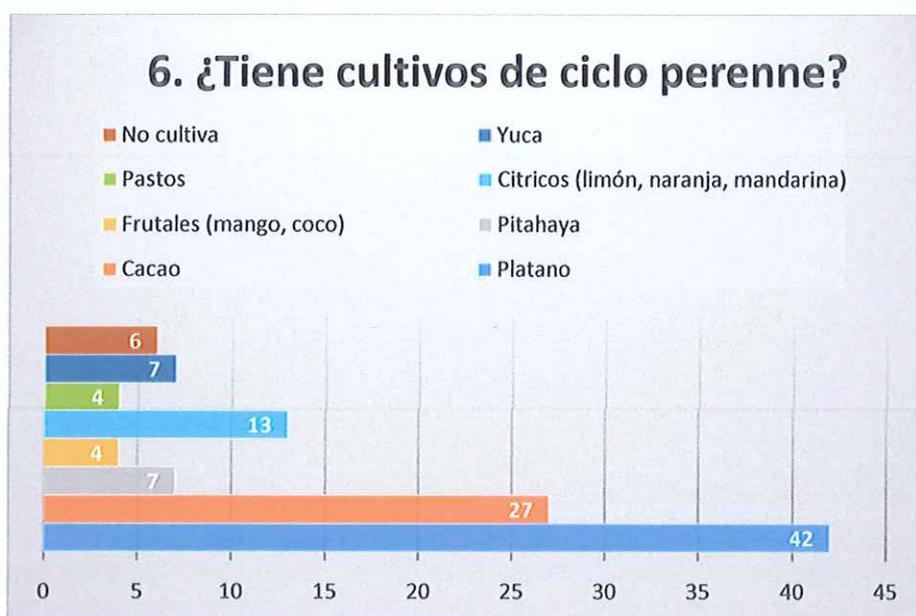


Gráfica 5 Resultados de la pregunta cinco de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La sexta pregunta también se centró en el sistema de producción, en este caso del tipo perenne (de un año o más), destacándose por la alta variabilidad en las respuestas. De la muestra de 61 productores (100 %), los resultados fueron los siguientes: el 38 % (23 productores) cultiva principalmente plátano; el 25 % (15 productores) se dedica al cacao; el 12 % (7 productores) trabaja con cítricos como limón, naranja y mandarina; el 6 % (4 productores) cultiva pitahaya; otro 6 % (4 productores) produce yuca; el 5 % (3 productores) indicó que no cultiva especies

perennes; el 4 % (2–3 productores) trabaja con frutales como mango y coco; y otro 4 % (2–3 productores) mantiene pastos. Estos hallazgos permiten concluir que la mayoría de los productores de la parroquia Lodana prefieren el cultivo de plátano, muchos de ellos en combinación con cacao (gráfica 6).

El patrón dado por la encuesta refleja claramente la importancia del plátano y del cacao como cultivos perennes predominantes en la parroquia. Estudios de (Vera-Velez et al. 2024) reflejan que esta práctica de y tendencia de cultivo de plátano y cacao como mayores cultivos se deben a una interacción que mejora la resistencia y diversifica los ingresos de los productores. De igual forma investigaciones realizadas por los autores (Vargas 2023) señalan que los sistemas con cacao y plátano son una estrategia viable para mejorar la productividad del cacao, aumentar la rentabilidad familiar y fortalecer la sostenibilidad en fincas de agricultura familiar, por tanto, los productores de Lodana parecen alinearse con modelos de predominio del plátano y cacao como cultivos perennes, mientras que cultivos como pitahaya, cítricos y frutales aparecen como complementos con menor participación.



Gráfica 6 Resultados de la pregunta seis de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La séptima pregunta se mantuvo dentro del ámbito de los sistemas de producción agrícola, esta vez centrada en la presencia de especies maderables. De los 61

productores entrevistados (representando el 100 %), el 68 % (48 productores) indicó que no cultiva especies maderables. Entre quienes sí las cultivan, se distribuyeron de la siguiente manera: 10 % (7 productores) trabajan con teca; 8 % (6 productores) con guachapelfí; 7 % (5 productores) con balsa; 4 % (3 productores) con samán; y 3 % (2 productores) con laurel. No se registró ningún caso de cultivo de guayacán en la muestra. En síntesis, estos resultados evidencian que la mayoría de los productores no se dedican a la producción de especies maderables (gráfica 7).

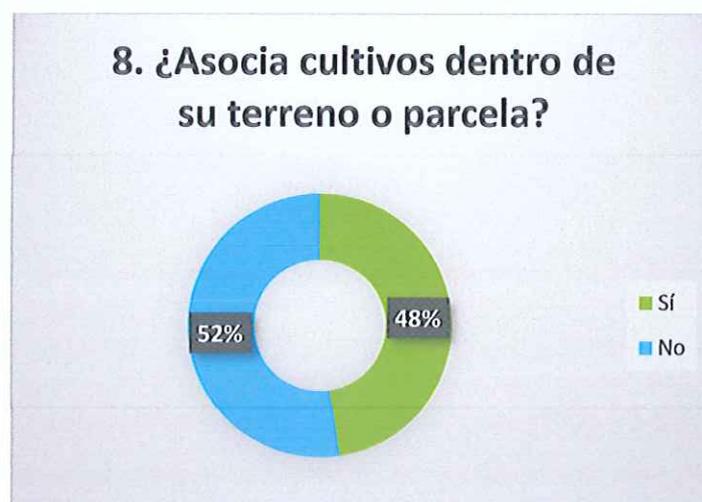
Este panorama está en línea con la situación regional: según un diagnóstico oficial de la (POEMC 2017), la teca, balsa, samán y guachapelfí son especies maderables reconocidas en cantones del norte de Manabí, aunque su cultivo no es generalizado ni masivo, sino más bien localizado y asociado a proyectos de reforestación o de obtención de madera. Desde una perspectiva académica, un estudio sobre especies maderables realizado por los autores (Vasquez et al. 2024) en Ecuador señala que las plantaciones comerciales se concentran principalmente en teca y balsa como opción eficiente, mientras que especies nativas como el guachapelfí y samán tienden a emplearse en sistemas agroforestales lo que refuerza la baja adopción de estos cultivos entre productores pequeños.



Gráfica 7 Resultados de la pregunta siete de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La octava pregunta se centró en la práctica de la asociación de cultivos, es decir, en la implementación de cultivos combinados dentro de las parcelas de los productores. De los 61 productores encuestados (100 %), el 53 % (32 productores) indicó que no emplea esta técnica en sus terrenos, mientras que el 48 % (29 productores) afirmó que sí realiza asociaciones de cultivos en sus propiedades. Estos resultados reflejan una tendencia equilibrada entre quienes integran cultivos asociados y quienes prefieren sistemas de monocultivo o diferentes prácticas agrícolas (gráfica 8).

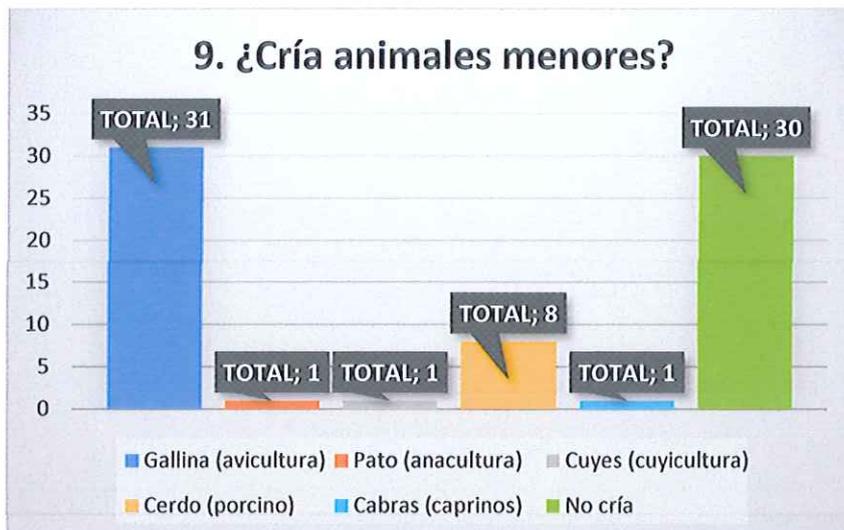
Lodana muestran una tendencia casi equilibrada donde el 53 % de los productores no emplea asociación de cultivos, mientras que el 47 % sí lo hace. Esta división refleja un escenario agrícola mixto. En Ecuador, la literatura agroecológica subraya que la asociación de cultivos mejora la diversidad, la productividad y la salud del suelo al reducir plagas y optimizar recursos según lo expuesto por los autores (Ortiz y Orihuela 2022). Asimismo, la FAO en conjunto con la IFAD reconocen que este enfoque diversificado es crucial en la agricultura familiar, ya que aporta estabilidad económica, resiliencia climática y soberanía alimentaria (FAO y IFAD 2019). Por lo tanto, los datos de Lodana confirman que, aunque una parte significativa de agricultores sigue prácticas convencionales o monocultivos, otra porción adopta técnicas asociativas.



Gráfica 8 Resultados de la pregunta ocho de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La pregunta 9 sobre los sistemas de producción de ganado, se observa que de los 61 productores encuestados (100%), el 43% (31 productores) practicaban la avicultura, específicamente la cría de pollos. El 42% (30 productores) no se dedica a la cría de ganado menor, mientras que el 15% restante (11 productores) diversifica su producción con la cría de cerdos (11% o 8 productores), patos (1%, 1 productor), cobayas (1%, 1 productor) y cabras (1%, 1 productor). Esta información ilustra que la avicultura parece ser la actividad dominante en la cría de ganado menor en la parroquia de Lodana, con una contribución significativa de la cría de cerdos y una contribución relativamente pequeña de las otras especies menores de ganado (figura 9).

Los resultados indican que el 43 % de los productores en Lodana se dedican a la cría de gallinas, este patrón refleja claramente cómo la avicultura es la actividad pecuaria predominante a pequeña escala en la zona. Según estudios de (Hortúa-López et al. 2021) en Ecuador evidencian que la avicultura familiar o de traspatio, caracterizada por bajas inversiones y manejo doméstico, es la forma más común de cría de especies menores y cumple un rol clave en la seguridad alimentaria rural. A su vez, también concuerda con datos de la investigación de los autores (Chávez et al. 2022) en la provincia de Manabí, como el caso del cantón Olmedo reflejan que la producción avícola es una actividad significativa incluso en zonas rurales costeras, generando empleo y aportando a la economía local. En combinación, los datos muestran cómo, aunque una parte de productores practica otras especies menores como porcicultura o cría de patos y cuyes, la avicultura sigue siendo la estrategia preferida en la subsistencia familiar de la parroquia Lodana.

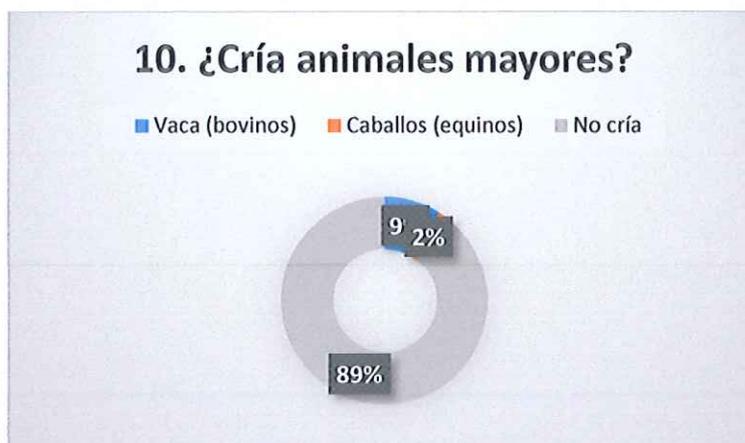


Gráfica 9 Resultados de la pregunta nueve de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La décima pregunta se centró en los sistemas de producción pecuaria de especies mayores. Según los datos obtenidos de la encuesta aplicada a los productores de la parroquia Lodana, el 89 % (51 productores) no cría especies mayores. Entre los productores restantes, el 9 % (5 productores) se dedica a la cría de ganado vacuno, y el 2 % (1 productor) cría caballos. Estos resultados indican que la mayoría de los productores de la parroquia Lodana no se dedican a la producción especializada de ganado de especies mayores, y aquellos que lo hacen tienen un número muy pequeño de animales, principalmente para fines de movilidad, lo que muestra una incidencia muy baja de la producción ganadera de especies mayores en la región (gráfico 10).

Como se indica en los resultados, el 89% no cría especies mayores, mientras que solo el 9% de ellos tiene bovinos y el 2% tiene caballos. Esta tendencia corresponde con el escenario pecuario de la parroquia Lodana previa a la llegada del centro de Santa Ana, datos del autor (Lozada Lopez 2010), estudios locales en Santa Ana, donde se evidencia que la ganadería bovina es escasa en parcelas familiares es decir pequeñas producciones. Asimismo, un análisis más amplio de los cantones de Manabí revela que, aunque Santa Ana se encuentra entre las principales provincias ganaderas del país, cerca del 20 % del ganado bovino nacional, en parcelas familiares se observa baja densidad animal, confirmando que la ganadería mayor no es predominante en explotaciones campesinas pequeñas, según la

investigación de (Moreira Saltos y Zambrano Cedeño 2024). Estos datos recabados de las investigaciones de varios autores son congruentes con los datos obtenidos en la parroquia Lodana, ya que, pese a que la producción bovina a nivel nacional e incluso cantonal no es baja, precisamente en el área que la parroquia Lodana es un territorio en el que predomina más la producción agrícola y de especie menor.

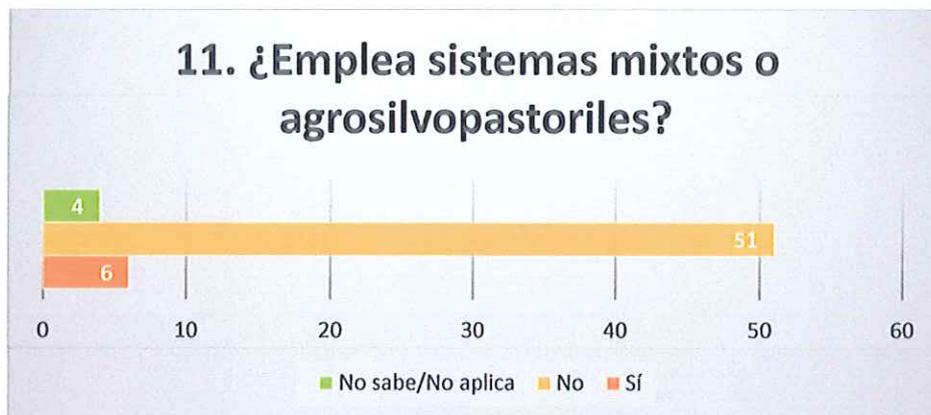


Gráfica 10 Resultados de la pregunta diez de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La pregunta 11 del cuestionario buscó conocer si los productores practicaban sistemas agrosilvopastoriles, es decir, cultivando agricultura, ganadería y silvicultura de manera integrada dentro de una sola unidad productiva. De los 61 productores encuestados, el 84 % (51 productores) indicó que no emplea este tipo de sistema; el 10 % (6 productores) manifestó que las aplicaciones; y el 4 % (4 productores) manifestó no conocer o no aplicar este tipo de enfoque. De estos resultados, se puede concluir que la mayoría de productores de la parroquia Lodana no realizan la integración agropecuaria-forestal, prefiriendo la especialización en actividades agrícolas o pecuarias (gráfica 11).

La baja adopción de sistemas agrosilvopastoriles en la parroquia Lodana refleja una tendencia que se ha documentado en otros espacios rurales de la provincia Manabí y, en conjunto, el MAG de Ecuador (2022) ha señalado que, en estos territorios, las actividades agrícolas y pecuarias se llevan a cabo en una práctica más bien de modo desarticulado. Estos resultados evidencian la urgencia de aumentar la calidad y cantidad de las campañas de divulgación agropecuarias que exponen las

posibilidades técnicas, económicas y la utilidad de los sistemas agrosilvopastoriles en la región.



Gráfica 11 Resultados de la pregunta once de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

La duodécima pregunta del cuestionario se centró en identificar las prácticas alimenticias empleadas por los productores en la crianza de animales. De los 61 productores encuestados (100 %), el 43 % (29 productores) no respondió a esta pregunta, lo que sugiere que no se dedican a la cría de animales o prefieren no compartir esta información. Entre los que sí proporcionaron datos, el 26 % (18 productores) utiliza alimentos balanceados para la alimentación de sus animales; el 18 % (12 productores) recurre a restos agrícolas, como residuos de cultivos de maíz; el 12 % (8 productores) emplea pasto natural; y el 1 % (1 productor) utiliza pasto cultivado. Estos resultados indican que una proporción significativa de productores no cría animales o se dedica a otras actividades productivas, mientras que aquellos que sí crían animales emplean diversas fuentes de alimentación, desde alimentos balanceados hasta recursos naturales disponibles en sus entornos (gráfica 12).

La adopción de alimento balanceado en la crianza de especies menores como gallinas y cerdos en Santa Ana cobra relevancia frente a los resultados del cuestionario, donde un 26 % de los productores reportó su uso. La investigación y trabajo hecho por los autores (Moreira Zambrano y Palacios Aguilar 2016) aborda el asesoramiento técnico para adecuar la fábrica de balanceados en la parroquia Lodana (cantón Santa Ana), subrayando la importancia de contar con insumos

balanceados técnicamente formulados para mejorar la salud y rendimiento de animales de granja como gallinas, cerdos. Por otra parte, el estudio de (Arcentales 2022) comparar pollos alimentados con balanceado comercial frente a crianza tradicional detrás del patio, evidenciando que los pollos de engorde con balanceado comercial mostraron mejores parámetros productivos. Con estos datos podemos destacar que, aunque la mayoría no aplico a esta pregunta debido a que o no criaban animales dedicándose a producción agrícola, el porcentaje que si aplico hace uso de balanceado para la alimentación de animales de especie menor.

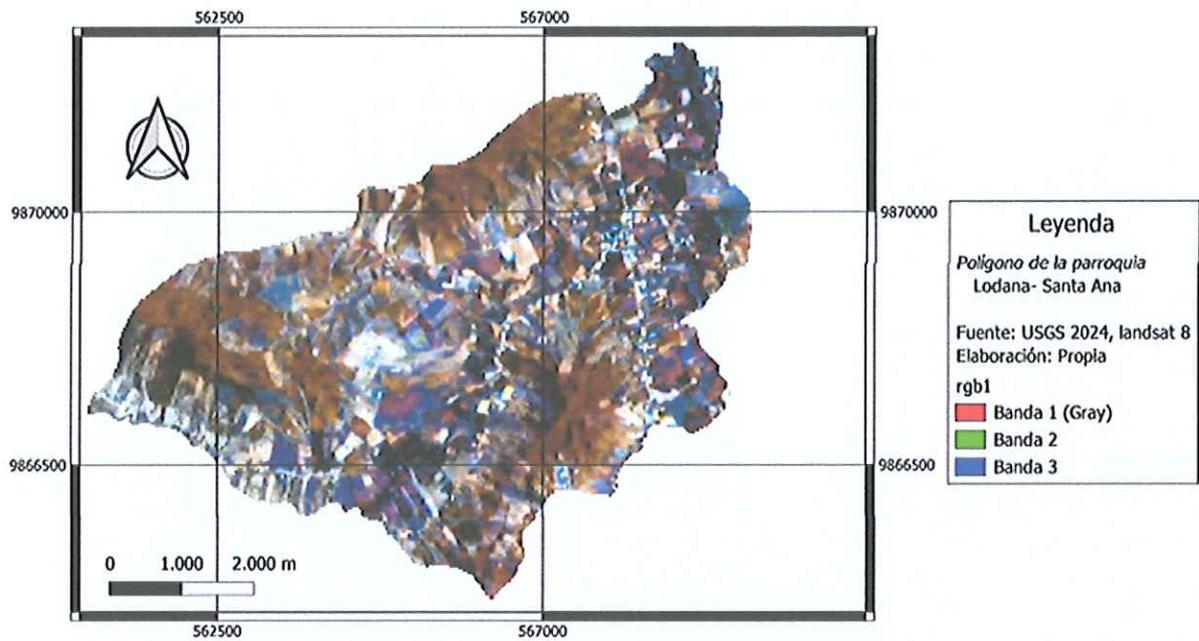


Gráfica 12 Resultados de la pregunta doce de la encuesta a los productores de la parroquia Lodana

3.4. Elaboración de polígono

Con imágenes del satélite Landsat 8, se obtuvo la imagen con los límites parroquiales del Cantón Santa Ana (Figura 2). Para esto, utilice las coordenadas UTM (WGS84) zona 17 sur. Este polígono se aplicó de manera consistente en todos los mapas para garantizar la coherencia y evitar variaciones en el diseño cartográfico.

Figura 2. Mapa base RGB de la parroquia Lodana

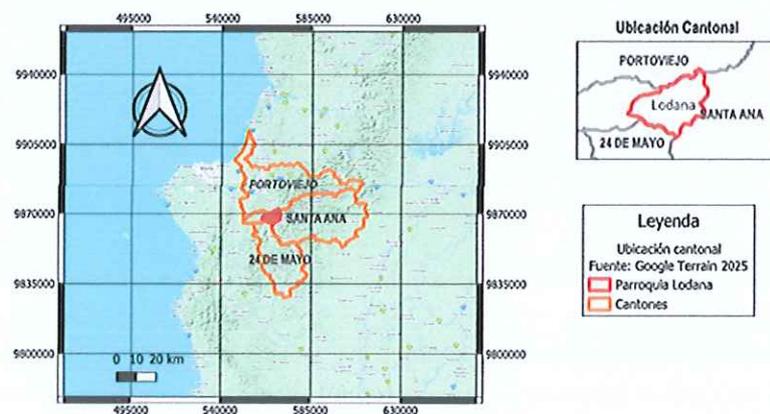


Fuente: USGS (2024), landsat 8 Elaboración: Propia

3.5. Divisiones territoriales

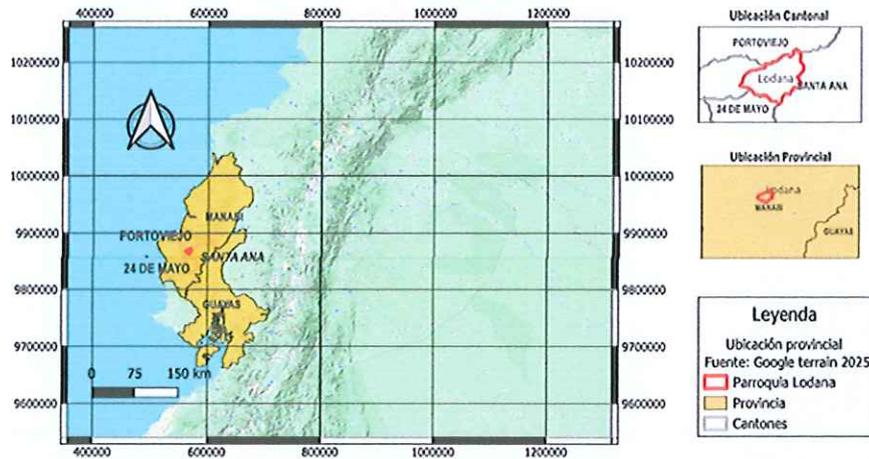
Se definieron los respectivos límites para los cantones de Portoviejo, 24 de mayo y Santa Ana, que limitan con la parroquia Lodana (Figura 3). Además, se definieron las provincias limítrofes Guayas y Manabí (Figura 4), lo que permitió restringir con mayor precisión el área de estudio en relación a la geografía de la zona.

Figura 3. Mapa de cantones



Fuente: Google Terrain 2025 Elaboración: propia

Figura 4. Mapa de provincias



Fuente: Google Terrain 2024 **Elaboración:** propia

3.6. Distribución de números de clases

Durante la elaboración del polígono correspondiente a la parroquia Lodana, con base en los datos geoespaciales disponibles, se procedió a la clasificación temática del área de estudio en cinco clases principales: agricultura, bosques, nubes, pastizales y zonas urbanas (casas). A cada categoría se le asignó una coloración específica con el objetivo de facilitar su identificación visual y mejorar la precisión en la interpretación de los resultados obtenidos mediante el análisis espacial.

A continuación, se muestran sus clases y su coloración

- Agricultura
- Bosque
- Nubes
- Pasto
- Zonas urbanas o casas

3.6. Elaboración de mapas 2014 a 2024

Se examinaron las diferentes imágenes satelitales del sensor Landsat 8, obtenidas del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), con el fin de identificar aquellas que presentaran la mejor resolución espacial y fueran más viables para el desarrollo de la investigación. Durante el proceso de selección, se descartaron algunas imágenes debido a la presencia de condiciones climáticas desfavorables, como una alta cobertura de nubes, neblina o bruma atmosférica, que afectaban la

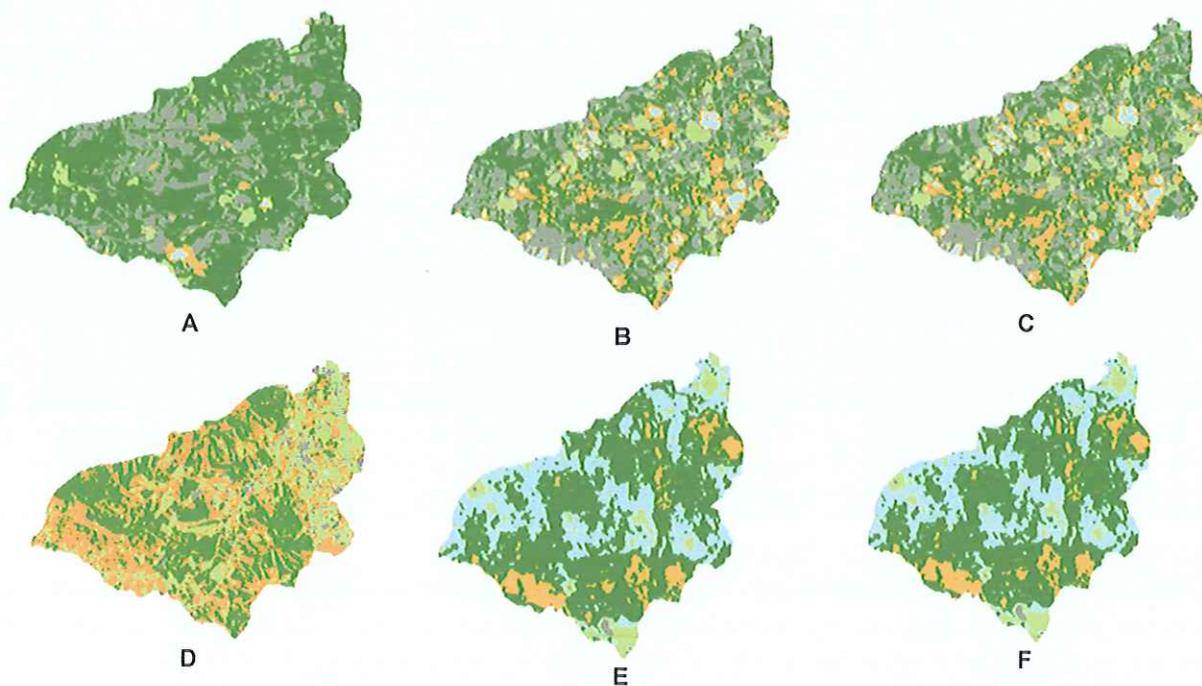
visibilidad y calidad de los datos. Finalmente, se seleccionaron las imágenes correspondientes a las siguientes fechas:

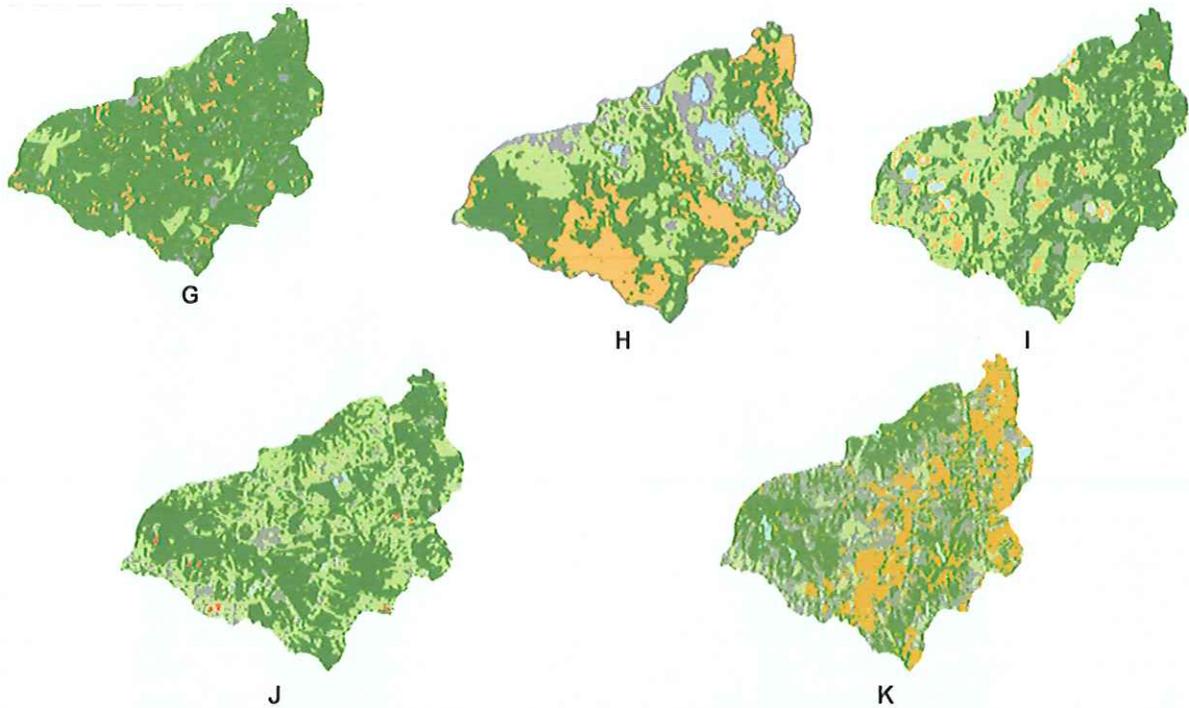
Tabla 6. Fechas de descarga de imágenes satelitales landsat 8

N.º	Fechas
1	02 de agosto de 2014
2	02 de junio de 2015
3	11 de junio de 2016
4	06 de mayo de 2017
5	13 de agosto de 2018
6	15 de julio de 2019
7	11 de octubre de 2020
8	25 de mayo de 2021
9	03 de septiembre de 2022
10	28 de agosto de 2023
11	11 de agosto de 2024

3.6.1. Polígonos de Lodana años 2014 a 2024 No supervisado

Figura 5. Cobertura de la parroquia Lodana



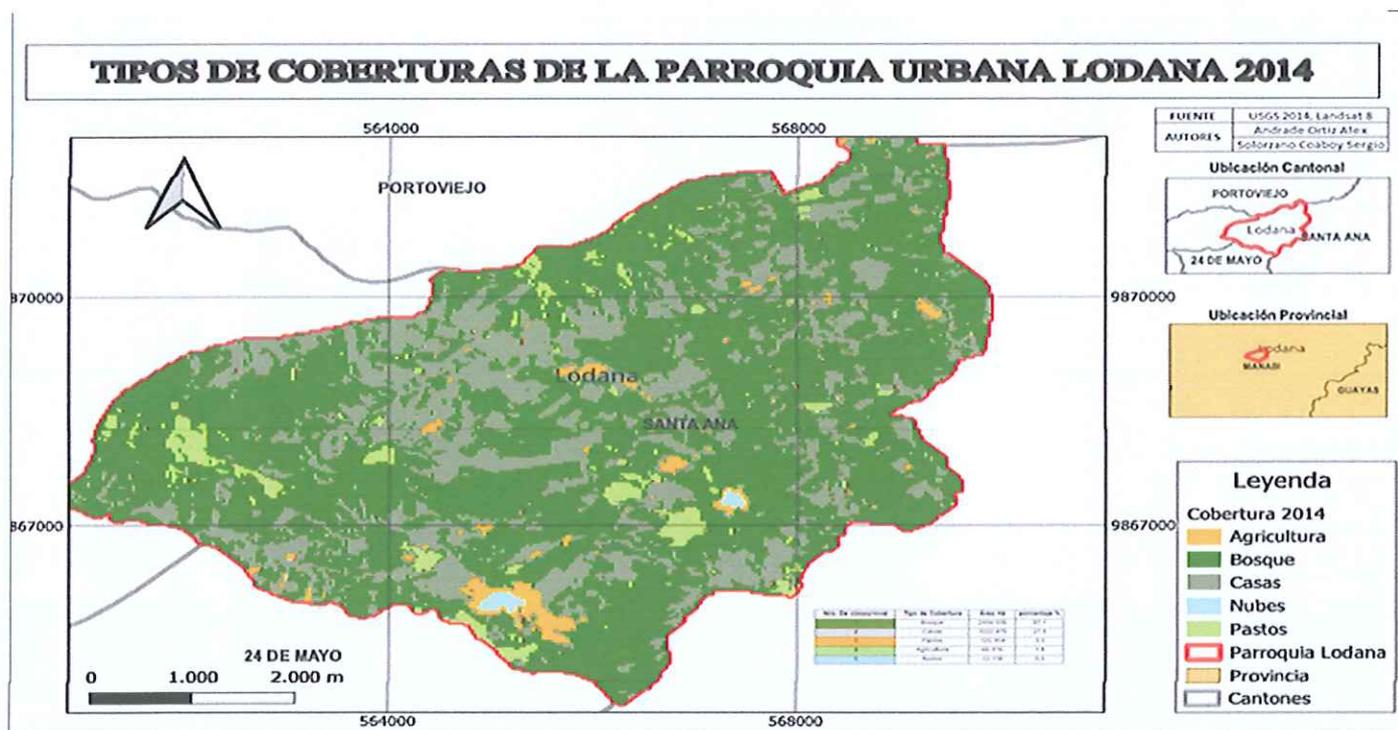


A: 02 de agosto de 2014	G: 11 de octubre de 2020
B: 02 de junio de 2015	H: 25 de mayo de 2021
C: 11 de junio de 2016	I: 03 de septiembre de 2022
D: 06 de mayo de 2017	J: 28 de agosto de 2023
E: 13 de agosto de 2018	K: 11 de agosto de 2024
F: 15 de julio de 2019	

Fuente: USGS, Imagen satélite Landsat 8

La intensificación del cambio a partir de 2017 sugiere una expansión antrópica sin planificación adecuada. En este contexto, el uso de imágenes satelitales resulta esencial para monitorear el uso del suelo y tomar decisiones informadas. Según Areal et al. (2022), la teledetección permite medir de forma objetiva la intensificación sostenible, facilitando una gestión territorial basada en evidencia. Así, los resultados evidencian la necesidad de integrar criterios de sostenibilidad en el desarrollo local.

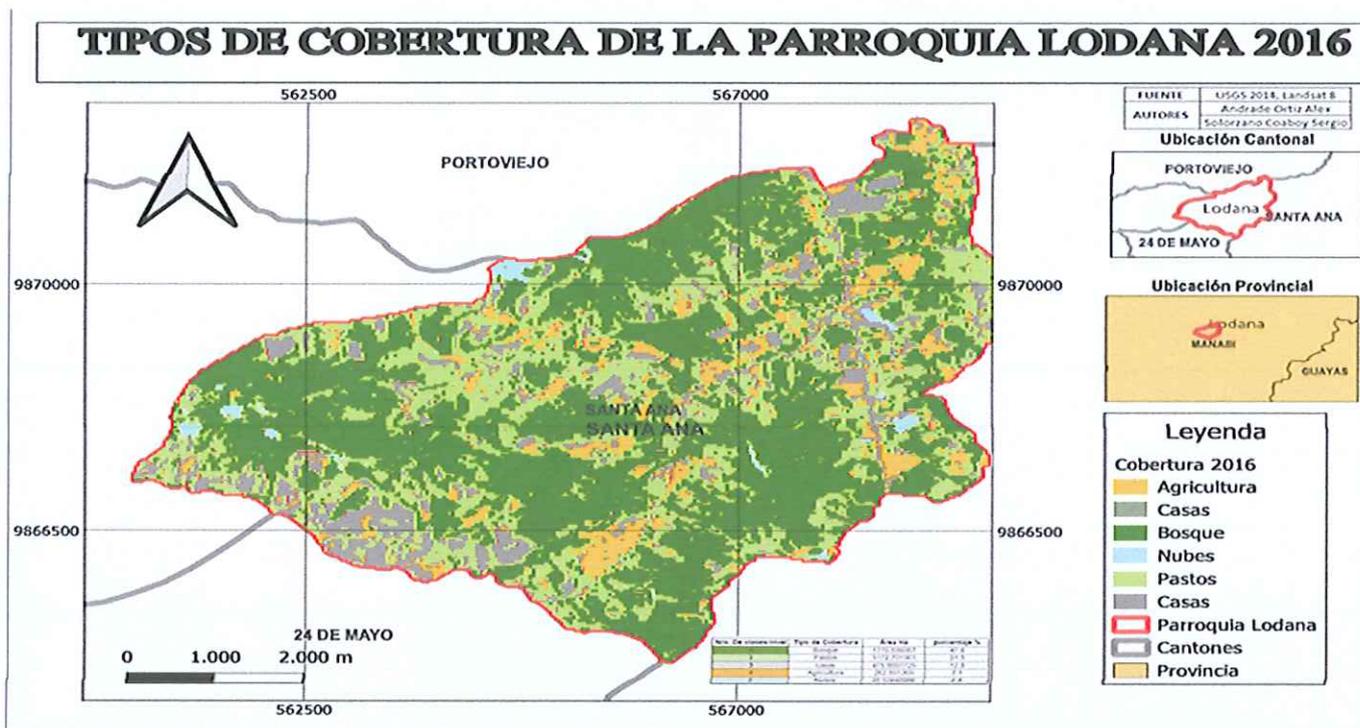
Mapa 1 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2014



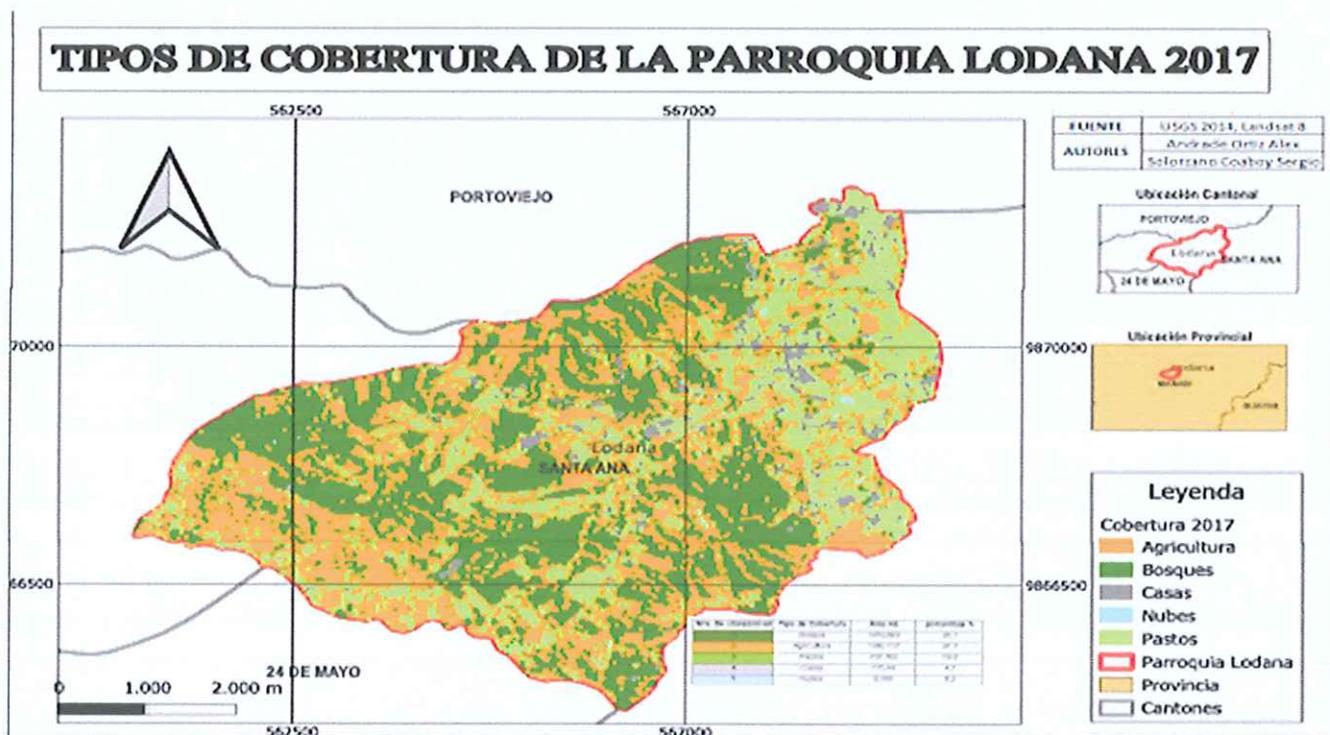
Mapa 2 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2015



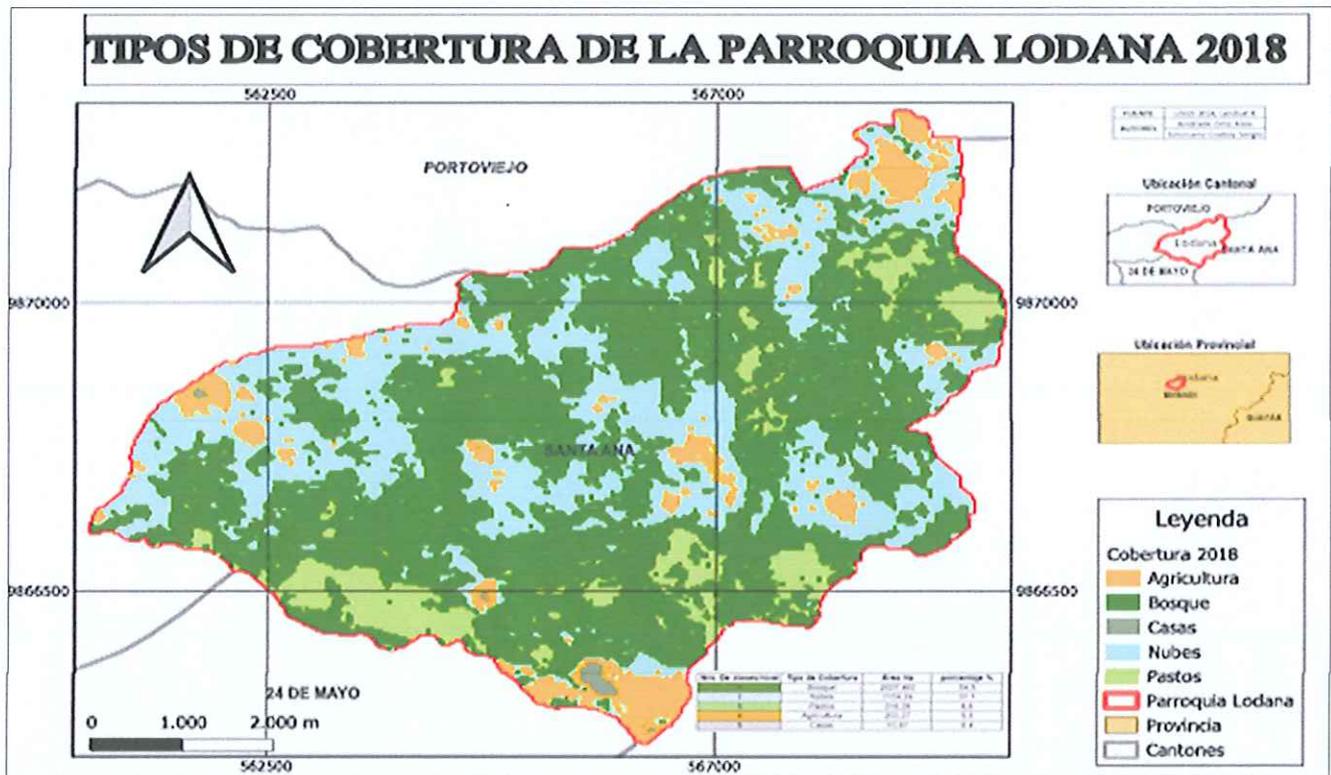
Mapa 3 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2016



Mapa 4 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2017



Mapa 5 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2018



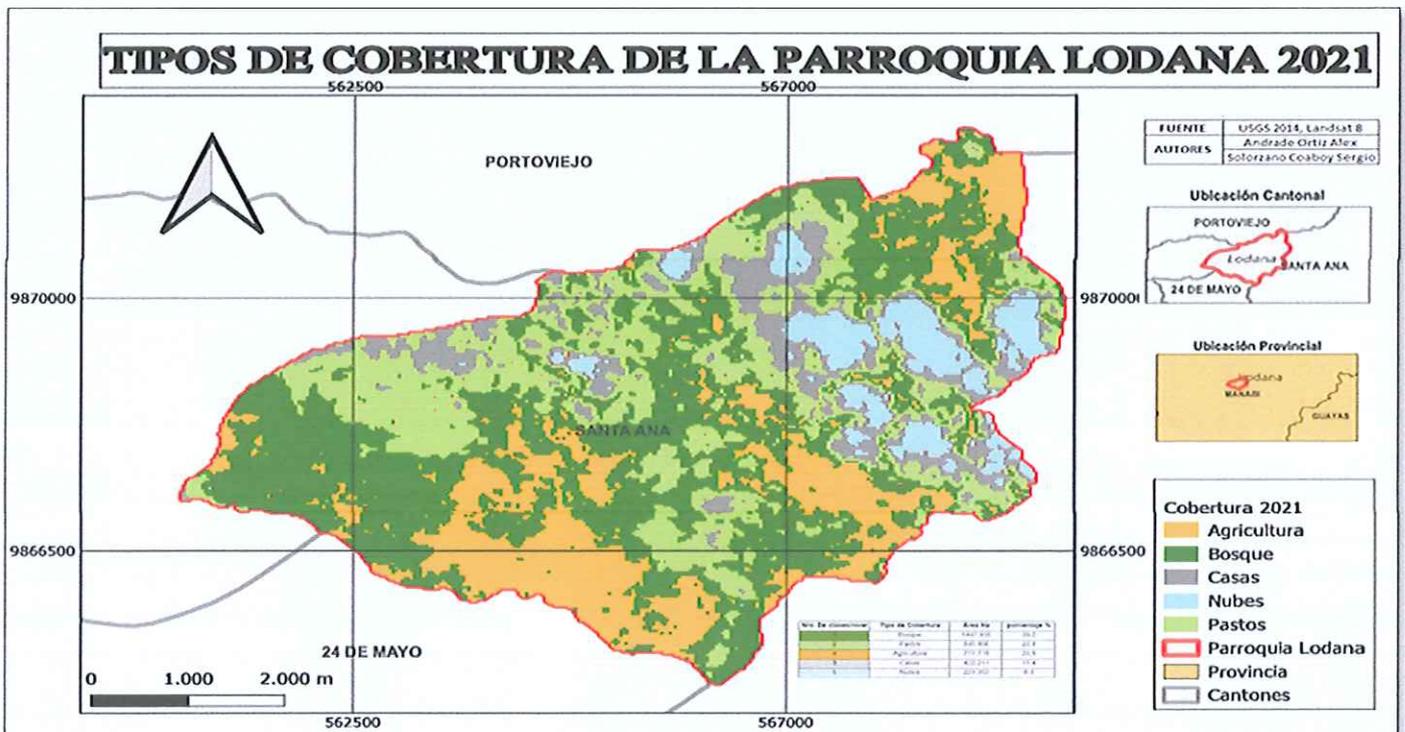
Mapa 6 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2019



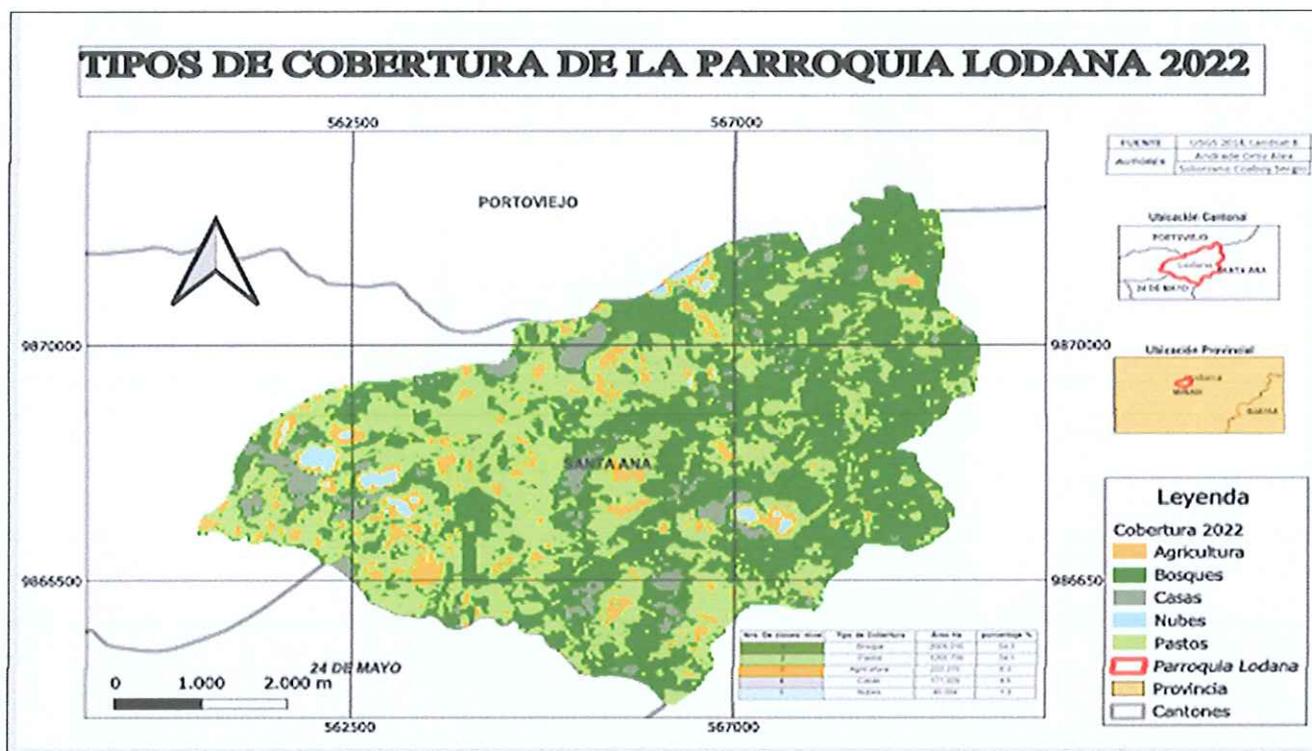
Mapa 7 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2020



Mapa 7 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2021



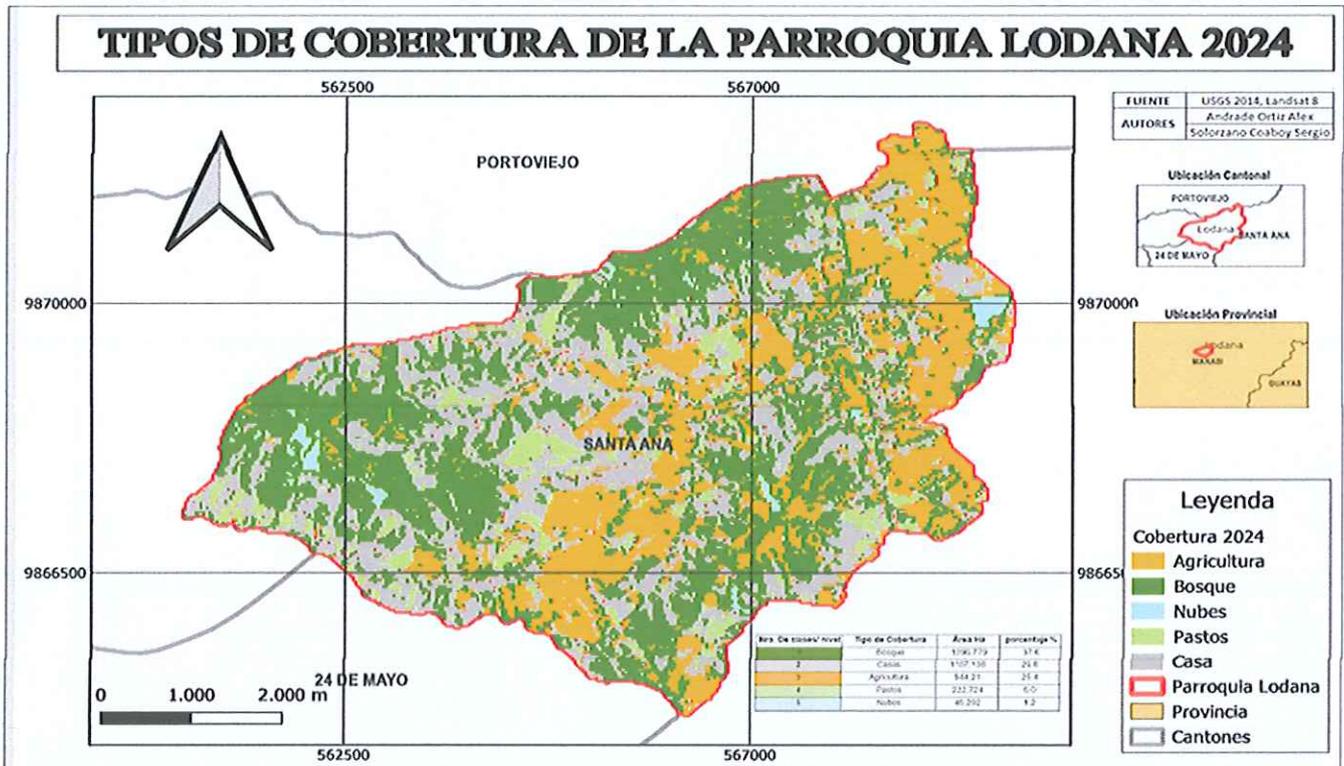
Mapa 9 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2022



Mapa 8 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2023



Mapa 9 Mapa final de la cobertura de parroquia Lodana 2024



3.6.2. Interpretación del mapa 2014

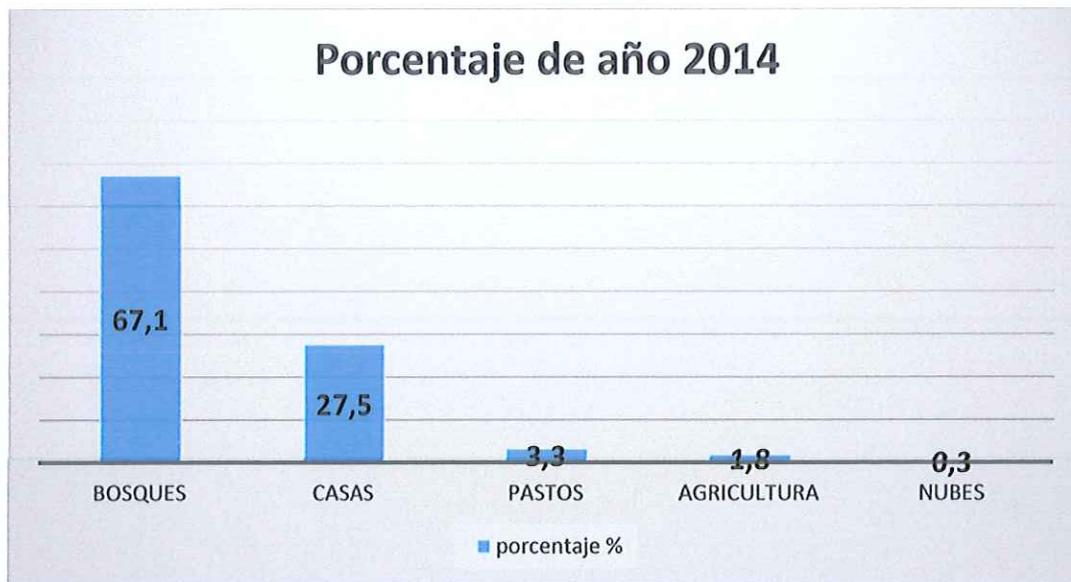
En base a los Datos obtenidos del año 2014 Figura 6, se puede evidenciar un área con mayor extensión de bosque, lo que significa que aún esta zona mantenía gran parte de árboles y plantas intactas del sector, con 67,1%. A pesar de que la expansión urbanística iba en aumento, con 27,5%, se conservaba gran parte del bosque. Por otro lado, se registró una cobertura de pasto de 3,3%, valor considerable debido al aumento de la población y alimentos de origen animal. Finalmente, en este año las personas se dedicaban muy poco a la actividad agrícola con 1,8%. Asimismo, las limitaciones atmosféricas en el momento en que se obtuvo la imagen, en agosto del año 2014, fue baja debido a que en ese mes ya no hay presencia de lluvias de 0.3%.

Tabla 7. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2014

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	2.494,636	67,1

2	Casas	1022,478	27,5
3	Pastos	120,954	3,3
4	Agricultura	66,916	1,8
5	Nubes	12,158	0,3

Figura 6. Cobertura de la parroquia Lodana en 2014



Los resultados del año 2014 reflejan que Lodana contaba con una amplia cobertura de bosque (67,1%), lo que indica una baja intervención antrópica en ese momento. Aunque ya se observaba un crecimiento urbanístico (27,5%), la presencia de áreas naturales seguía siendo dominante. La escasa participación de la agricultura (1,8%) sugiere un uso limitado del suelo para cultivos, alineado con lo expuesto por Aguilar (2020), quien señala que, en zonas con vegetación conservada, las actividades agrícolas suelen desarrollarse de forma restringida.

Además, Fuentes et al. (2024) enfatizan que tecnologías como la teledetección y la inteligencia artificial permiten la gestión inteligente de los recursos territoriales al anticipar cambios y facilitar la toma de decisiones sostenibles. Por lo tanto, el mapa de 2014 no solo evidencia una línea base en términos de conservación, sino que también sirve como un punto de referencia crítico para monitorear futuros cambios en la parroquia.

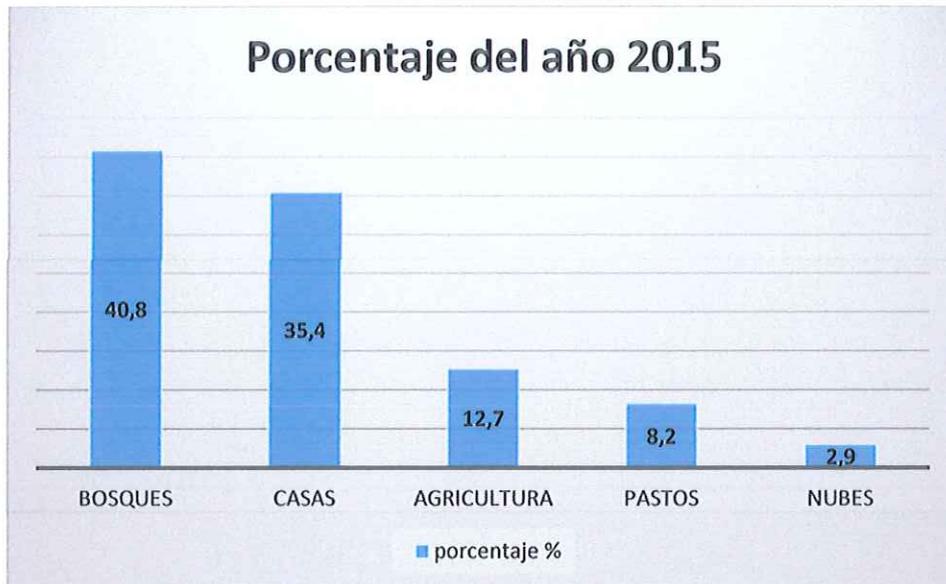
3.6.3. Interpretación del mapa 2015

Durante el año 2015, el área de bosque continuó siendo la cobertura predominante, con un valor de 40,8%. Sin embargo, en comparación con el año 2014, se evidenció una reducción de 26,3%, como se muestra en la Figura 7. Por otro lado, se registró un incremento en las áreas agrícolas, que alcanzaron 12,7%, así como en los pastizales, 8,2%, es decir que aumentaron las actividades agrícolas, pecuarias y urbanista debido al crecimiento territorial y Finalmente, se observó hubo una interferencia atmosférica en el mes de junio de 2015 fue más elevada que en 2014, registrando un valor de 2,9%.

Tabla 8. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2015

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1515,749	40,8
2	Casas	1316,352	35,4
3	Agricultura	471,026	12,7
4	Pastos	305,131	8,2
5	Nubes	108,885	2,9

Figura 7. Cobertura de la parroquia Lodana en 2015



En comparación con el año 2014, los resultados del mapa de 2015 muestran un cambio negativo y acelerado en la cobertura del suelo en Lodana. Se observa además que la parroquia de Lodana experimentó una drástica reducción de la cobertura forestal que varió del 67,1% al 40,8% en un solo año. Este cambio sigue siendo indicativo de la rápida expansión de la agricultura, la ganadería y la urbanización no planificada. Asimismo, la tierra cultivada aumentó del 1.8% al 12.7% y los pastizales del 3.3% al 8.2%, lo que indica un área económicamente explotable mayor, probablemente debido al aumento de la población y las necesidades económicas. En gran parte, estos cambios reflejan una falta de planificación sostenible en un cambio de uso del suelo predominante. China y otros. (2024) enfatiza que la carencia, o ausencia, de aplicaciones adecuadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), puede traducirse en presiones sobre el espacio natural en relación al uso de la tierra. No obstante, el crecimiento de la población urbana, que creció del 27.5 % al 35.4 %, sugiere infraestructura y asentamientos sobre regiones anteriormente boscosas, una muestra de la falta de control que caracteriza la expansión en muchas partes del mundo.

Por su parte, Guzmán et al. (2022) explican que los sensores remotos permiten identificar este tipo de cambios con precisión, y advierten que el aumento de actividades agrícolas no siempre implica un desarrollo sostenible, especialmente cuando se realiza a costa de la pérdida de cobertura vegetal. El incremento de

interferencia atmosférica del 2,9% también puede haber limitado ligeramente la precisión del análisis satelital en ciertas áreas, aunque no impide reconocer la tendencia general del cambio.

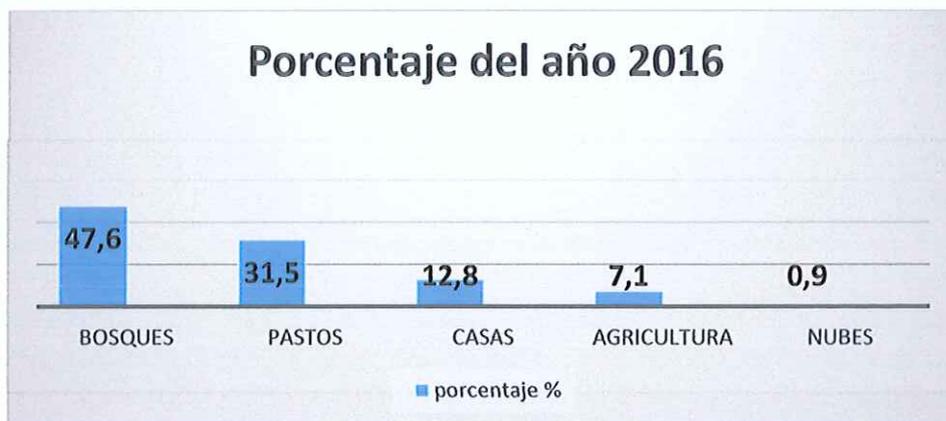
3.6.4. Interpretación del mapa 2016

En el año 2016, el área de bosque aumentó en comparación con 2015, alcanzando 47,6%, evidenciando una recuperación en la cobertura forestal Figura 8. Los sistemas de producción pecuaria también se incrementaron, con una superficie de pastos que llegó a 31,5%. De igual forma, la expansión urbana creció en 12,8%, impulsada por el desarrollo territorial. Este crecimiento urbano generó un aumento en la superficie agrícola destinada a satisfacer las necesidades del año, con un incremento equivalente de 7,1%. Estos cambios se registraron durante el mes de junio. En cuanto a velos atmosféricos, fue muy baja de 0,9%, considerando que fue un mes sin presencia de lluvias.

Tabla 9. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2016

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1770,536087	47,6
2	Pastos	1172,701561	31,5
3	casas	475,8897729	12,8
4	Agricultura	262,891269	7,1
5	Nubes	35,12442086	0,9

Figura 8. Cobertura de la parroquia Lodana en 2016



En contraste con la regresión ambiental que ocurrió en 2015, los datos de 2016 indican un nivel de recuperación en la cobertura forestal de la parroquia Lodana, que alcanzó el 47.6% de su territorio. Este aumento puede atribuirse a procesos

naturales de recuperación de ecosistemas, a una disminución en la intensidad de las actividades humanas en algunas áreas, o a una combinación de ambas.

A pesar de que se ha registrado cierta recuperación, la cobertura forestal aún está por debajo del nivel de 2014, cuando era del 67,1% del territorio. Esto refleja las consecuencias duraderas de la degradación ambiental inducida por el ser humano, que todavía persiste.

El aumento de la tierra de pastoreo al 31.5 % es evidencia de las actividades ganaderas que, por un lado, impulsan la productividad local, mientras que, por otro lado, ejercen una mayor presión sobre el suelo. Esto se agrava por la tierra utilizada para la agricultura (7.1 %) y el desarrollo urbano (12.8 %), lo que demuestra claramente la relación entre la expansión espacial y la creciente necesidad de tierra para cultivos y asentamientos humanos.

Como señalaron Hegarty et al. (2020), el monitoreo de la expansión urbana y el impacto correspondiente en las áreas naturales o productivas circundantes se está regresando más fácil con la disponibilidad de imágenes satelitales. Asimismo Ríos y Del Río (2022) indican que la creación de sistemas de información agropecuaria integrados es esencial para detectar con mayor precisión las variaciones en el uso del suelo. De tal modo que el aumento continuo de las actividades agrícolas y ganaderas revela la necesidad de aprender a introducir normas de regulación territorial que prevengan un nuevo deterioro ambiental y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

3.6.5. Interpretación del mapa 2017

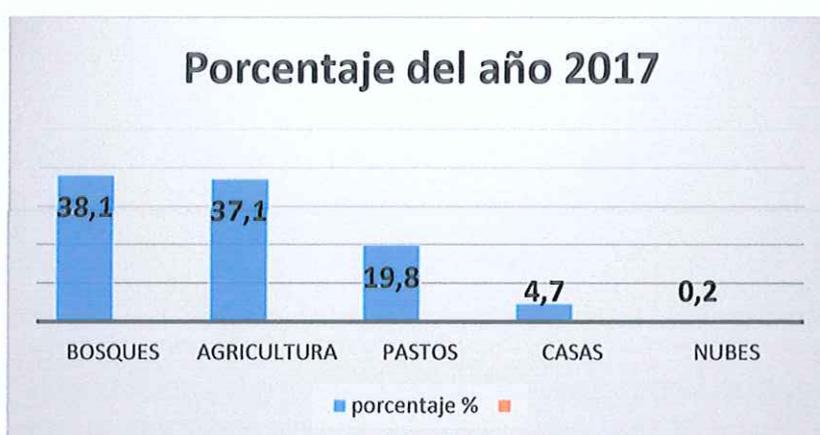
La cobertura forestal descendió al 38,1 %, retrocediendo, en comparación, a la recuperación que se había registrado el año anterior. En contraste, la superficie agrícola creció de manera significativa alcanzando el 37,1 %, sobrepasando de manera amplia los niveles de 2015 y 2016.

El área destinada a los asentamientos humanos, por otro lado, se redujo al 4,7 %. Esta reducción sugiere que, en términos económicos, la actividad productiva se concentra en menos unidades; en otras palabras, hay una reducción en el número de agrícolas en explotación que, si bien resulta positiva en la reducción del problema de la vivienda, también puede ser problemático en términos ambientales y de gobernanza. Respecto a las limitaciones por condiciones climáticas en mayo, se mantuvo casi similar a la de 2016, con un valor aproximado 0,2 %, y se reportó poca presencia de precipitaciones.

Tabla 10. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2017

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1416,863	38,1
2	Agricultura	1380,117	37,1
3	Pastos	737,783	19,8
4	Casas	175,44	4,7
5	Nubes	6,935	0,2

Figura 9. Cobertura de la parroquia Lodana en 2017



Los resultados del año 2017 muestran un leve descenso en la cobertura forestal, alcanzando el 38,1% del área, lo que representa una disminución significativa respecto a 2016. Este cambio podría estar vinculado a un mayor aumento en

agricultura, facilitadas por el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten identificar con precisión los cambios en la cobertura y apoyar la gestión sostenible del territorio (Chinea et al., 2024).

El declive de los pastizales, que ahora comprende solo el 19.8% del total, indica el declive de la ganadería, que puede ser el resultado de la baja rentabilidad de la actividad y un cambio de la tierra a cultivos más rentables. Esto tiene relación con lo señalado por Hegarty et al. (2020), quienes afirman que la combinación de imágenes de satélite y UAV mejora la teledetección del uso del suelo y las actividades relacionadas. Estos hallazgos subrayan la urgente necesidad de desarrollar e implementar un sistema de monitoreo permanente que apoye la toma de decisiones de planificación sostenible adaptativa.

3.6.6. Interpretación del mapa 2018

Se observan anomalías de reflectancia creciente en agosto de 2018 que alcanzó aproximadamente el 31,1%, lo cual sugiere que cuando el satélite Landsat 8 fotografió la región de Lodana, una gran parte de ella estaba cubierta de nubes, restringiendo la precisión en la identificación de otros tipos de cobertura. Fig 10. Notablemente, la categoría de casas mostró una extensión del 0.4%, que es extraordinariamente más baja en comparación con los registros de 2014 a 2017.

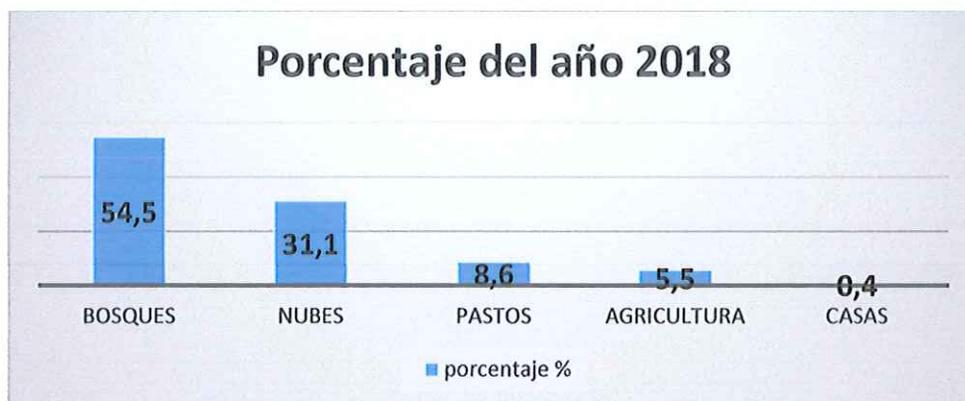
Por otro lado, las coberturas de uso agrícola y pastoreo registraron 5,5% y 8,6%, respectivamente, sin presentar mayores interferencias según la delimitación del polígono de estudio. Finalmente, la cobertura de mayor predominio fue la de bosque, con un aproximado de 54,5%, consolidándose como la clase de uso del suelo más representativa en dicha imagen satelital.

Tabla 11. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2018

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	2027,483	54,5
2	Nubes	1154,24	31,1
3	Pastos	318,28	8,6

4	Agricultura	203,27	5,5
5	Casas	13,87	0,4

Figura 10. Cobertura de la parroquia Lodana en 2018



En 2018, la interferencia de las reflectancias y el ruido atmosférico restringieron la precisión de la clasificación de otros cobertores al 31.1%, lo que limitó la precisión de otros clasificados. Moreno et al. (2021), argumentan que los fenómenos atmosféricos son una de las principales preocupaciones al utilizar imágenes satelitales porque dificultan la detección confiable de diferentes clases de uso del suelo. No obstante, la precisión de la categoría forestal se mantiene como la principal cubierta terrestre con un 54,5%, lo que afirma su estatus como la clase más representativa en la parroquia de Lodana.

Por otro lado, las áreas reservadas para la agricultura y los pastizales fueron relativamente bajas con un 5.5% y un 8.6%, mientras que las áreas urbanas apenas alcanzaron un 0.4%, que es uno de los valores más bajos durante el período analizado. Esto, junto con otros datos, indica que hay menos actividad agrícola de la que es visible en la imagen de satélite, lo que probablemente se deba a la cobertura de nubes o cambios estacionales. Saleh et al. (2025) afirman que los enfoques de mapeo satelital tienen la capacidad de mejorar la evaluación de cultivos e irrigación incluso bajo severas limitaciones atmosféricas, enfatizando así la necesidad de técnicas suplementarias para mejorar la confiabilidad de los análisis realizados durante años con alta limitación atmosférica.

3.6.7. Interpretación del mapa 2019

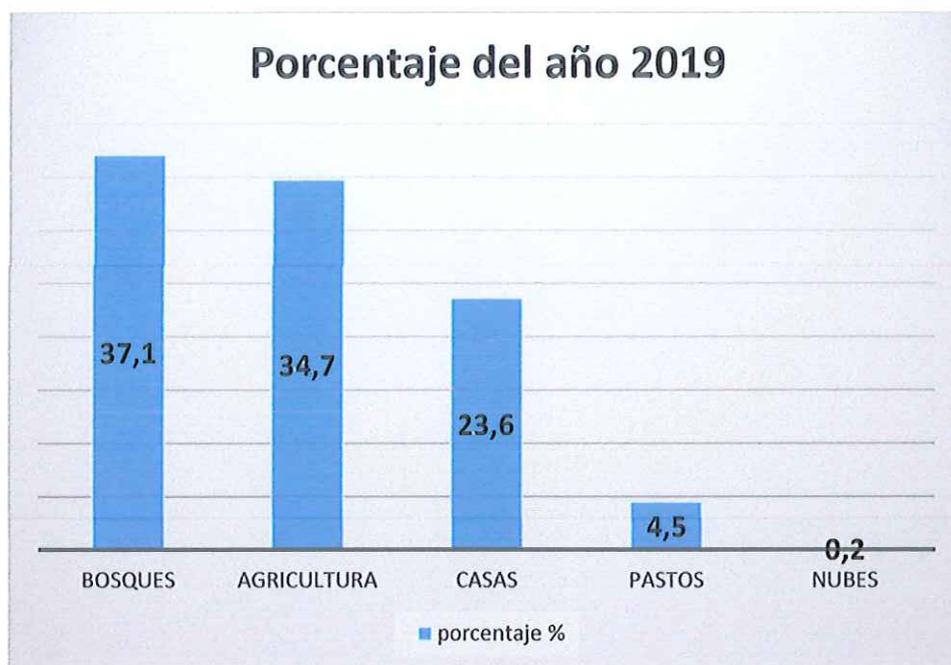
Según los datos de 2019, hay una reducción notable en la cobertura forestal al 37,1% en comparación con 2018, donde el valor era superior al 54,5%. Además, la agricultura ganó una mayor participación, maximizando la producción en relación con 2018, con un aumento total del 34,7%. Este aumento está asociado con el crecimiento de la población en la parroquia de Lodana, que alcanzó una cobertura del 23,6%, como se muestra en la Figura 11.

Asimismo, durante este año, las áreas de pastizales presentaron una reducción, con 4,5%, valor inferior al registrado en 2018. Finalmente, se destaca que 2019 fue un año con baja interferencia, registrando apenas 0,2% afectadas por escenarios de perturbación atmosféricos.

Tabla 12. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2019

Nro. De clases	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1377,235	37,1
2	Agricultura	1290,682	34,7
3	Casas	876,487	23,6
4	Pastos	167,065	4,5
5	Nubes	5,674	0,2

Figura 11. Cobertura de la parroquia Lodana en 2019



La evidencia indica que desde 2019 hubo una reducción considerable de la cobertura forestal al 37.1% en relación con 2018, mientras que la agricultura alcanzó el 34.7% y se consolidó como una de las principales coberturas del territorio. Pérez et al. (2020) subrayan que mediante estas plataformas, se pueden cartografiar las interacciones entre la expansión demográfica y los cambios en las prácticas productivas, lo que proporciona un referencial empírico valioso para orientar políticas que procuren una gestión integrada de las áreas evaluadas.

Asimismo, la superficie destinada a pastizales continuó reduciéndose (4,5%), confirmando la tendencia de años previos hacia la disminución de la producción pecuaria. Guzmán et al. (2022) señalan que la disminución del área de pastizales suele estar asociada con la baja rentabilidad del sector, lo que lleva al abandono de áreas de pastoreo que son gradualmente reemplazadas por cobertura forestal o agrícola, lo que altera las dinámicas productivas de la región.

La baja opacidad atmosférica obtenida (0,2 %) durante el periodo analizado tuvo un efecto positivo al permitir delimitaciones más precisas sobre las coberturas terrestres, lo cual a su vez facilitaba una interpretación más confiable sobre los usos del suelo. Un nivel de claridad de estas características es determinante en los trabajos de teledetección, ya que fortalece la rigurosidad del análisis espacial. En

consonancia, Sánchez et al. (2024) destacan que la agricultura de precisión-apoyada en observaciones satelitales-puede seguir incrementando la exactitud del monitoreo de la productividad, particularmente en regiones que enfrentan simultáneamente la expansión urbana y la demanda alimentaria.

Los datos recogidos del año 2019 ponen de manifiesto una transición hacia sistemas de producción más intensivos ya una urbanización en expansión. Lo expuesto precipita la necesidad de insertar una gestión del territorio que articule la rentabilidad agrícola, la conservación de los recursos naturales y la planificación espacial de modo armónico.

3.6.8. Interpretación del mapa 2020

Se evidenció la mayor expansión de la cobertura forestal registrada hasta el momento, alcanzando el 79,9 % del área analizada, observándose una recuperación destacable frente a los niveles observados en el período anterior. *Simultáneamente, la superficie destinada a la actividad agrícola mostró una disminución pronunciada, situándose en el 9,1 %; este fenómeno puede explicar una situación de abandono temporal de parcelas o una transacción hacia la restauración forestal de terrenos.*

Por otra parte, la cuota de suelo ocupado por edificaciones residenciales descendió hasta el 8%. Esta contracción sugiere una ralentización en el ritmo de expansión urbana o, alternativamente, un desplazamiento poblacional hacia otras localidades, lo cual altera los patrones de asentamiento en la parroquia Lodana. En su conjunto, los resultados del año 2020 indican un desplazamiento hacia la recuperación espontánea del ecosistema, lo que abre la vía a nuevas estrategias de ordenación del territorio que priorizan la conservación y el aprovechamiento racional de los suelos (Tabla 13).

Tabla 13. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2020

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	3071,936	79,9
2	Agricultura	348,362	9,1
3	Pasto	239,566	6,2
4	casas	186,609	4,9
5	Nubes	0,09	0,0

Figura 12. Cobertura de la parroquia Lodana en 2020



Durante el año 2020, las condiciones atmosféricas sobre la parroquia Lodana resultaron excepcionalmente ventajosas para las observaciones satelitales, alcanzándose una opacidad atmosférica de 0,0 %. Dicha transparencia hizo que fuera factible definir de manera inequívoca los límites de los diferentes tipos de cubiertas de uso del suelo, lo que, a su vez, facilitó una clasificación más objetiva y confiable de los tipos de cubiertas de uso del suelo.

Basado en el análisis realizado en ese período, el documento registró lo que parecía ser la estimación histórica más alta de cobertura forestal dentro de la serie temporal, con un 79.9% del área parroquial ocupada por formaciones boscosas. Además, este aumento no solo acompaña un proceso de restauración ecológica, sino que también indica una reducción en las presiones antrópicas sobre los

hábitats, permitiendo así el diseño intencional y efectivo de novedades para los marcos de conservación y planificación espacial. Esta información respalda la investigación realizada por Kashyap et al. (2023) que mostraron que, durante las fases de pre y post confinamiento de la pandemia, los índices de vegetación del área experimentaron un crecimiento significativo, incluyendo un índice de mejora de la vegetación (EVI) que aumentó en un 10.4% junto con un aumento del 11% en la fluorescencia inducida por el sol (SIF) durante el período post confinamiento.

Por lo tanto, la agricultura disminuyó en comparación con 2019, alcanzando un 9,1 %, lo cual se relaciona con Vasconcellos Fernández (2023) donde menciona que la producción agrícola se vio afectada por la pandemia del COVID19 por la poca movilidad humana, insumos agrícolas, ferias y mercados. A su vez, el año 2020 se caracterizó también por la reducción de la cobertura de pastizales, la cual se redujo al 6,2% del área total. También la cobertura de cerealesosos disminuyó, alcanzando el 4,9%, que se mantiene por debajo de 2019.

3.6.9. Interpretación del mapa 2021

La cobertura forestal ha disminuido al 39%, revirtiendo el progreso logrado el año anterior, además las praderas se expandieron al 22.8%, lo que puede indicar un aumento en la ganadería impulsado por la extensificación de las tierras de pastoreo. También, el área utilizada para la agricultura aumentó al 20.9%, lo que indica que puede haber habido un aumento en la inversión y actividad en esa área. Asimismo, la superficie destinada a asentamientos también creció y alcanzó el 11.4%, lo que puede ser indicativo de una mayor fuerza laboral activa en la zona. Finalmente, se identificó una mayor interferencia espectral, con una cobertura de 6%, en comparación con el año anterior.

Tabla 14. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2021

Nro. De clases/nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1447,935	39,0
2	Pastos	845,866	22,8

4	Agricultura	777,778	20,9
3	Casas	422,211	11,4
5	Nubes	223,353	6,0

Figura 13. Cobertura de la parroquia Lodana en 2021



Los resultados de 2021 muestran un aumento significativo en la cobertura de pastizales (22,8%) y agricultura (20,9%), mientras que la cobertura forestal disminuyó a 39%. El análisis de Lodana contrasta de manera parcial con lo que describen Saleh et al. (2025), quienes comentan que, en la agricultura contemporánea, la intensificación de los cultivos suele venir acompañada por la disminución de la superficie forestal. Esto se explicaría por la mayor explotación de la superficie disponible a la tierra, así como la incorporación de tecnologías de monitoreo, como las que se utilizan para la agricultura de precisión en los sistemas de riego, que buscan optimizar el gasto de recursos hídricos en las áreas de cultivo.

Sin embargo, en el caso de Lodana, se supervisará una notable recuperación de los pastizales el año 2021. Este patrón se puede deber a circunstancias muy concretas, tales como ciertas costumbres en el manejo agropecuario de la zona, cambios en la estacionalidad en la oferta de recursos, o condiciones sociopolíticas locales. Estas circunstancias tienden a ser ignoradas en los enfoques de mayor alcance o los estudios que buscan generalizar, lo que resalta la necesidad de realizar estudios de análisis de la configuración espacial a la región. Por otro lado,

el aumento en agricultura coincide con la tendencia de expansión productiva mencionada por Saleh et al., confirmando la utilidad de técnicas satelitales para detectar estos cambios y apoyar la planificación agrícola.

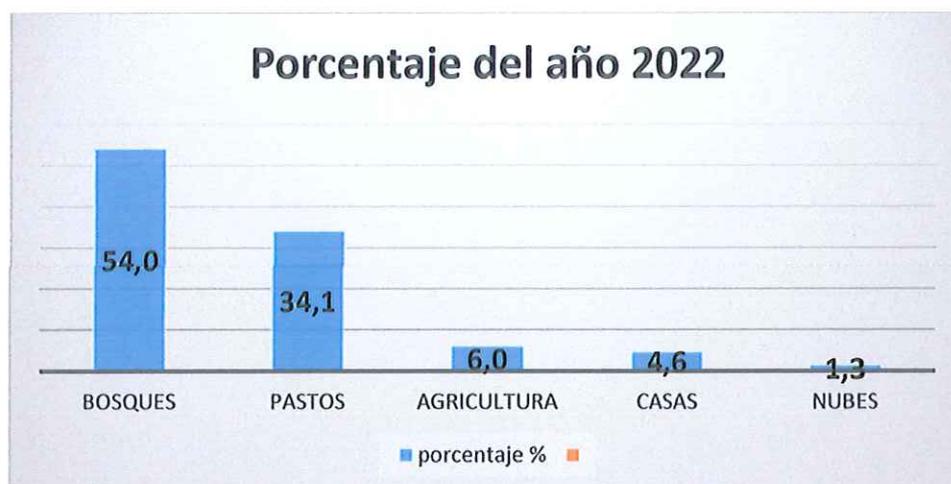
3.6.10. Interpretación del mapa 2022

Al comparar los datos del año 2021 con los del 2022, se puede evidenciar que algunas coberturas presentaron incrementos. Tal es el caso de bosques, que alcanzó el 54%, y del pasto, con 34,1%. En contraste, otras coberturas disminuyeron en relación con el año anterior: la presencia de condiciones atmosférica se redujo a 1,3%, la superficie agrícola descendió a 6 %, y la cobertura de viviendas bajó a 4,6%. Esto indica una posible reducción de actividades agrícolas y urbanas, así como una recuperación parcial de áreas naturales.

Tabla 15. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2022

Nro. De clases/ nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	2009,016	54,0
2	Pastos	1265,739	34,1
3	Agricultura	222,275	6,0
4	Casas	171,029	4,6
5	Nubes	49,084	1,3

Figura 14. Cobertura de la parroquia Lodana en 2022



Los hallazgos de 2022 indican un aumento en la cobertura forestal (54%) y de pastizales (34.1%), así como una disminución en el área agrícola (6%) y urbanizada (4.6%), parecen alinearse con lo descrito por Guzmán et al. (2022).

3.6.11. Interpretación del mapa 2023

Se observa un ligero aumento de la cobertura forestal, alcanzando el 57,2%. En cambio, la cobertura de pastizales disminuyó ligeramente al 32,1%. La expansión urbana también ha aumentado, representando el 9,7% del territorio total. Sin embargo, el área dedicada a cultivos continuó en declive, ahora solo el 0,6%, lo que marca un descenso adicional respecto al año anterior. Además, en agosto, la cantidad de los elementos que forman el aire que son opacos es muy escasa, de apenas un 0,3%.

Tabla 16. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2023

Nro. De clases/ nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	2127,993	57,2
2	Pastos	1193,416	32,1
3	Casas	362,321	9,7
4	Agricultura	21,975	0,6
5	Nubes	11,438	0,3

Figura 15. Cobertura de la parroquia Lodana en 2023



En 2023, la cobertura boscosa alcanzó un 57,2%, mientras que la agricultura cayó drásticamente a solo 0,6%. Esto puede deberse a que se priorizó la conservación del bosque o a una reducción de la actividad agrícola por factores climáticos, económicos o incluso abandono de tierras, lo que permitió la recuperación natural del área. Según datos del GAD de Santa Ana en conjunto a su PDOT(Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2023) , las áreas cultivadas representaron alrededor de 122,28 ha, con un porcentaje del 2,72 % del total cantonal. En cuanto a nuestro estudio, obtuvimos en la parroquia Lodana un total de 21,975 ha de superficie cultivada, lo que representa el 0,6 %. Son valores aceptables, teniendo en cuenta que Santa Ana cuenta con seis parroquias.

Fuentes et al. (2024) describen que tecnologías como el Internet de las Cosas y la Teledetección pueden monitorear tales cambios con precisión. Sin embargo, las fuertes caídas observadas en la agricultura son bastante inusuales. Así, puede que haya habido algunos factores específicos que causaron este fenómeno en Lodana. Por otro lado, Hegarty et al. (2020) señalan que el uso de imágenes satelitales y drones ayuda en la vigilancia de los cambios en el uso del suelo; Sin embargo, estos autores también notaron que cuantos fuertes caídas en la agricultura son raras. Es más probable que factores locales o políticos combinados con la

recuperación de los bosques motivaran este cambio, o que hubieran algunos factores locales o políticos en juego.

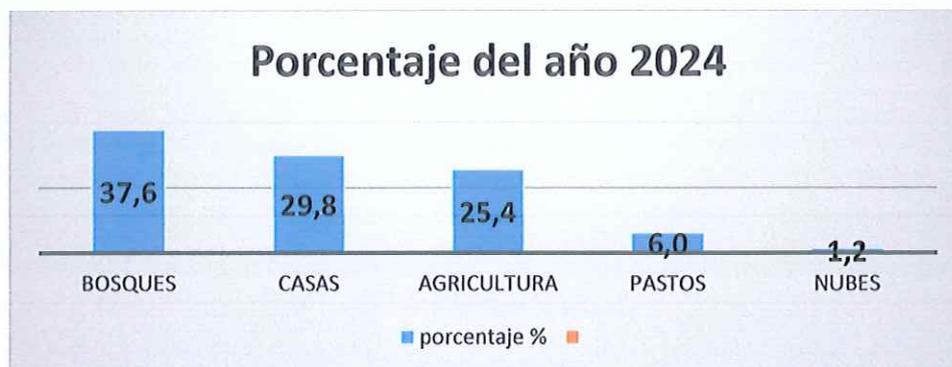
3.6.12. Interpretación del mapa 2024

En el año 2024, la delimitación del polígono de contorno mostró que, en agosto, había una imagen más clara que la utilizada en julio para la interpretación de diferentes coberturas del suelo. En cuanto a los bosques, hubo una notable disminución; el número bajó al 37,6%, que es casi la mitad del valor obtenido el año anterior. Por otro lado, los asentamientos humanos aumentaron al 29,8%. Las actividades agrícolas también evidenciaron un notable aumento, con un total de 25,4%. En contraste, la cobertura destinada a pastizales presentó un valor considerablemente inferior al observado en el año 2023. Finalmente, con interferencia atmosférica que fue menor, con 1,2%, en comparación con el año anterior.

Tabla 17. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2024

Nro. De clases/ nivel	Tipo de Cobertura	Área Ha	porcentaje %
1	Bosque	1396,779	37,6
2	Casas	1107,138	29,8
3	Agricultura	944,21	25,4
4	Pastos	222,724	6,0
5	Nubes	46,292	1,2

Figura 16. Cobertura de la parroquia Lodana en 2024



En 2024, la imagen satelital de agosto era más clara que la de julio, lo que permitió una mejor interpretación de la cobertura del suelo. Ese año, la cobertura forestal disminuyó reducida al 37,6%, que fue casi la mitad del valor registrado en 2023. En contraste, los asentamientos humanos aumentaron al 29,8%, y la actividad agrícola también incrementó, alcanzando el 25,4% del área. Fuentes et al. (2024) enfatizan la importancia de las tecnologías de teledetección para notar estos cambios y ayudar en la planificación espacial de la gestión del equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación de la naturaleza.

De manera similar, Hegarty et al. (2020) indican que las imágenes satelitales permiten observar estos cambios rápidamente, los cuales se relacionan con la expansión agrícola y urbana y la disminución de pastizales, reflejando una dinámica típica en zonas en proceso de transformación productiva y territorial.

3.7. Datos recopilados de polígonos

Desde el año 2014 hasta 2024, la parroquia de Lodana tuvo cambios significativos en la cobertura y el uso de suelo, sobre todo el incremento de zonas urbanas en 2015 y 2024, junto con la reducción de la cobertura forestal de 2019 a 2024. En 2020, se distingue por su alta cobertura forestal y baja cobertura de nubes o pasto, lo cual lo diferenciaba y, probablemente, condujo a estimaciones más precisas. Aún así, se detectaron inconsistencias, como en 2018, donde con el uso de un método no supervisado con imágenes Landsat 8, se obtuvo una gran variación en comparación con 2017 y 2019, lo cual se atribuía a ruido en la imagen, calidad de píxeles, nubosidad, entre otros.

Tabla 18. Datos obtenidos en (ha) parroquia Lodana 2014-2024

Año	Bosque	Casas	Agricultura	Pastos	Nubes
2014	2494,64	1022,48	66,92	120,95	12,16
2015	1515,75	1316,35	471,03	305,13	108,89
2016	1770,54	475,89	262,89	1172,70	351,24
2017	1416,86	175,44	1380,117	737,783	6,935

2018	2027,48	13,87	203,27	318,28	1154,24
2019	1377,24	876,49	1290,68	167,07	5,67
2020	3071,94	186,609	348,36	239,566	0,09
2021	1447,94	422,21	777,78	845,87	223,35
2022	2009,02	171,03	222,28	1265,74	49,08
2023	2127,99	362,32	21,98	1193,42	11,44
2024	1396,78	1107,14	944,21	222,72	46,29

Estos cambios reflejan las complejas dinámicas de la región de Lodana, moldeadas tanto por factores naturales como antropogénicos. La variabilidad de la cobertura terrestre puede responder a la presión de los campos de expansión urbana y rural, así como a las condiciones climáticas y meteorológicas, sumadas a las técnicas de adquisición de imágenes satelitales, y su captura y análisis.

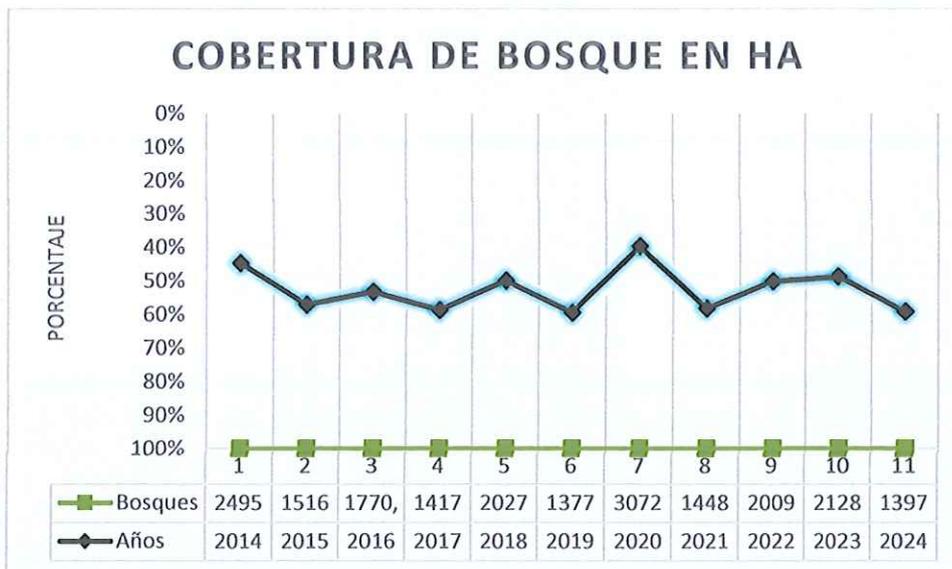
Como se destaca en los trabajos de Fuentes et al. (2024) y Hegarty et al. (2020), el uso de tecnologías avanzadas en teledetección y sensores remotos, así como el uso de sistemas de información geográfica, ha mejorado enormemente la precisión del monitoreo de cambios, permitiendo una mejor diferenciación de los cambios y los artefactos de imagen. Así, la interpretación de los resultados debe tener en cuenta los cambios socioeconómicos y las fronteras sociotécnicas de las técnicas empleadas en relación con la medición, salvaguardando la precisión del diagnóstico en relación con el estado y la fluctuación de la evolución dinámica de la cobertura terrestre en Lodana.

Esto resume el análisis sobre cada tipo de cobertura terrestre, que incluye 'bosque, residencial, agrícola, praderas y nubes', y los cambios más significativos a lo largo del tiempo en el uso del suelo.

La cobertura forestal en Lodana comenzó en 2014 con 2494,64 hectáreas y alcanzó un pico en 2020 con 3071,94 ha, lo cual ocurre probablemente por procesos de

regeneración natural del bosque o mejoras en la detección por satélite. Sin embargo, para 2024, el valor disminuye drásticamente a 1396,78 ha, lo que indica un alto grado de presión sobre la cobertura forestal, probablemente resultante de la expansión agrícola y urbana (Figura 17).

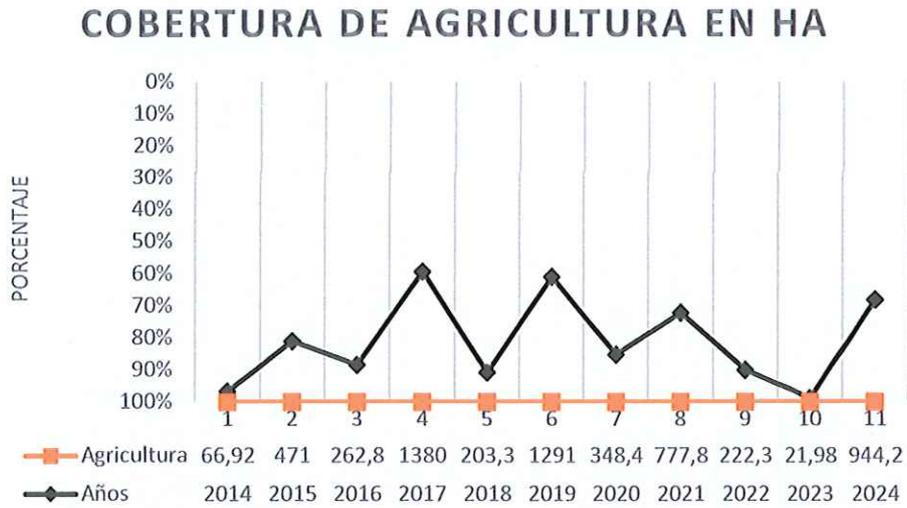
Figura 17. Cobertura de bosques en ha en Lodana de 2014-2024



Como se muestra en la Figura 18, la superficie agrícola experimentó un aumento significativo entre 2015 y 2019, alcanzando su punto máximo en 2019 con un total de 1290.68 hectáreas. Este aumento parece coincidir con una tendencia de disminución progresiva de la cobertura forestal, lo que implica una conversión de áreas boscosas en tierras agrícolas durante ese tiempo.

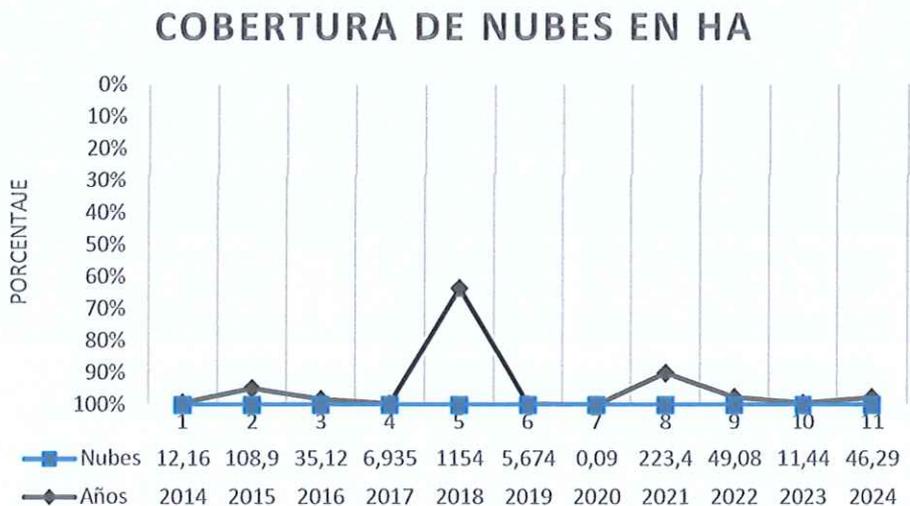
En 2020, esta tendencia cambia, observando que la superficie agrícola registró un descenso continuo y, para 2023, se registraron solo 21,98 hectáreas, el valor más bajo, lo cual podría ser el resultado de cambios en los patrones de uso de la tierra, procesos de regeneración natural o incluso el abandono temporal de tierras cultivables.

Figura 18. Cobertura de agricultura en ha en Lodana de 2014 hasta 2024



En el año 2018, se registraron cambios en la atmósfera que afectaron 1154.24 ha, lo cual a su vez provocó interrupciones en la categorización de la cobertura terrestre utilizando imágenes satelitales, y además afectó la precisión del análisis para ese período.

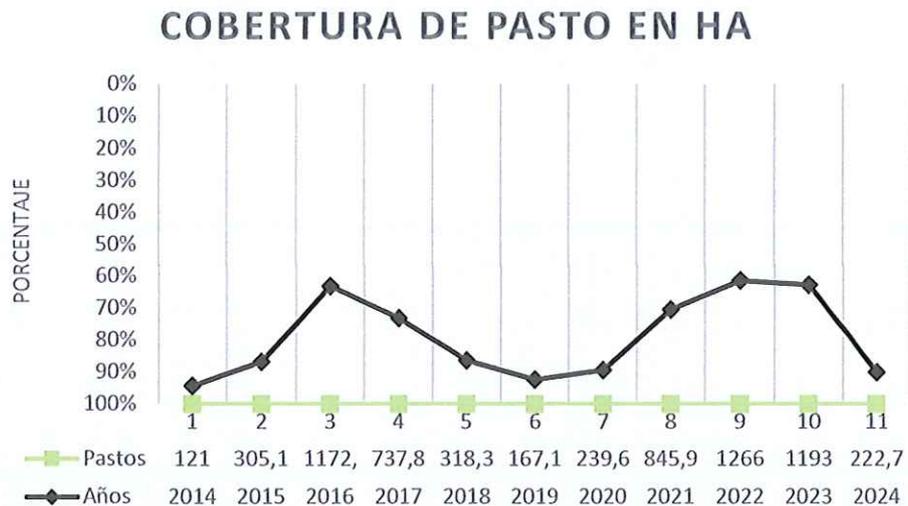
Figura 19. Cobertura de nubes en ha en Lodana de 2014-2024



Los registros más altos de cobertura de pastizales concuerdan con el uso intensivo de pastizales con fines pecuarios en 2022 (1265,74 ha) en 2022, seguido de 2023 (1193,42 ha) y 2016 (1172,70 ha). Este aumento de pastizales parece más

propenso a ser por un aumento de demanda en condiciones económicas de mercado, o bien por un clima adecuado a sus cosechas forrajeras.

Figura 20. Cobertura de pastizales (ha) en la parroquia Lodana durante el periodo 2014–2024.



La figura 21 evidencia dos momentos en la expansión urbana dentro de la parroquia Lodana. El primero es en 2015 con una cobertura urbana de 1316.35 hectáreas y el segundo en 2024 con un total de 1107.14 hectáreas. Ambos picos denotan fases de crecimiento poblacional considerables que probablemente están relacionadas con el aumento en la demanda de vivienda, un incremento en la tasa de urbanización y cambios rápidos en el uso del suelo.

Figura 21. Cobertura de casas en ha en Lodana de 2014-2024



CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico de los sistemas de producción agropecuaria en la parroquia Lodana mediante encuestas a productores locales, identificando que la actividad agrícola y pecuaria ha tenido fluctuaciones importantes, donde se destacan cambios en las prácticas productivas y la influencia de factores sociales y ambientales que condicionan el uso y manejo del suelo.
- El uso del suelo de la parroquia Lodana, entre 2014 y 2024, tuvo fluctuaciones en la cobertura boscosa; el 2020 se presenta un máximo y en 2024 se evidencia una reducción dramática de la misma. En el período señalado es evidente el crecimiento de la área urbano-agrícola en los años recientes, y por el aumento de población en la región, esto supone una presión en el territorio, y donde además parece que en los terrenos montañosos donde el uso es la pastura, parece que hay una tendencia hacia la agricultura intensiva y la reducción de la agricultura extensiva.
- Se estableció, mediante mapas y tablas comparativas, que los cambios en el uso del suelo están estrechamente relacionados con los sistemas de producción agropecuaria, confirmando que las transformaciones detectadas en las imágenes satelitales coinciden con los datos obtenidos en las encuestas, lo que evidencia una interacción directa entre las actividades productivas y la evolución espacial del territorio en la parroquia Lodana.

4.2. RECOMENDACIONES

- Dado que la metodología presentada no contó con registros históricos a nivel granular para el uso del suelo, se recomienda realizar análisis cada cinco años en lugar de anualmente, ya que los cambios en el uso del suelo generalmente ocurren de manera progresiva.

- Se sugiere que el estudio se amplíe para incluir otras parroquias rurales de la provincia de Manabí que necesiten evaluación y conocer la evolución de sus sistemas agrícolas y pecuarios, así como uso de suelo.
- Finalmente, se sugiere analizar factores socioeconómicos y locales, debido que la incorporación de estos factores locales mejorará la interpretación de los cambios en el uso del suelo y permitirá una toma de decisiones más holística, impulsada por un enfoque de planificación territorial realmente integrada y sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2020). Ubicación de áreas agrícolas por medio de imágenes satelitales de alta resolución en distintas zonas de Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 32(XIII), 43–50. Consultado el 22 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/6998/699878641007.pdf>
- Analuisa, I., Guerrero, J., Fernández, J., & Rodríguez, O. (2020). Caracterización socioeconómica del agricultor maicero en la Provincia de Manabí mediante técnicas de análisis multivariantes. *Podium*, (38), 1–16. Consultado el 12 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3447>
- Areal, F., Yu, W., Tansey, K., & Liu, J. (2022). Medición de la intensificación sostenible mediante datos de teledetección satelital. *Sostenibilidad*, 14(3), 1–12. Consultado el 6 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su14031832>
- Barni, M., & Ratto, E. (2022). *Teledetección aplicada al Agro. Clasificación de cultivos a partir de imágenes satelitales*. Universidad Nacional de La Plata. Consultado el 1 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/141770/Documento_completo.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Barrera, J. (2016). Caracterización de los Sistemas de Producción Agropecuaria mediante la simulación de escenarios de manejo de uso de los recursos agua

y suelo usando el modelo SWAT. Consultado el 24 de mayo de 2025. (en línea) Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/3512>

China, A., Hernández, M., Rodríguez, L., & Arcia, J. (2024). Implementación de Sistema de Información Geográfica en áreas agrícolas de la Unidad Agrícola "Ceiba Mocha". *Ingeniería Agrícola*, 14(4), 1–9. Consultado el 10 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5862/586280134008/586280134008.pdf>

Dámaso, C., Delisles, P., Andrés, C., & Quan, L. (2013). Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la Ingeniería Agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(4). Consultado el 10 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: [sin enlace disponible]

Espinosa, J., Palacios, E., Tijerina, L., Flores, H., & Quevedo, A. (2017). Sistema de monitoreo satelital para el seguimiento y desarrollo de cultivos del Distrito de Riego 038. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 08(1), 95–104. Consultado el 15 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-07>

Fuentes, F., Gutter, K., Vega, R., & Carrasco, G. (2024). Tecnologías transformadoras en la agricultura digital: aprovechamiento del Internet de las cosas, la teledetección y la inteligencia artificial para la gestión inteligente de cultivos. *Revista de redes de sensores y actuadores*, 13(4), 1–12. Consultado el 10 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jsan13040039>

Gianotti, C., & Cereijo, C. (2024). Evaluación de riesgo y vulnerabilidad de montículos indígenas en contextos de producción agropecuaria. *InterSecciones en Antropología*, 25, 77–94. Consultado el 3 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.37176/iea.25.1.2024.832>

Ginzburg, R., Torrella, S., Menéndez, A., Sabarots Gerbec, M., Adámoli, J., & Rujana, M. (2017). Evaluación ambiental y planificación de la expansión agropecuaria y forestal en la cuenca del río Miriñay. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43, 51–58. Consultado el 28 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: [sin enlace disponible]

- Guzmán, J., González, M., Sandoval, J., & Calvo, J. (2022). Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 1–12. Consultado el 25 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43771129020/html/>
- Haro, J., Soplín, H., Alegre, J., Humberto, R., & Bravo, O. (2021). Tipificación de los Sistemas Productivos de Agricultura Familiar. *Polo del Conocimiento*, 6(12), 1–12. Consultado el 22 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3447>
- Hegarty, M., Polly, J., O'Neil, M., Ujeneza, N., Rineer, J., Beach, R., Lapidus, D., & Temple, D. (2020). Mapeo remoto de cultivos a escala: uso de imágenes satelitales y datos adquiridos por UAV como referencia de campo. *Teledetección*, 12(12), 1–9. Consultado el 4 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12121984>
- Heiss, N., Meier, J., Gessner, U., & Kuenzer, C. (2025). El potencial de la observación de la Tierra para el mapeo de sistemas agrícolas. *Tierra*, 14(1), 1–10. Consultado el 27 de mayo de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/land14010171>
- Khanal, S., KC, K., Fulton, J., Shearer, S., & Ozkan, E. (2020). Teledetección en la agricultura: logros, limitaciones y oportunidades. *Teledetección*, 12(22), 1–13. Consultado el 30 de mayo de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12223783>
- Kubitza, C., Krishna, V. V., Schulthess, U., & Jain, M. (2020). Estimating adoption and impacts of agricultural practices using satellite data. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(3), 16. Consultado el 18 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13593-020-0610-2>
- Lescieur, S., López, G., Campos, S., López, J., & Cadena, M. (s.f.). Evaluación de mapas de prescripción con Field IQ. *Agraria*, 19(SE1), 79. Consultado el 8 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.59741/agraria.v19iSE1.30>

- Li, W., Dong, W., Zhang, X., & Zhang, J. (2023). Servicio de teledetección para producción agrícola. *Agricultura*, 13(11), 1–12. Consultado el 1 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agriculture13112063>
- Moreno, E., Zabalo, A., Gonzalez, E., Alvarez, R., Jimenez, V., & Menendez, J. (2021). Uso asequible de imágenes satelitales en proyectos agrícolas y de desarrollo: evaluación de la distribución espacial de malezas invasoras en las áreas protegidas por la UNESCO. *Agricultura*, 11(11), 1–10. Consultado el 18 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agriculture11111057>
- Navarrete, G., Ávila, F., Vélez, J., & Murillo, L. (2023). Programa eco-inteligente para uso eficiente del agua. Consultado el 21 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.espam.edu.ec/recursos/sitio/informativo/archivos/ponencias/vinculacion/i/s1/CIV57CASA14.pdf>
- Nguyen, T. T., Hoang, T. D., Pham, M. T., Vu, T. T., et al. (2020). Monitoring agriculture with satellite images and deep learning. *Applied Soft Computing*, 95, 106565. Consultado el 9 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106565>
- Oñate, F., Oñate, A., & Núñez, D. (2022). Evaluación de la evapotranspiración en cultivos andinos. *Teledetección*, 14(18), 1–12. Consultado el 25 de mayo de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs14184630>
- Ortiz, B., & Ramírez, C. (2021). Análisis de los efectos causados por la deforestación mediante teledetección [Tesis, Universidad Agraria del Ecuador]. Consultado el 29 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMIREZ>
- Perez, C., Pérez, J., Hernández, L., Gustabello, R., & Becerra, E. (2020). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2), 30–46. Consultado el 25 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3783/378362738003/html/>

- Pluto, J. (2021). Métodos de clasificación multitemporal de imágenes satelitales. *Agricultura*, 11(10), 1–12. Consultado el 14 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agriculture11100999>
- Ponvert, D. (2016). Consideraciones sobre la sequía agrícola en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 22–41. Consultado el 26 de mayo de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4591.3843>
- Recuero, L., Maila, L., Cicuéndez, V., et al. (2023). Intensificación de cultivos en Ecuador mediante MODIS NDVI. *Agronomía*, 13(9), 1–10. Consultado el 16 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy13092329>
- Ríos, A., & Del Río, A. (2022). Hacia un sistema de información sobre la producción agropecuaria. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(3), 20–27. Consultado el 15 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5862/586272871003/586272871003.pdf>
- Saleh, S., Ayyad, S., & Ribbe, L. (2025). Enfoque basado en satélites para el mapeo de tipos de cultivos y la evaluación del rendimiento del riego. *Tierra*, 6(3), 1–11. Consultado el 5 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/earth6030080>
- Salazar, E., Henríquez, C., Sliuzas, R., & Qüense, J. (2020). Escenarios espaciales para el desarrollo sostenible en Quito. *ISPRS*, 9(3), 1–13. Consultado el 19 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijgi9030141>
- Salazar, L., Palacios, A. C., Selvaraj, M., & Montenegro, F. (2021). Using satellite images to measure crop productivity. Consultado el 11 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.18235/0003604>
- Sánchez, L., Torres, S., Terán, G., Martínez, F., & Lascano, A. (2024). Agricultura de precisión en El Ecuador usando tecnologías como satélites. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplina Multidisciplinar*, 8(1), 1532–1542. Consultado el 20 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9547/14136>

- Segarra, J. (2024). Satellite Imagery in Precision Agriculture. Consultado el 5 de julio de 2025. (en línea) Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43548-5_10
- Siesto, G., Fernández-Sellers, M., & Lozano-Tello, A. (2021). Clasificación de cultivos con imágenes sintéticas y redes neuronales. *Teledetección*, 13. Consultado el 17 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs13173378>
- Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Aplicaciones de la teledetección en la agricultura de precisión: una revisión. *Teledetección*, 12(19), 1–14. Consultado el 13 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12193136>
- Su, W., Hu, Y., Xue, F., Fu, X., et al. (2025). Distribución y abandono de tierras agrícolas. *Tierra*, 14(3), 1–13. Consultado el 7 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.3390/land14030501>
- Torres, C., Arias, M., Rodríguez, P., & Carrasco, F. (2019). Distribución térmica en parcela de olivar en seto. *AERYD*, 11(12), 15. Consultado el 20 de junio de 2025. (en línea) Disponible en: <https://doi.org/10.17398/AERYD.2019.A13>
- Arcentales, APO. 2022. Determinación de calidad de canales en pollos de diferentes líneas alimentados por pastoreo. 1(1):48.
- Basantes Morales, ER. 2015. MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR. (1):145.
- Cabrera Cevallos, MR. 2025. Intermediación comercial y su impacto en la agricultura familiar campesina (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/10402/1/T4521-MDS-Cabrera-Intermediacion.pdf>.
- Chavez, J. 2021. ESTACION EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA NUCLEO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA CULTIVOS DE CICLO CORTO INFORME ANUAL 202. 1(1):16.

Chávez, UFM; Molina, ALB; Reyes, EEC. 2022. Producción avícola y su incidencia en el desarrollo económico del cantón olmedo, provincia de manabí. Journal Business Science - ISSN: 2737-615X 3(2):43-61. DOI: <https://doi.org/10.56124/jbs.v3i2.0005>.

ESPAC. 2024. Presentacion_de_resultados_ESPAC_2024.pdf (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Presentacion_de_resultados_ESPAC_2024.pdf.

FAO; IFAD. 2019. Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar 2019-2028. Plan de acción mundial. 1(1):78.

Folleco Carreño, SA. 2021. Análisis de los efectos de la Intermediación en el precio de venta de productos agrícolas y economía de los agricultores del Guayas. (1):30.

Hortúa-López, LC; Cerón-Muñoz, MF; Zaragoza-Martínez, M de L; Angulo-Arizala, J. 2021. Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. Agronomía Mesoamericana 32(3):1019-1033. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42903>.

INEC. 2022. Presentacion_Nacional_2da_entrega.pdf (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/05/Presentacion_Nacional_2da_entrega.pdf.

INEC (Instituto Nacional de estadísticas y censos de Ecuador). (2021). Guía sobre el uso de base de datos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2020. Quito, Ecuador, s.e.

Lozada Lopez, GM. 2010. Estudio agrosocioeconómico de la parroquia Honorato Vásquez, cantón Santa Ana, para proponer a la junta parroquial alternativas para lograr desarrollo comunitario sustentable. 1(1):137.

MAG. 2022. INFORME DE GESTIÓN 2022. 1(1):46.

- Martinez Galarza, A; Flores Agreda, R. 2024. Agricultura familiar y campesina en el contexto de la reactivación productiva (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29221/30/Agricultura%20familiar%20y%20campesina%20en%20el%20contexto%20de%20la%20reactivacion%CC%81n%20productiva.pdf>.
- Moreira Saltos, JR; Zambrano Cedeño, XC. 2024. Vista de Caracterización agroproductiva integral: Un estudio de los cantones de Manabí – Ecuador | Investigación Valdizana (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/2206/2027>.
- Moreira Zambrano, ML; Palacios Aguilar, CM. 2016. Asesoramiento Técnico para la Adecuación de la Fábrica de Balanceado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, en la Parroquia Lodana del Cantón Santa Ana en el Año 2016 (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en <http://repositorio.utm.edu.ec:3000/server/api/core/bitstreams/ce3c98b8-7a18-479d-92d8-0d5127a8d730/content>.
- Ortiz, CVT; Orihuela, JCA. 2022. Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Siembra 9(1):e3287-e3287. DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>.
- PDOT(Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2023. SECRETARÍA EJECUTIVA GAD PARROQUIAL SANTA ANA-2023-2027 (en línea). . Disponible en <https://www.santana.gob.ec/wp-content/uploads/2025/05/PDOT-FINAL-SANTA-ANA-2025-1.pdf>.
- POEMC. 2017. Plan-de-Ordenamiento-del-Espacio-Marino-Costero.pdf (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2025. Disponible en <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/Plan-de-Ordenamiento-del-Espacio-Marino-Costero.pdf>.
- Vargas, CEC. 2023. LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO (Theobroma cacao L) COMO UNA ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN

AGROECOLÓGICA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR, EN ECUADOR.
(1):175.

Vasconcellos Fernández, NA. 2023. Agricultura ecuatoriana en medio de la pandemia. Efectos de la política pública en el productor agrícola (en línea). Revista española de estudios agrosociales y pesqueros (261):15-37. Consultado 27 jul. 2025. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9357028>.

Vasquez, JDC; Chérrez, ERA; Freire, CNV; Villacis, L de los ÁN. 2024. Especies forestales maderables y su utilidad en biotecnología y medicina. Revista de Investigación Talentos 11(1):15-31. DOI: <https://doi.org/10.33789/talentos.11.1.194>.

Vera-Velez, R; Ramos-Veintimilla, R; Grijalva-Olmedo, J. 2024. Optimizing Pathogen Control through Mixed Cocoa–Plantain Agroecosystems in the Ecuadorian Coastal Region. Agronomy 14(6):1107. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061107>.

ANEXOS

Anexo 1. Encuestas estructuradas

ENCUESTA SOBRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana — Periodo 2014–2024

Nombre del encuestado/a:

1. Sexo del responsable de la unidad de producción:

Hombre

Mujer

2. ¿Cuántas personas viven en el hogar?

1 – 2

3 – 5

6 – 8

Más de 8

3. ¿El destino principal de la producción agropecuaria es...?

Consumo familiar

Venta local (mercado o vecinos)

Venta regional/nacional

Mixto (consumo y venta)

4. ¿Utiliza intermediarios para comercializar sus productos?

Sí

No

A veces

5. ¿Cultiva productos de ciclo corto? (Ej. maíz, hortalizas, legumbres)

Sí

No

Si respondió "Sí", ¿cuáles cultivos utiliza y en qué superficie aproximada (ha)?

6. ¿Tiene cultivos de ciclo perenne? (Ej. cacao, café, plátano, banano)

Sí

No

Si respondió "Sí", indique cuáles y en qué superficie aproximada (ha):

7. ¿Maneja cultivos maderables? (Ej. teca, balsa, laurel, otros)

Sí

No

Si respondió "Sí", ¿cuáles especies y qué superficie ocupa?

8. ¿Asocia cultivos en una misma parcela (cultivos asociados)?

Sí

No

Si respondió "Sí", ¿qué combinaciones realiza?

9. ¿Cría animales menores? (Ej. gallinas, cuyes, conejos, patos, cerdos)

Sí

No

Si respondió "Sí", ¿qué especies y cuántas aproximadamente?

10. ¿Cría animales mayores? (Ej. bovinos, equinos)

Sí

No

Si respondió "Sí", indique especies y cantidades:

11. ¿Emplea sistemas mixtos o agrosilvopastoriles? (Cultivos + árboles + animales)

Sí

No

No sabe / No aplica

12. ¿Qué tipo de alimentación usa para los animales?

Pasto natural

Pasto cultivado

Concentrado

Desechos agrícolas

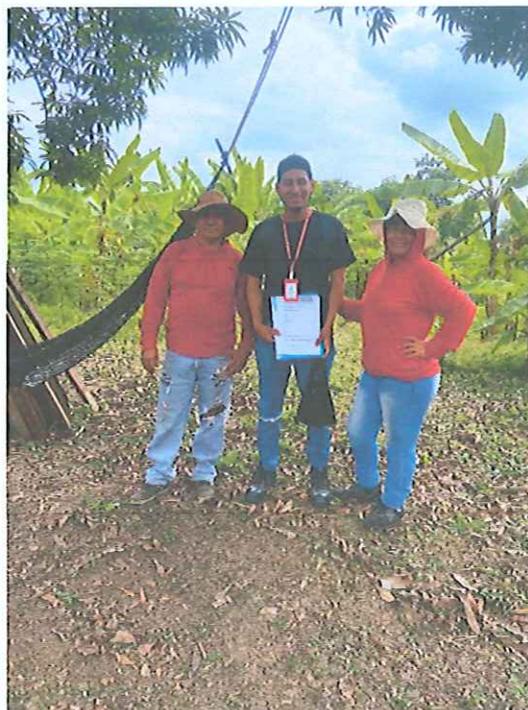
Mixto

Otro: _____

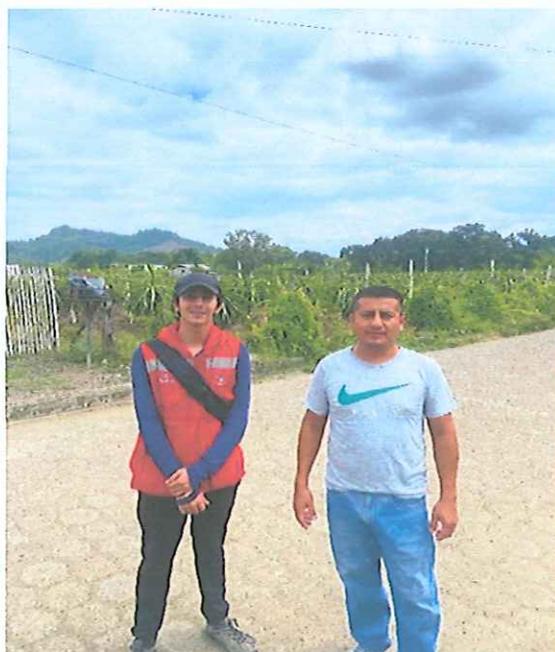
Anexo 2. Coordenadas UTM de los encuestados de la parroquia Lodana 2024



Anexo 3. Encuestas a productores con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024



Anexo 4. Encuesta a productor de pitahaya en la parroquia Lodana 2024



Anexo 5. Encuesta a productor de maíz en la parroquia Lodana sector Beldaco 2024



Anexo 6. Encuesta a productor con asociación de cultivo en la parroquia Lodana sector Beldaco 2024



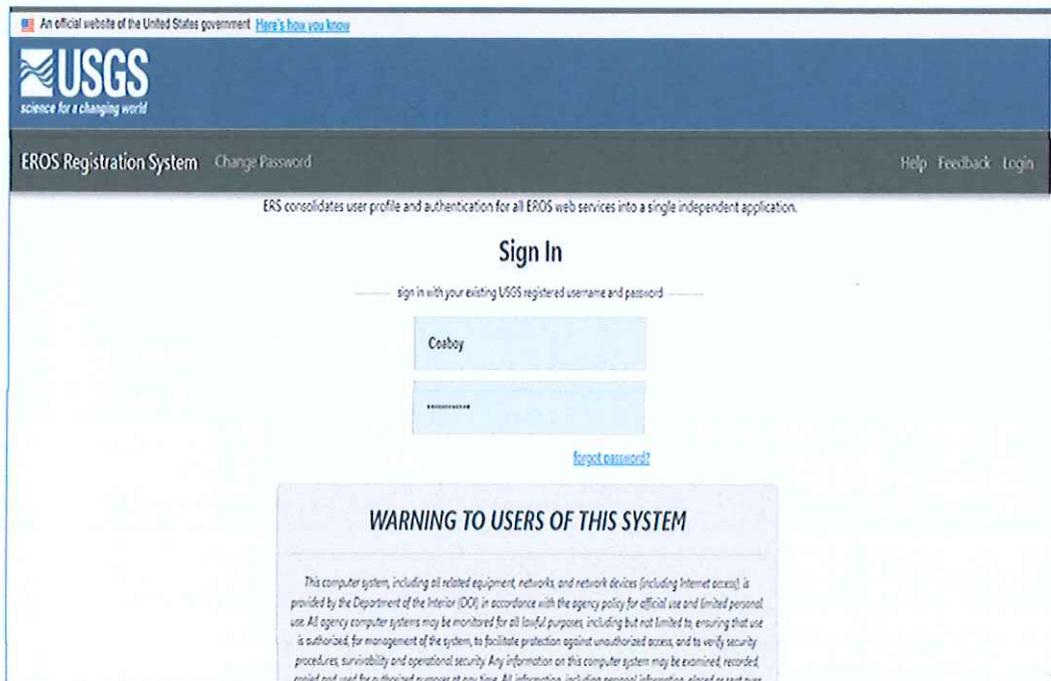
Anexo 7. Encuestas a productores con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024



Anexo 8. Encuesta a productor con asociación de cultivos de la parroquia Lodana 2024



Anexo 9 software de Sistema de Información Geográfica QGIS versión 3.34



Anexo 10 . Registro de USGS (United States Geological Survey) 2025

