



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓGRAFO EN GESTIÓN AMBIENTAL

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA LOS CULTIVOS DE
MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), CAFÉ (*Coffea arabica*) Y CACAO
(*Theobroma cacao*) EN LA PARROQUIA RURAL DE SAN ISIDRO,
PROVINCIA DE MANABÍ

PABLO RICARDO CAZA BARCIA

DIRECTOR: ING. ARMANDO ECHEVERRIA, MG.

QUITO, 2018

AGRADECIMIENTOS

Profesores hay muchos, maestros hay muy pocos. Demasiado agradecido con mis bases académicas, cada uno de aquellos maestros y maestras de escuela, colegio y universidad; muy pocos se acordaran de mi pero cada vez que haya ciencia y conocimiento detrás de mis acciones yo siempre me acordaré de ustedes.

A mis superamigos, gracias por enseñarme que es parte de la vida ser joven y estúpido. De viejo tendré muchas cosas que contar.

A todas y cada una de aquellas adversidades que se me han presentado hasta el día de hoy, infinitas gracias por haberme motivado a siempre llevarles la contraria.

Un tipo de muy pocas palabras pero muy agradecido con la vida misma.

DEDICATORIA

A ese recio militar de carácter fuerte y una personalidad inquebrantable, mi mayor inspiración para continuar una vida honrada con una verdadera vocación de servicio a la sociedad; Mi padre.

A esa gran mujer que de las llamas me salvo cuando el infierno se precipito a tierra aquella noche de octubre en el barrio La Dolorosa. Le debo varias vidas, mi humildad y mi sencillez; para mi gran y eterno amor; Mi madresita.

A mis tres tormentos pero a la vez mi motivación y compañía; sus logros los siento como míos reciban esto como algo que hemos forjado juntos; para mis dos hermanos y mi hermanita.

Una dedicatoria especial que llegue al cielo: para una mujer incansable que crío a nueve hijos y a un montón de nietos y bisnietos, a la cual vi caer, levantarse y seguir luchando; fortalecida en su Dios y en sus santos, Mi abuelita.

A cada uno de aquellos muchachos provincianos que se aventuran lejos de casa en la búsqueda de un lugar en esta vida y que aprenden que la vida es de capítulos, algunos buenos y otros malos; y a los malos hay que saberlos bailar al ritmo de la salsa: con sentimiento y mucho sabor!.

Porque siempre callo cuando debería hablar, porque siempre suelo perder mi norte al andar y porque siempre me rindió cuando todo empieza a salir mal; con dedicatoria hacia mi persona para nunca olvidar que contra mis demonios puedo luchar y ganar.

Rápido como el viento,

Silencioso como el bosque,

Raudo y devastador como el fuego,

Inmóvil como una montaña.

Sun Tzu, El arte de la guerra

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Resumen.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Marco teórico y conceptual.....	3
1.4.1. Antecedentes.....	3
1.4.2. Marco teórico.....	4
1.4.3. Marco conceptual.....	6
1.5. Marco metodológico.....	7
1.6. Operacionalización de las variables.....	11
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
2.1. Ubicación del área de estudio.....	12
2.2. Límites.....	12
2.3. Demografía.....	13
2.4. Economía.....	26
CAPÍTULO III: PARÁMETROS AGROECOLÓGICOS PARA LOS CULTIVOS DE MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i>), CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>) Y CACAO (<i>Theobroma cacao</i>)	32
3.1. Parámetros agroecológicos para el cultivo de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	32
3.2. Parámetros agroecológicos para el cultivo de café (<i>Coffea arabica</i>).....	34
3.3. Parámetros agroecológicos para el cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	37
CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA PARROQUIA RURAL DE SAN ISIDRO A TRAVÉS DE SUS VARIABLES EDAFOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS	40
4.1. Caracterización relieve.....	40
4.1.1. Pendiente.....	40
4.1.2. Altitud.....	41
4.2. Caracterización edafológica.....	42
4.2.1. Textura.....	42
4.2.2. Profundidad efectiva.....	45
4.2.3. Pedregosidad.....	46
4.2.4. Drenaje.....	49
4.2.5. Nivel Freático.....	51
4.2.6. Potencial de Hidrógeno (pH).....	52
4.2.7. Materia Orgánica (MO).....	54

4.2.8. Salinidad	56
4.2.9. Toxicidad	57
4.2.10. Nivel de fertilidad	59
4.3. Caracterización climática.....	61
4.3.1. Temperatura	62
4.3.2. Precipitación	62
CAPITULO V: ESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS CON MAYOR APTITUD PARA LOS CULTIVOS DE MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i>), CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>) Y CACAO (<i>Theobroma cacao</i>).....	64
5.1. Modelo conceptual.....	64
5.2. Generación de consulta SQL.....	66
CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
6.1. Análisis de resultados.....	69
6.2. Discusión.....	73
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Requisitos mínimos para elaboración de cartografía temática	9
Gráfico 2. Esquema de flujo para la realización de la zonificación agroecológica	10
Gráfico 3. Pirámide poblacional de los sectores censales amanzanados de la parroquia rural de san isidro para el 2001.	15
Gráfico 4. Pirámide poblacional de los sectores censales amanzanados de la parroquia rural de san isidro para el 2010.	18
Gráfico 5. Pirámide poblacional de los sectores censales dispersos de la parroquia rural de san isidro para el 2001.	22
Gráfico 6. Pirámide poblacional de los sectores censales dispersos de la parroquia rural de san isidro para el 2010.	24
Gráfico 7. Modelado cartográfico de la zonificación agroecológica.	66

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distancia entre la parroquia rural de San Isidro y la cabecera cantonal del cantón Sucre	12
Mapa 2. Cartografía base de la parroquia rural de San Isidro.	13
Mapa 3. Población total para el año 2001 por sectores censales amanzanados.	14
Mapa 4. Población total para el año 2010 por sectores censales amanzanados.	16
Mapa 5. Número de registros e ingresos anuales – agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	17
Mapa 6. Tasa de crecimiento intercensal de la parroquia rural de San Isidro.	19
Mapa 7. Proyección poblacional al 2017 para la parroquia rural de San Isidro.	20
Mapa 8. Población total para el año 2001 por sectores censales dispersos.....	21
Mapa 9. Población total para el año 2010 por sectores censales dispersos.....	23
Mapa 10. Tasa de crecimiento intercensal de la parroquia rural de San Isidro.	25
Mapa 11. Proyección poblacional al 2017 para la parroquia rural de San Isidro.	26
Mapa 12. Cobertura del uso de suelo en la parroquia rural San Isidro.	27
Mapa 13. Número de registros e ingresos anuales – Alojamiento y servicio de comidas.	29
Mapa 14. Número de registros e ingresos anuales – Industrias manufactureras.	30
Mapa 15. Números de registros e ingresos anuales – Comercio al por mayor y por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.	31
Mapa 16. Pendientes de la parroquia rural de San Isidro.	40
Mapa 17. Hipsometría de la parroquia rural de San Isidro.	42
Mapa 18. Textura superficial de la parroquia rural de San Isidro.....	44
Mapa 19. Profundidad del suelo de la parroquia rural de San Isidro.....	46
Mapa 20. Pedregosidad del suelo de la parroquia rural de San Isidro	48
Mapa 21. Drenaje de la parroquia rural de San Isidro.	50
Mapa 22. Nivel Freático de la parroquia rural de San Isidro.....	52
Mapa 23. Potencial de Hidrogeno de la parroquia rural de San Isidro.	54
Mapa 24. Contenido de Materia Orgánica en los suelos de la parroquia rural de San Isidro	56
Mapa 25. Salinidad en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.....	57
Mapa 26. Salinidad en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.....	59
Mapa 27. Nivel de Fertilidad del Suelo de la parroquia rural de San Isidro.....	61
Mapa 28. Temperatura atmosférica de la parroquia rural.....	62
Mapa 29. Precipitación de la parroquia rural de San Isidro.....	63
Mapa 30. Zonas óptimas para el cultivo de la maracuyá en la parroquia rural de San Isidro.....	69
Mapa 31. Zonas óptimas para el cultivo de la café en la parroquia rural de San Isidro.	70
Mapa 32. Zonas óptimas para el cultivo del cacao en la parroquia rural de San Isidro.	71
Mapa 33. Áreas agropecuarias con riego de la parroquia rural de San Isidro.	74
Mapa 34. Zonas optimas de maracuyá, café y cacao en conflicto por uso del suelo.	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capas o coberturas utilizadas para la zonificación agroecológica.	8
Tabla 2. Descomposición deductiva de las variables que componen el problema.	11
Tabla 3. Extensión (ha) de los usos y coberturas del suelo de la parroquia rural San Isidro.	27
Tabla 4. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de la maracuyá.	34
Tabla 5. Requerimientos agroecológicos para el cultivo del café.	37
Tabla 6. Requerimientos agroecológicos para el cultivo del cacao.	39
Tabla 7. Extensión (ha) de las categorías de pendientes en la parroquia rural de San Isidro.	41
Tabla 8. Categorías empleadas para la clasificación de la textura del suelo.	43
Tabla 9. Extensión (ha) de las categorías de textura superficial en la parroquia rural de San Isidro.	44
Tabla 10. Categorías empleadas para la clasificación de la profundidad efectiva del suelo.	45
Tabla 11. Extensión (ha) de las categorías de profundidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.	46
Tabla 12. Categorías empleadas para la clasificación de la pedregosidad del suelo.	47
Tabla 13. Extensión (ha) de las categorías de pedregosidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.	48
Tabla 14. Categorías empleadas para la clasificación de la profundidad del suelo.	49
Tabla 15. Extensión (ha) de las categorías de drenaje en la parroquia rural de San Isidro.	50
Tabla 16. Categorías empleadas para la clasificación del Nivel Freático del suelo.	51
Tabla 17. Categorías empleadas para la clasificación del pH del suelo.	52
Tabla 18. Extensión (ha) de las categorías de Potencial de Hidrogeno de la parroquia rural de San Isidro.	54
Tabla 19. Categorías empleadas para la clasificación de la Materia Orgánica.	55
Tabla 20. Extensión (ha) de las categorías de Materia Orgánica en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.	56
Tabla 21. Categorías empleadas para la clasificación de la Salinidad del suelo.	57
Tabla 22. Categorías empleadas para la clasificación de la Salinidad en el suelo.	58
Tabla 23. Categorías empleadas para la clasificación del Nivel de Fertilidad del suelo.	60
Tabla 24. Extensión (ha) de las categorías del Nivel de Fertilidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.	61
Tabla 25. Codificación de los valores presentados en la tabla de atributos del shapefile referente a las condiciones ambientales.	67
Tabla 26. Extensión (ha) de las áreas homogéneas para los cultivos de maracuyá, café y cacao en la parroquia rural de San Isidro.	71
Tabla 27. Extensión (ha) de zonas optimas con riego.	74
Tabla 28. Extensión (ha) de zonas optimas en conflicto por uso del suelo.	76

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Resumen

La presente disertación tiene dos finalidades, una explícita y otra implícita, en tal orden; el primero pretende establecer áreas con similares y propicias características ambiental en función a los requerimientos agroecológicos en las cuales se pueda desarrollar óptimamente los cultivos de maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*) a una escala 1:25.000. La segunda y última finalidad, se enfoca en dejar un antecedente para la réplica de similares ejercicios con miras a institucionalizar la planificación del uso de los suelos rurales.

Para alcanzar el primer y principal objetivo, se realizó una revisión de información secundaria, tanto de literatura nacional como de experiencias de otros países, sobre el manejo al que están sometidos los cultivos maracuyá, cacao y café dependiendo de las condiciones ambientales que se presentan en estos territorios. Realizada la revisión bibliográfica, se definieron los valores óptimos en función de 13 parámetros que viabilizan una adecuada producción del suelo; priorizando la información bibliográfica basada en experiencias de las diferentes organizaciones e instituciones nacionales. Posterior a esto, a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se procesaron las diferentes capas que contenían información espacializada que describían los componentes edafológicos, clima y de relieve para el área de estudio, estructurando así; una robusta base de datos.

Como último paso, en nuestro escenario de condiciones ambientales de la parroquia rural de San Isidro, se procedió a extraer información de la base de datos estructurada, según los valores óptimos planteados por la literatura para cada cultivo y en función de los 13 parámetros.

1.1. Justificación

La presente zonificación agroecológica tiene como finalidad contribuir a mejorar el uso y manejo del recurso suelo, evitando su degradación y sobreexplotación; fomentado la producción sostenible en la parroquia rural de San Isidro, provincia de Manabí. Adicionalmente, se encuentran alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 12 propuesto por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en la Agenda 21, mismo que propone garantizar modalidades de consumo y producción sostenible (ONU, 2015).

A nivel nacional la presente propuesta se encuentra acorde con la consecución del objetivo 5 del Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017 – 2021), el cual enfatiza sobre impulsar el cambio de la matriz productiva a través de la transformación y diversificación productiva, en función de las condiciones naturales, de suelo y clima y desarrollar una producción diferenciada con el resto del mundo bajo la directriz de la responsabilidad ambiental e inclusión social (SENPLADES, 2017).

La presente propuesta pretende responder a la necesidad de mejorar la forma en la que históricamente se ha generado la planificación del uso de suelo en el país, determinando una adecuada aptitud agrícola en función a los requerimientos de los cultivos y las características del terreno. Lo cual permite un ahorro de recursos, tanto económicos como humanos, y la mejora del rendimiento de la producción agrícola a través de la conservación del recurso suelo.

Finalmente, la factibilidad de esta propuesta yace en la disponibilidad de información que brindan las entidades gubernamentales, las mismas que garantizan el libre y fácil acceso a la información, que se encuentra en plataformas virtuales estandarizadas.

1.2. Planteamiento del problema

La parroquia rural de San Isidro posee en sus categorías de uso principal del suelo pasto cultivados y pastos naturales, que en total suman 73.796 hectáreas que en su mayoría han sido destinadas para la cría de ganado y que en cifras son aproximadamente 72.590 hectáreas (GAD San Isidro, 2015).

Esto último mencionado, ha desembocado en una problemática debido a que su aptitud tendencial del suelo contrasta con su uso actual, y, por tratarse de actividades intensivas, tienen considerables efectos negativos en el recurso suelo; que si bien estas actividades son rentables no toman en cuenta las repercusiones sociales y el deterioro ambiental generado (MAGAP, 1988).

Es por esto y debido a que el suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importante de los seres humanos, se ahondan esfuerzos para su conservación y cuidado. Más aun para localidades rurales como la parroquia de San Isidro que poseen un alto nivel de dependencia hacia este recurso, por el hecho de estar alejados de los centros urbanos y sus grandes supermercados. Por ende, el suelo es el único proveedor de alimentos y en algunos casos su única fuente de ingresos económicos (CLIRSEN, 2014).

Es necesario para resolver esta problemática, reorientar la producción en la parroquia de estudio hacia un diseño de agroecosistemas que tomen en cuenta las características de una especie de cultivos e integrarlos a las condiciones ambientales y socioeconómicas de un lugar y aunar esfuerzos para procurar la preservación ambiental (Altieri, 1997).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Generar la Zonificación Agroecológica para cultivos de frutas: maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*) en la parroquia rural de San Isidro, provincia de Manabí, a escala 1:25.000.

1.3.2. Objetivos específicos

- Definir los parámetros agroecológicos para los tres cultivos: maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*).
- Caracterizar el componente ambiental de la parroquia rural de San Isidro a través de sus variables edafológicas y climáticas.
- Establecer las zonas con aptitud agroecológica óptima para los tres cultivos maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*).

1.4. Marco teórico y conceptual

1.4.1. Antecedentes

En el marco de la zonificación agroecológica en el Ecuador, se tiene registrado la realización de varias propuestas a 1:250.000 para diferentes tipos de cultivos, que han sido realizadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP actualmente MAG), entidad nacional encargada de la rectoría de las actividades agropecuarias en el país.

En este contexto, entre las más relevantes zonificaciones agroecológicas que se han llevado a cabo consta la efectuada a la palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) a escala 1:250.000, con un resultado de 332.775 hectáreas con alto potencial agrícola para este cultivo a nivel nacional (MAGAP, 2013).

En complemento a la realización de las zonificaciones agroecológicas¹ llevadas a cabo por el MAG, la mencionada institución ha profundizado los resultados obtenidos

¹ MAG ha llevado a cabo zonificaciones agroecológicas de: algodón, amaranto, arazá, arroz, borrojó, cacao, café, caña de azúcar, canola, chocho, duraznero de altura, duraznero de valle interandino, guayaba, maíz amarillo duro, manzano

añadiendo el aspecto económico transformándolas en zonificaciones agroecológicas económicas²; siendo estas últimas herramientas de análisis esenciales para los tomadores de decisión (MAGAP, 2014).

De igual manera, es oportuno mencionar que los estudios referidos con anterioridad se encuentran a una escala nacional.

Desde la academia se han realizado propuestas similares pero focalizando el análisis a escala menores. Entre las propuestas destacan; Díaz (2011) investigación en la cual se desarrolló una zonificación agroecológica para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el centro-norte de la sierra ecuatoriana. La metodología se basó en identificar el potencial para la producción de cultivos mediante una Evaluación de Aptitud de Tierras (EAT) tomando en cuenta las condiciones climáticas y edáficas del área de estudio, y, al igual que la presente zonificación, los requerimientos agroecológicos del cultivo a zonificar.

Por otro lado, la metodología utilizada para efectuar una zonificación agroecológica es aplicable inclusive a nivel parroquial como lo demuestra Lucero (2013), que a través de información sobre los requerimientos biofísicos como de precipitación, temperatura, pendiente y tipo de suelo obtuvo zonas aptas para la papa, maíz, brócoli, cebolla blanca, cebada y pasto en la parroquia de Alóag.

1.4.2. Marco teórico

A pesar de que los geógrafos y no geógrafos, acostumbran a contrastar el determinismo y el posibilismo como dos teorías opuestas, en la presente propuesta estas dos teorías serán tomadas como complementarias para poder abordar la temática agrícola desde un punto de vista geográfico; donde históricamente la agricultura en el Ecuador se ha visto condicionada por ciertos limitantes ambientales que influyen directamente en el crecimiento y producción de los cultivos, y, por factores humanos relacionados con el grado de desarrollo de la sociedad que de una u otra manera ayudan a afrontar los condicionantes naturales.

de altura, manzano de valle interandino, mora de castilla, naranjilla, palma africana, papa, peral de altura, pitahaya, quinua, soya, tomate de árbol, trigo, uvilla y vid de litoral.

² MAG ha llevado a cabo zonificaciones agroecológicas económicas de: amaranto, arroz, cacao, café, canola, chocho, duraznero de altura, duraznero de valle interandino, maíz amarillo duro, manzano de altura, manzano de valle interandino, mora de castilla, papa, peral de altura, quinua, soya, tomate de árbol, uvilla y vid de litoral.

1.4.2.1. Determinismo geográfico

Este lineamiento de la escuela de geografía de Alemania nace en la segunda mitad del siglo XIX, fue propuesta por Friedrich Ratzel, quien aseveraba que los procesos humanos, sociales, culturales y políticos se encuentran relacionados en gran proporción al espacio geográfico en donde se encuentran. Además, sitúa al medio ambiente como un factor determinante en el comportamiento del ser humano, interviniendo y modificando directamente en varios aspectos como el comercio, empleo y agricultura (Fekadu, 2014).

El espacio geográfico se constituye como el lugar de desarrollo para el ser humano, la dificultad de acceder a él o lo accidentado de su paisaje para poder cultivar la tierra puede ser un limitante, (según su grado de incidencia) al desarrollo, produciendo que los seres humanos sean los que se adapten acorde a su entorno como una necesidad para lograr consolidarse como sociedad (Hardin, 2009).

Se utiliza este paradigma para la presente investigación, ya que, no ayuda a concebir a la actual agricultura como una respuesta del ser humano hacia su medio biofísico que influye en la cantidad, diversidad y tipos de cultivos que encontraremos en un área determinada.

También, se toma en cuenta la teoría determinista, la cual se abordará a continuación, y que nos ayuda a entender el uso actual del suelo, pero desde un enfoque más antropocéntrico.

1.4.2.2. Posibilismo geográfico

Según Lewthwaite (1966), afirma que el determinismo niega que el accionar del ser humano puede influir de alguna manera en el rumbo de los eventos. Sumado a lo anterior, el punto de inflexión en el que se basan los detractores del determinismo geográfico y que ponen en tela de duda las bases que sustentan la teoría determinista. Sostienen que alrededor del mundo y a lo largo de la historia, la vida se ha moldeado de distintas maneras gracias a las decisiones, efectos y acciones humanas (Hsiung, 1992).

Esto último puede ser cuestionable de manera que las condiciones actuales en las que se encuentran adaptadas las sociedades en el mundo solo pudieron darse por un gran avance tecnológico y que abrió paso a la consideración del actuar del ser humano enmarcado en el posibilismo geográfico.

A partir de finales del siglo XIX, surge en el seno de la escuela geográfica francesa la teoría posibilista, la misma que se le atribuye su autoría al geógrafo francés Paul Vidal De La Blache.

Esta teoría contempla y acepta la influencia del medio ambiente, pero incluye al ser humano dentro del objeto de estudio por tomar parte en las diversas modificaciones que sufre el medio ambiente. Se basa esencialmente en que la naturaleza siempre ofrece unas posibilidades que el ser humano aprovecha y transforma en formas muy variadas o también la denominada “libertad humana” frente a la naturaleza, lográndose imponerse al medio biofísico sin que este último determine las actividades humanas (Fekadu, 2014).

El posibilismo adjudica esta libertad de acción para el ser humano, y a pesar de mencionar una colaboración entre el humano y la naturaleza, enfatiza que existe una libertad de decisión, acción y voluntad, pero sin reconocer limitantes, y que esos limitantes son dados por la naturaleza (Jones, 1956).

Para concluir, se abarca el estudio del presente tema, tomando en cuenta el principio determinista de que no puede haber desarrollo sin el medio ambiente y ciertas condiciones ambientales que modifican este desarrollo. Pero se añade el postulado posibilista en medida de como el ser humano toma la decisión de hacerle frente y adaptarse al medio biofísico. También, vale añadir desde un marco posibilista la forma de cómo las naciones se han venido desarrollando, a parte de las influencias del ambiente, tienen un contexto histórico donde el ser humano ha modificado algunos aspectos globales a lo largo del tiempo y según los avances tecnológicos y científicos han tenido lugar sequias.

1.4.3. Marco conceptual

Para entender los procesos que comprenden el tema de estudio es imprescindible describir los conceptos que destacan en la concreción de los objetivos propuestos, así como también en la base metodológica en la que se desarrolló la disertación. Para ello se definió lo que es una zonificación agroecológica, clima, suelo, relieve, requerimientos agroecológicos y áreas protegidas, ya que estos elementos son los protagonistas de la problematización, además se tratara de relacionar, en medida de lo posible, a los resultados de la presente investigación con las zonas de conservación u otros usos a fin de que se identifiquen conflictos por uso del suelo.

1.4.3.1. Zonificación Agroecológica

Metodología utilizada con la finalidad de agrupar, definir y ordenar zonas tomando en cuenta los requerimientos edáficos y climáticos de un determinado cultivo y las condiciones dadas por un ecosistema cuyo cruce de información dan como resultado la obtención de limitantes y potencialidades para el desarrollo de la agricultura (FAO, 1997).

1.4.3.2. Clima

Sistema en el cual se involucra la interacción entre la atmósfera, la hidrosfera, litosfera y la biosfera. Esta interacción se mantiene en el espacio y tiempo gracias al intercambio de energía determinando el estado promedio de la atmósfera en un lugar determinado (Ayllon, 2013).

1.4.3.3. Suelo

El suelo es una composición de minerales, materia orgánica, agua y aire que es el resultado de los procesos erosivos por parte de agentes físicos, químicos y biológicos sobre la roca madre que tiene lugar en un periodo determinado de tiempo (Casas, 2011).

1.4.3.4. Relieve

El relieve describe las distintas formas que presenta la superficie terrestre y marina entre ellas: elevaciones, hundimientos, pendientes, etc, resultante de la interacción de dos fuerzas opuestas, endógenas y externas; las fuerzas endógenas dan lugar a la elevación del relieve mientras que los agentes externos provocan erosión del suelo y un desgaste progresivo de las rocas (Barrera y Palma, 2008).

1.4.3.5. Requerimientos agroecológicos de los cultivos

Consiste en un conjunto de factores propios y exclusivos de todo cultivo que inciden con el correcto crecimiento de los mismos, estos factores juegan un importante rol en la zonificación debido a que deben estar complementados con las propiedades físicas y químicas del terreno para una adecuada y de calidad producción (MAGAP, 2013).

1.4.3.6. Áreas Protegidas

En el Convenio de biodiversidad biológica, Río de Janeiro, 1992 se definió como Área Protegida como un “área definida geográficamente designada o regulada y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación” (Saltos y Vásquez, 2011).

1.5. Marco metodológico

Para la construcción del marco metodológico del presente estudio de zonificación agroecológica para los cultivos de maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*) utilizará un enfoque cuantitativo mediante la recolección de datos e información bibliográfica que mediante la investigación aplicada nos permitirá alcanzar los objetivos específicos y estos a su vez el objetivo general planteado.

1.5.1. Definición de los requerimientos agroecológicos para los cultivos.

Se utilizaron 13 parámetros consensuados a partir de investigaciones similares cuyos valores fueron recopilados de información secundaria, diferenciando las experiencias de los diversos institutos de investigación nacionales y extranjeros con la finalidad de dar prioridad a los primeros por la cuestión de que toman en cuenta el contexto del paisaje agropecuario del Ecuador.

1.5.2. Recopilación y validación de la información geográfica.

Posterior a esto, se procede a la recopilación de las capas o coberturas a utilizarse desde los diferentes geoportales institucionales en la facultad de generar información geográfica con sus respectivos metadatos, entre los cuales resaltan el MAG, Instituto Geográfico Militar (IGM), Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

Las capas o insumos utilizados se encuentran resumidos y validados en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Capas o coberturas utilizadas para la zonificación agroecológica.

COMPONENTE	FUENTE	AÑO	ESCALA	COORDENADAS	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	DATUM
Geopedología	IEE	2012	1:25.000	Planas (metros)	UTM	WGS 84
Aptitud del suelo	MAGAP	2015	1:25.000	Planas (metros)	UTM	WGS 84
Clima e Hidrología	IEE	2012	1:50.000	Planas (metros)	UTM	WGS 84
Capacidad de Uso de las Tierras	IEE	2012	1:25.000	Planas (metros)	UTM	WGS 84
Sistema Nacional de Áreas Protegidas	MAE	2013	1:250.000	Planas (metros)	UTM	WGS 84
Socio Bosque	MAE	2009	1:250.00	Planas (metros)	UTM	WGS 84

Fuente: IEE, 2012; MAGAP, 2015; MAE, 2013

1.5.3. Elaboración de la cartografía temática

Con los insumos ya mencionados, se procedió a la elaboración de cartografía temática para la caracterización ambiental describiendo cada uno de los parámetros mencionados con anterioridad y según su tipo se los distribuirá según sus características en: edafológicos, climáticos y de relieve; con la finalidad de poder establecer los distintos escenarios que permite inferir la calidad del suelo en la parroquia.

1.5.4. Superposición de capas

Una vez realizado el procedimiento anterior, se procedió a efectuar una unión de la entidad que contenga la información de edafología, clima y relieve para poder generar una base de datos robusta comprendida en un solo *shapefile*.

1.5.5. Generación de la secuencia de consulta SQL

Un Lenguaje de Consultas Estructurado o *Structured Query Language* (SQL) es concebido como: “conjunto de expresiones y sintaxis definidas que se utiliza para

consultar y manipular datos en sistemas de administración de bases de datos relacionales” (ESRI, 2018).

Al tener una base de datos con una gran cantidad de información fue necesario efectuar un SQL, que permita acceder a esta robusta base de datos con ciertas condicionantes para la salida de la información que permitirá obtener una nueva base de datos y a su vez compararla en función de los requerimientos de los cultivos..

1.5.6. Zonas agroecológicas óptimas

Una vez ejecutado la consulta SQL, se formaron polígonos con las características óptimas para el desarrollo de los cultivos de la propuesta se realizará un cálculo de las extensiones resultantes por cultivo. Se tuvo en cuenta la exclusión de todas las áreas protegidas que a pesar de tener de poseer una aptitud agrícola para la producción de estos cultivos no formarán parte de este proyecto de zonificación por considerarse de orden agroecológico.

1.5.7. Elaboración del mapa de zonificación agroecológica a escala 1:25.000

Se elaboró la respectiva cartografía final de las áreas óptimas por cultivo a través del software geográfico respectivo; esta cartografía será elaborada bajo lineamientos de los estándares de información geográfica de la Secretaría Nacional de planificación y desarrollo (SENPLADES) (2013). La cartografía generada deberá contener los siguientes elementos:

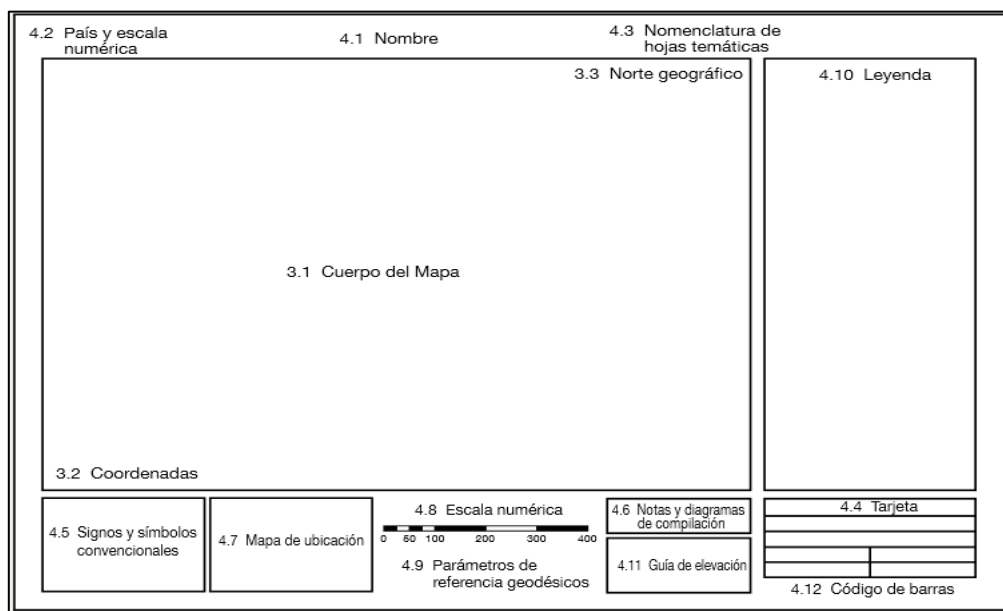


Gráfico 1. Requisitos mínimos para elaboración de cartografía temática.

1.5.8. Análisis del uso de suelo actual en las zonas agroecológicas definidas

El cálculo de las zonas agroecológicas será esencial para poder constatar cuál de los tres cultivos tiene una mejor correspondencia con las condiciones ambientales presentes; este procedimiento, al igual que los anteriores, se realizará a través del software geográfico elegido. Además, se realizaron intersecciones con otras capas tales como uso de suelo actual y áreas de conservación presentes en la zona que permitieron contrastar y determinar un nivel de conflictividad entre las actividades presentes en el área de estudio y los resultados obtenidos.

El gráfico 2, simplifica en flujo de procesos los insumos y pasos previos para la obtención de zonas óptimas para los cultivos en cuestión.

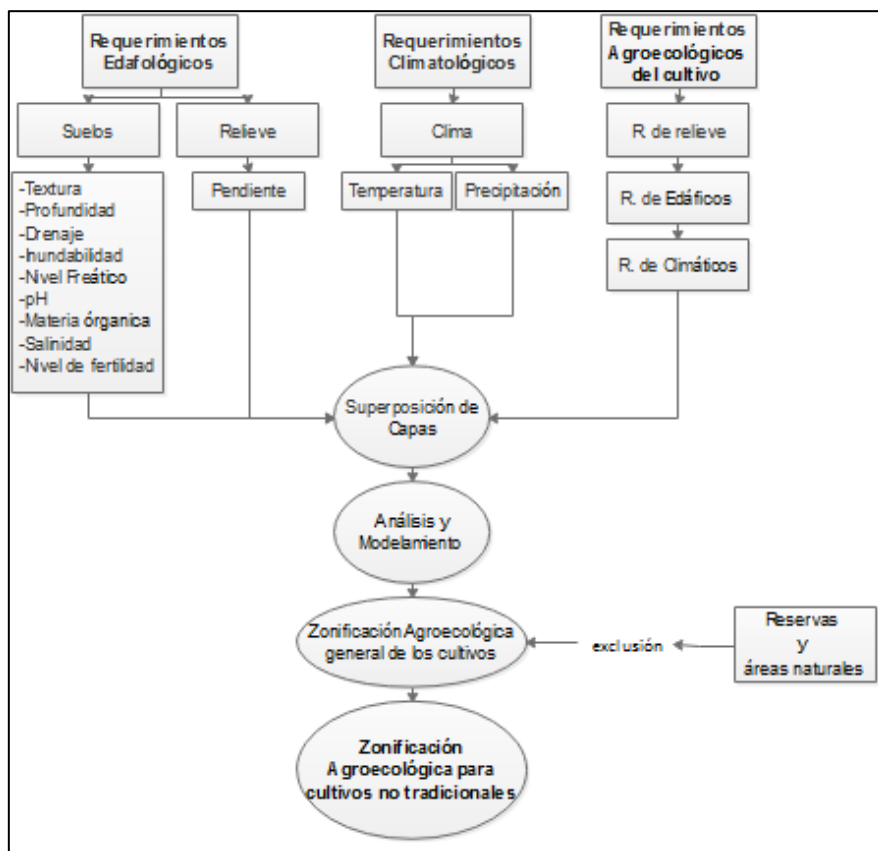


Gráfico 2. Esquema de flujo para la realización de la zonificación agroecológica-

1.5.9. Elaboración del modelo cartográfico

Finalmente, se procedió a sistematizar cada proceso efectuado para la obtención del producto final mediante la utilización de la herramienta *ModelBuilder*; el cual fue ejecutado para comprobar que se haya utilizado el esquema adecuado, dicho modelo será utilizado también para tener una visión clara de cada paso que se realizó para que posteriormente sea un insumo elemental para posteriores zonificaciones en todas las temáticas posibles.

1.6 Operacionalización de las variables

En la tabla 2, las variables que componen el problema de investigación se encuentran descompuestas deductivamente tomando la premisa de lo más general a lo más específico.

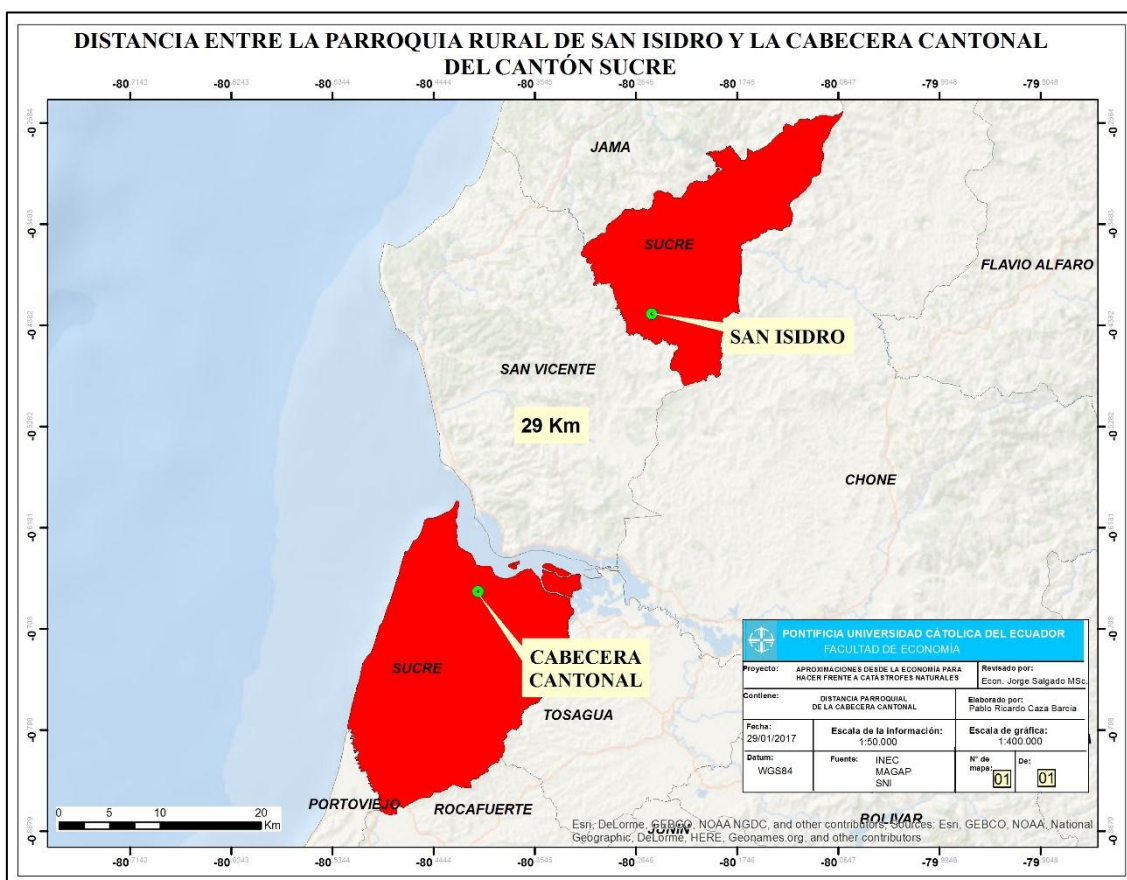
Tabla 2. Descomposición deductiva de las variables que componen el problema.

Variable	Parámetros	Tipo de variable	Dimensión	Indicadores	Metodología - Técnicas
Requerimientos Edafológicos	Altitud Drenaje Nivel de fertilidad Nivel freático pH Pedregosidad Pendiente Profundidad Salinidad Textura Toxicidad	Cuantitativa/Continua	Parroquial	msnm Alta, media y baja Contenido de materia orgánica cm acido/básico % % cm Alta, media y baja Arcilla, arena y limo Alta, media y baja	Recopilación de información de instituciones nacionales.
Requerimientos climáticos	Precipitación Temperatura	Cuantitativa/Continua	Parroquial	mm °C	Recopilación de información de instituciones nacionales.
Zonas agroecológicas	Óptimas	Cualitativa/Nominales	Parroquial	Hectáreas	Superposición de coberturas Elaboración de cartográfica temática

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación del área de estudio

La parroquia rural de San Isidro posee una superficie aproximada de 276.26 km² y se encuentra en la provincia costera de Manabí, perteneciente a la jurisdicción del cantón Sucre; la parroquia en cuestión se encuentra distanciada en alrededor de 29 km de la cabecera cantonal del cantón Sucre debido a que en el año 2000 se oficializó la cantonización de San Vicente (GAD San Isidro, 2015) (ver mapa 1).



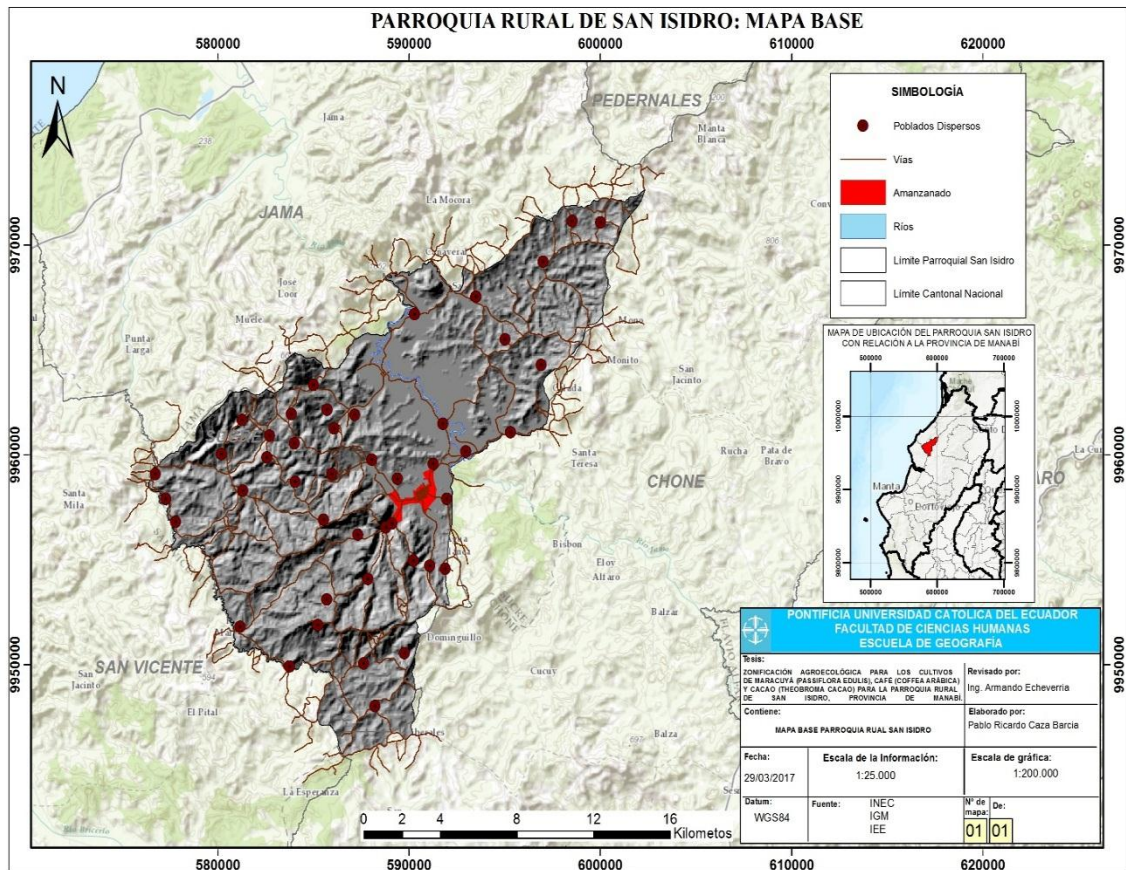
Mapa 1. Distancia entre la parroquia rural de San Isidro y la cabecera cantonal del cantón Sucre

Esta separación territorial ha influido directamente en la oportuna atención de servicios básicos (Carrera, 2013), además de sesgar el sentimiento de pertenencia de los pobladores de San Isidro que en su mayoría ignoran el hecho de que administrativamente se encuentran bajo jurisdicción del Cantón Sucre lo que puede resultar un obstáculo para la planificación y el emprendimiento de innovadores proyectos.

2.2. Límites

Como se puede apreciar en el mapa 2, los límites del área de estudio en sus cuatro puntos cardinales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- Norte: Cantón Jama
- Sur: Cantones San Vicente y Chone
- Este: Cantón Chone
- Oeste: Cantones San Vicente y Jama

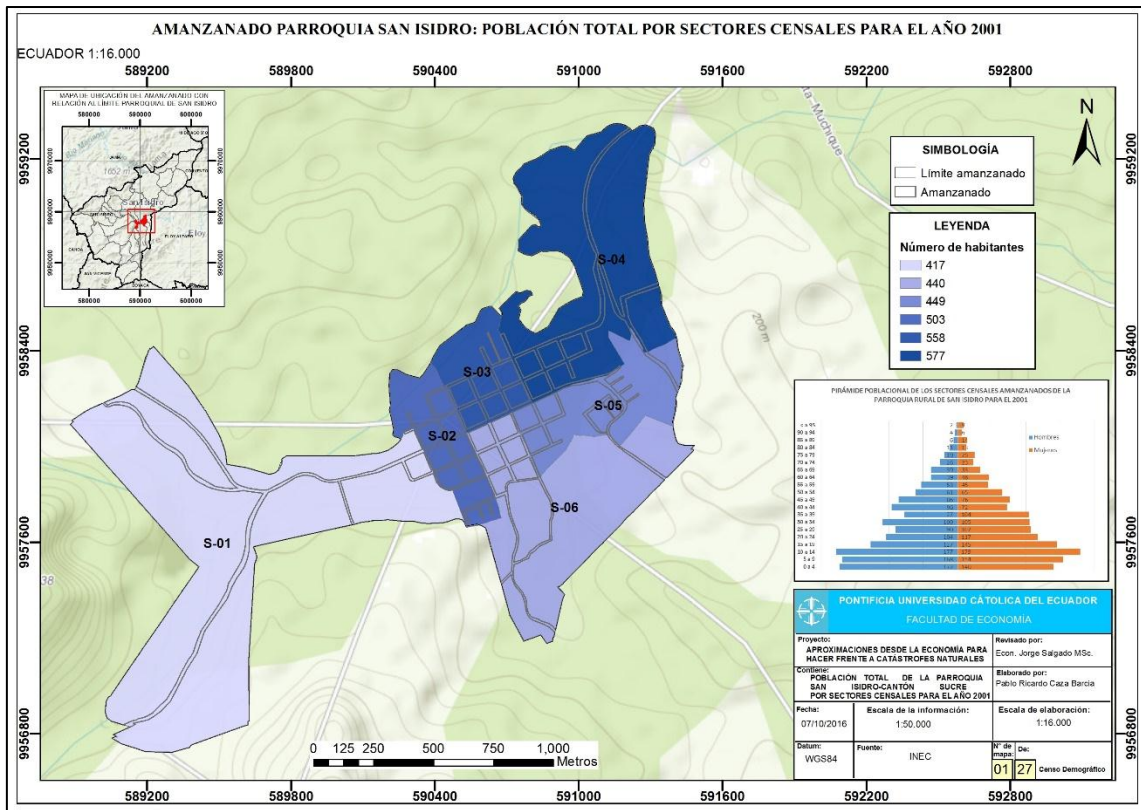


Mapa 2. Cartografía base de la parroquia rural de San Isidro.

2.3. Demografía

Según INEC (2001), a través de la realización del censo nacional de población y vivienda, la parroquia de San Isidro contaba con un total de 2.924 habitantes solo en su amanzanado, que para la fecha estaba conformado por 6 sectores censales, de los cuales el sector censal 4 contaba con 577 habitantes, siendo el más poblado de la parroquia, seguido por el sector censal 3 con un número de 558 habitantes y que se encuentra colindante con primer sector antes mencionado (ver mapa 3).

Estas cifras nos dan un indicio de cómo fueron las dinámicas poblacionales internas en San Isidro y como se ha venido desarrollando territorialmente desde su fundación como tal.



Mapa 3. Población total para el año 2001 por sectores censales amanzanados.

Como se puede apreciar en el gráfico 3, la pirámide poblacional del amanzanado de la parroquia para este periodo es de tipo progresivo, la cual presentaba una base ancha en comparación con los grupos edades avanzadas y en donde la cohorte de 10 a 14 años constituía el grupo poblacional más numeroso, esto describe una alta natalidad frente a una mortalidad progresiva. La Población en Edad para Trabajar (PET)³ para este año fue de 1.954 habitantes que representaba el 66% de la población total.

³ La Población en Edad para Trabajar (PET) se obtiene restando de la población total la población menor de 15 años según el INEC.

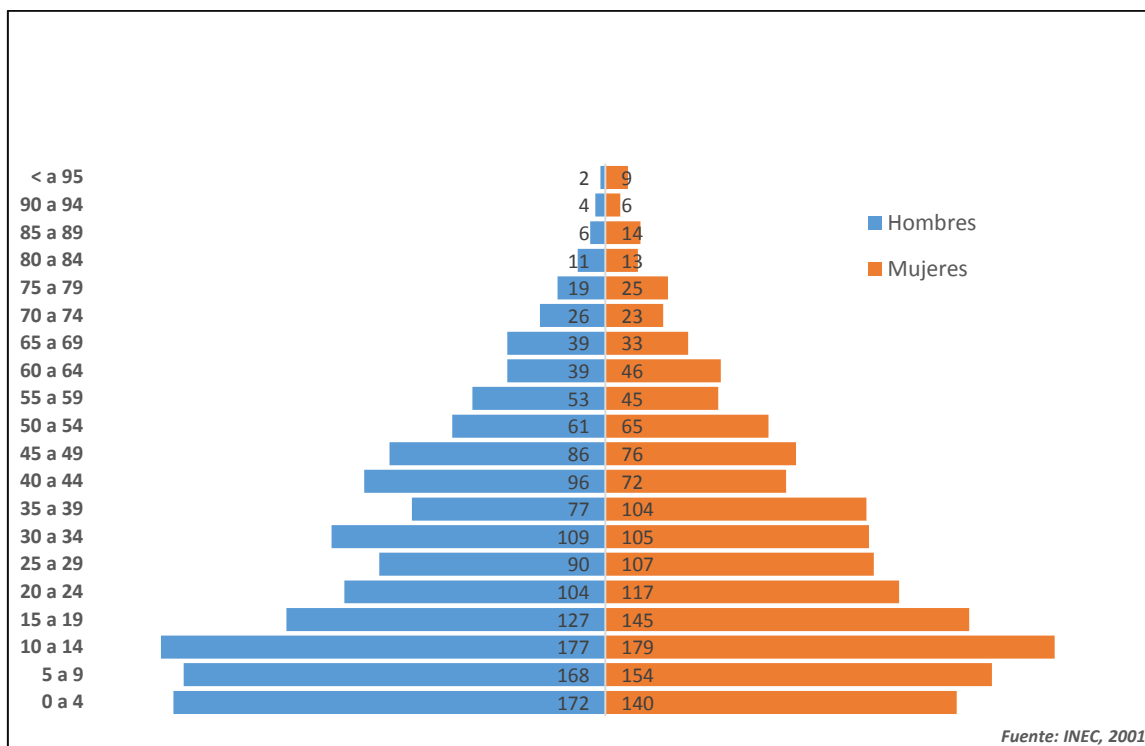
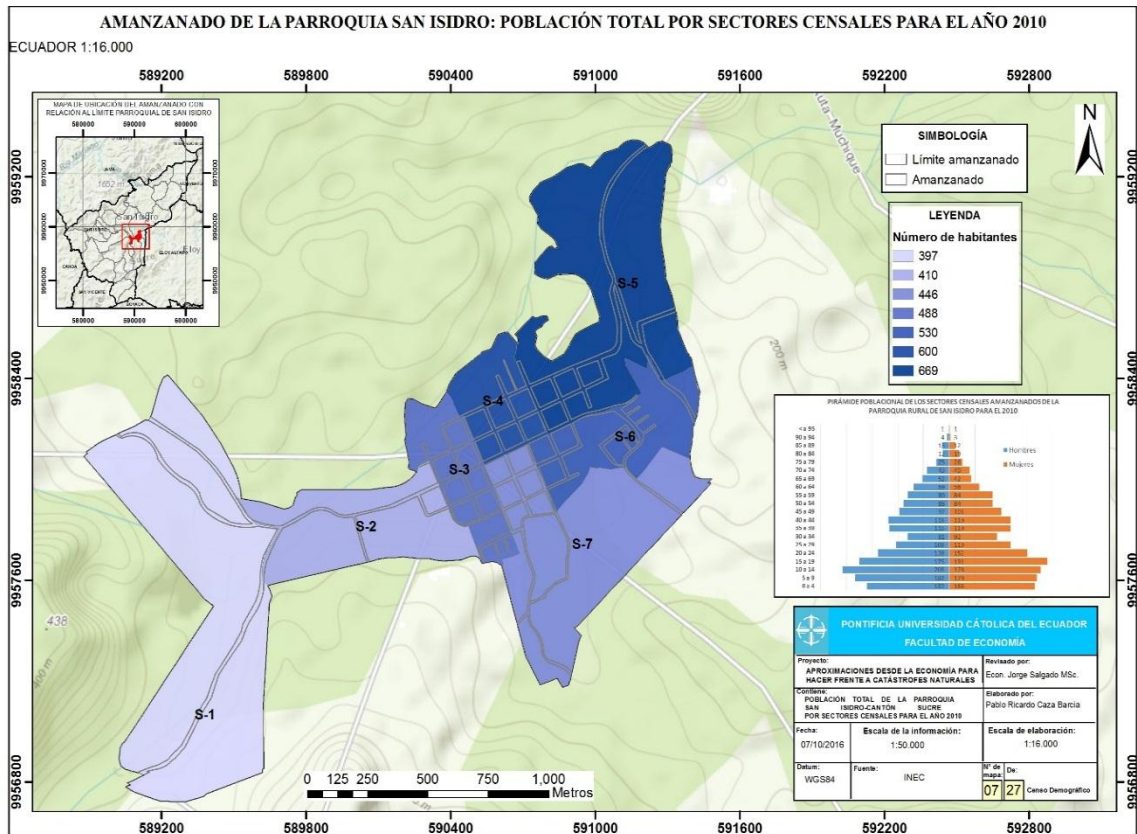


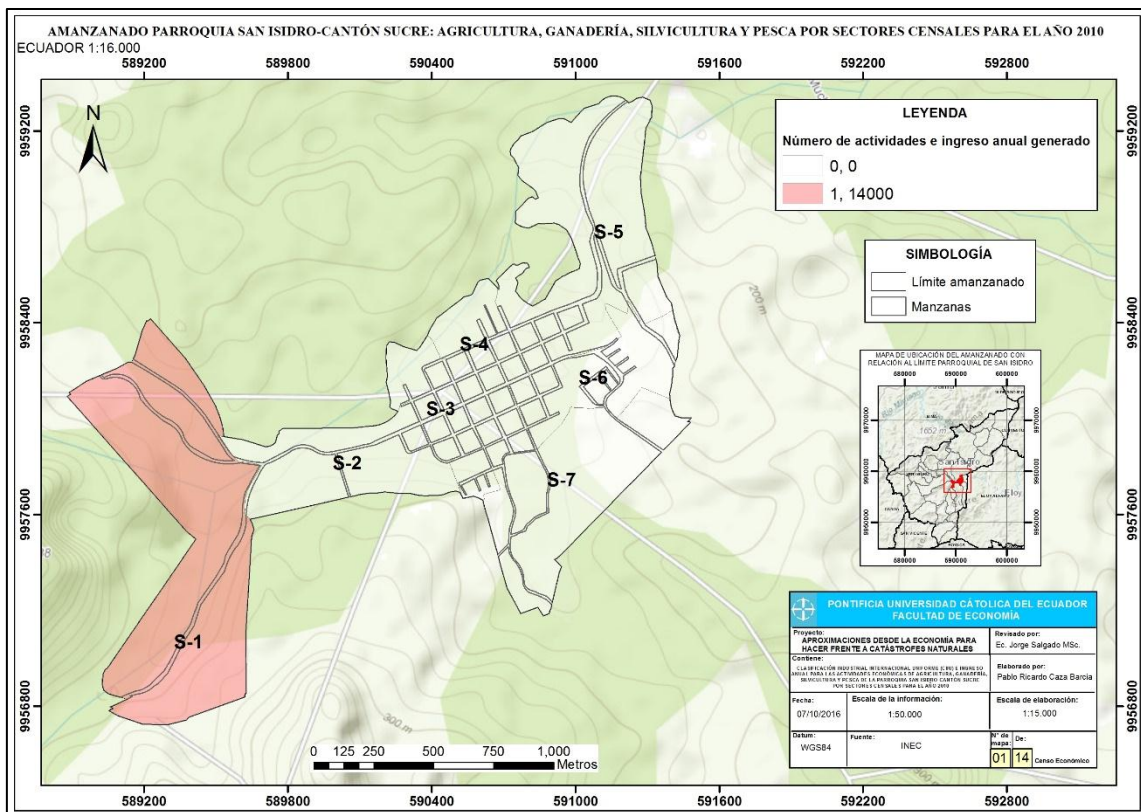
Gráfico 3. Pirámide poblacional de los sectores censales amanzanados de la parroquia rural de san isidro para el 2001.

Para el año 2010, las dinámicas aumentaron pero se mantuvieron con similares patrones que en el 2001, la población para el 2010 pasó a ser un total de 3.540 habitantes. Los sectores censales 4 y 3 (ahora 5 y 4 respectivamente) concentran la mayor cantidad de pobladores del amanzanado de San Isidro. Para esta fecha tuvo lugar un crecimiento horizontal de la parroquia, provocado por los flujos migratorios internos e influenciados por el sistema vial principal ocasionando que tuviera lugar una expansión territorial del amanzanado que se refleja en el sector censal S-01 del 2001 y su posterior división en dos sectores censales S-01 y S-02 para el 2010 (INEC, 2010) (ver mapa 4).



Mapa 4. Población total para el año 2010 por sectores censales amanzanados.

A pesar de que el nuevo sector censal cuenta con menor la cantidad de población en la parroquia, con un total de aproximadamente 397 habitantes, es claro que hubo un crecimiento poblacional considerable. Tomando en cuenta que este crecimiento pudo ser influencia por las actividades económicas que motivaron un desplazamiento de la población de San Isidro, debido a que en este lugar empieza a hacerse notorio la presencia de actividades agropecuarias con ingresos anuales de \$14.000 USD, y que puede constatar en la cartografía económica del área de estudio (ver mapa 5) (INEC, 2010).



Mapa 5. Número de registros e ingresos anuales – agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

En el gráfico 4, se observa la pirámide poblacional del año 2010, en el cual se evidencia que ha cambiado notoriamente en 10 años, aunque manteniendo su forma progresiva con su característica base ancha que a diferencia del año 2001 tuvo un aumento de la natalidad reflejado en el aumento poblacional de las edades de 0 a 24 años.

La PET para el año 2010 fue de 3.540 habitantes que represento el 70% de la población total.

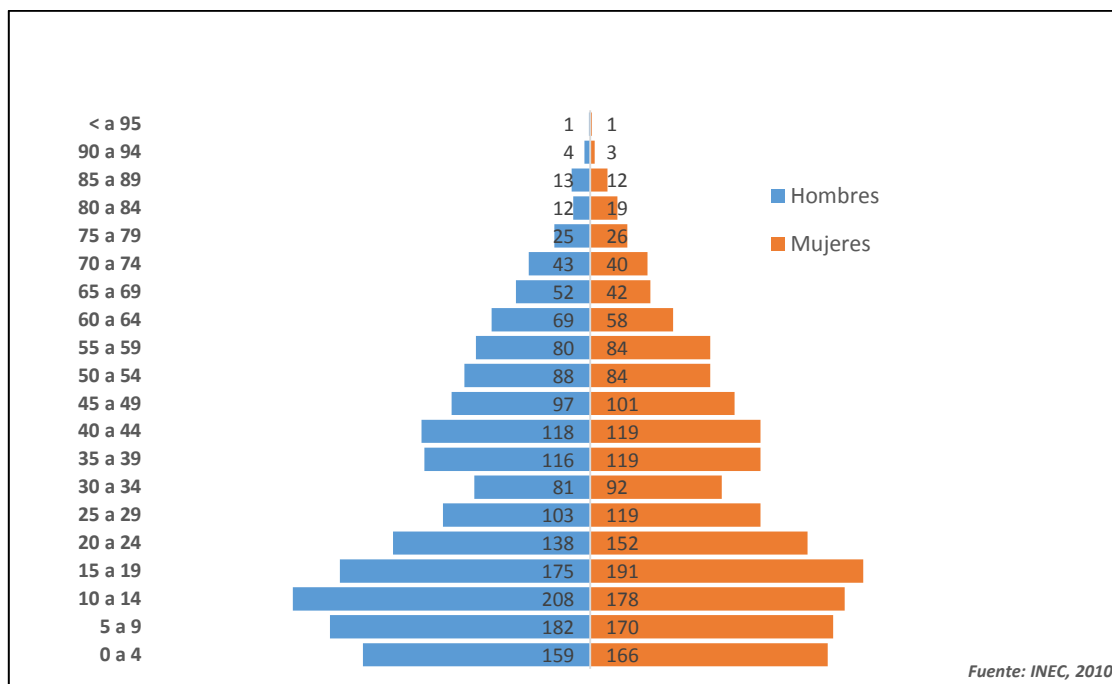
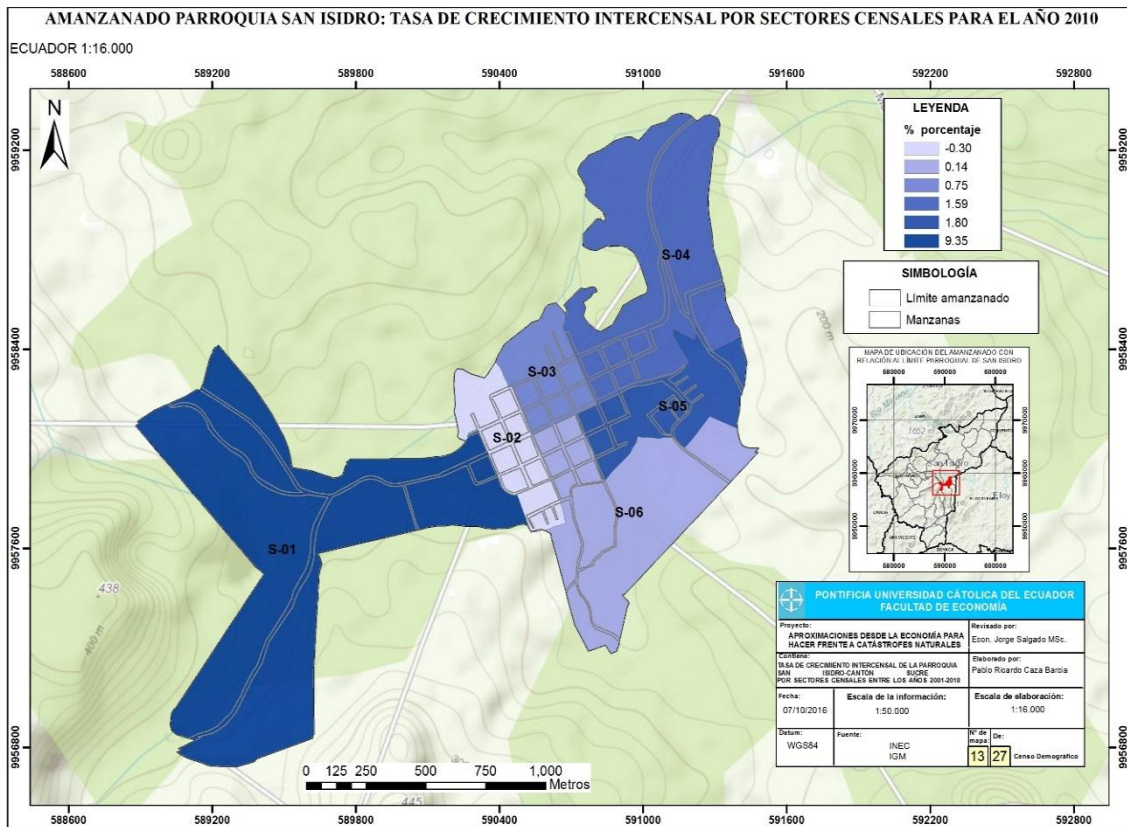


Gráfico 4. Pirámide poblacional de los sectores censales amanzanados de la parroquia rural de san isidro para el 2010.

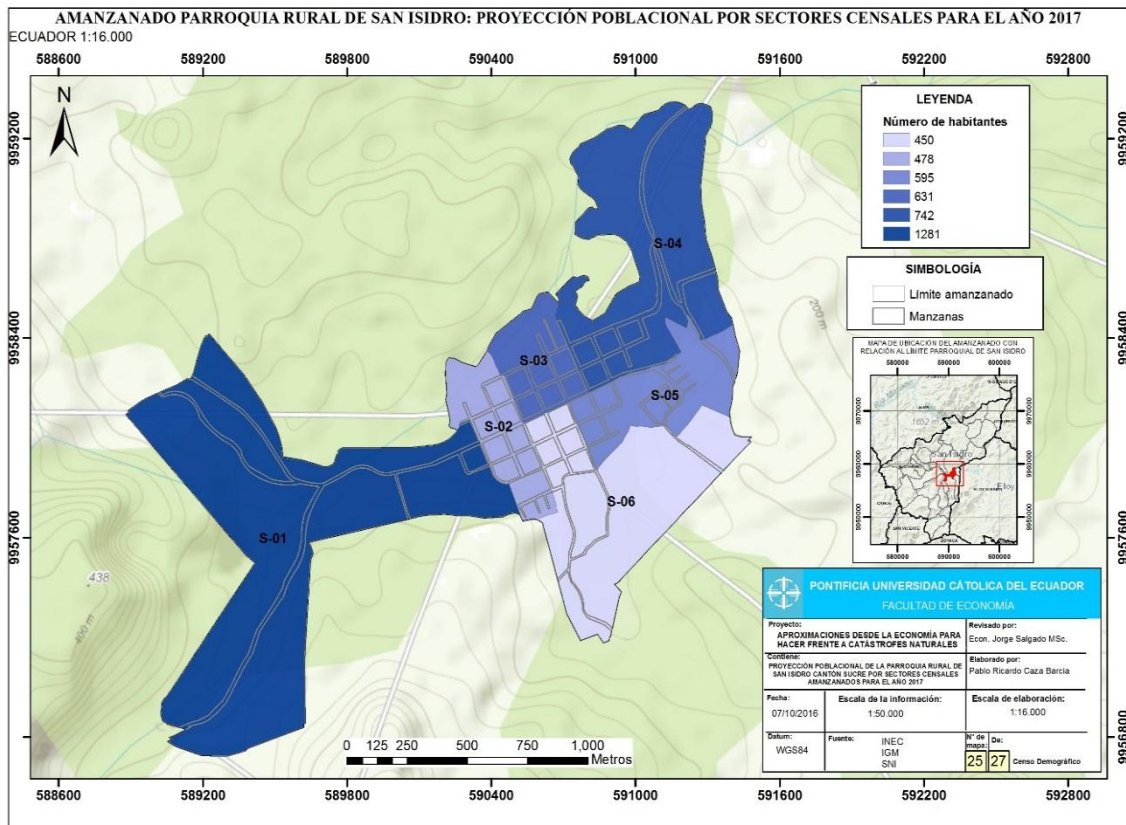
De acuerdo al mapa 6, se evidencia que con las bases poblacionales antes mencionadas, se obtuvo un crecimiento intercensal de 2,02% en el amanzanado del área de estudio, esto quiere decir 2,02 personas por cada 100 habitantes, una cantidad razonable considerando la extensión de San Isidro. Centrándonos específicamente en cada sector censal vale la pena acotar que el sector 1 obtuvo un crecimiento de 9,35% muy por encima del resto⁴, mientras que solo en un sector censal se obtuvieron valores negativos con decremento de -0,30%.

⁴ Se tomó como base para el análisis espacial los sectores censales del 2001, y, para los fines pertinentes; los sectores 1 y 2 del año 2010 se unieron, sumándose así ambas poblaciones sin ningún sesgo en la información.



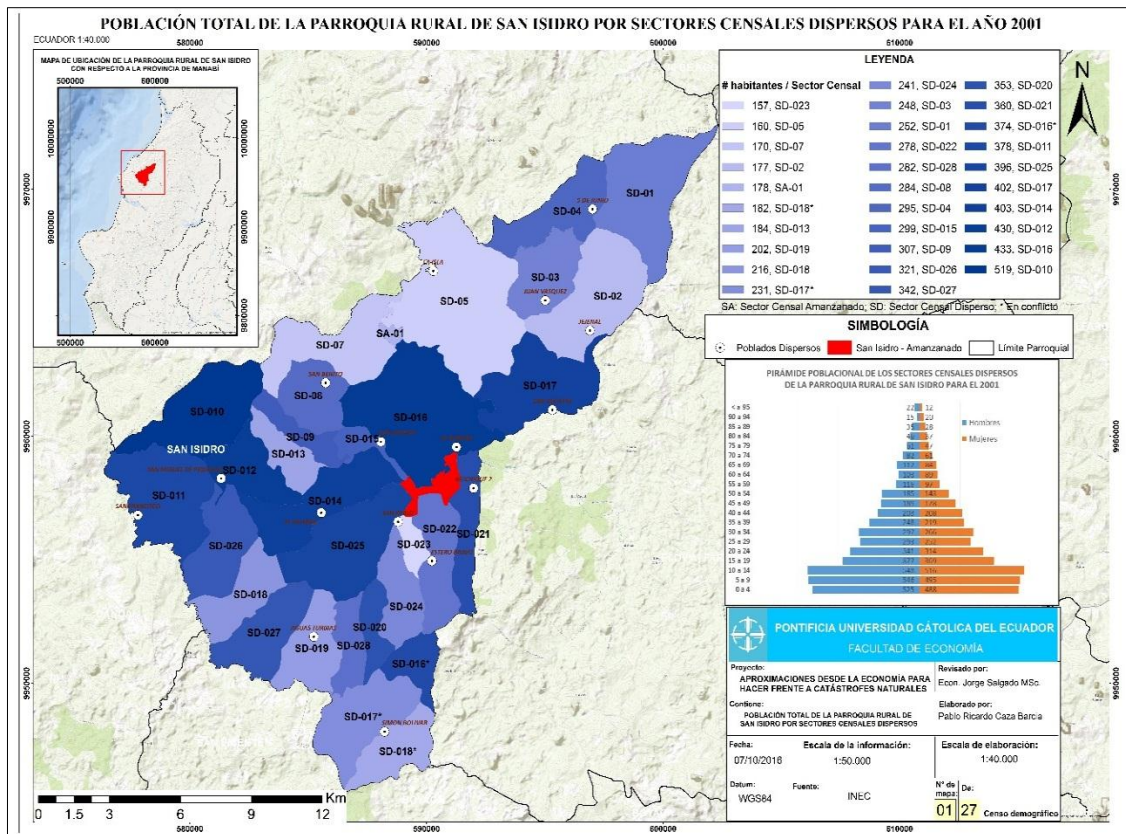
Mapa 6. Tasa de crecimiento intercensal de la parroquia rural de San Isidro.

En el mapa 7, se evidencia las proyecciones poblaciones para el año 2017 por cada sector censal, el número total de habitantes del amanzanado estaría bordeando los 4.226 habitantes, el sector censal con mayor población correspondería al S-01 que estaría alrededor de 1.281 habitantes, seguido por el S-04 con una población aproximada de 742 habitantes. Además, claramente se evidencia que el amanzanado de San Isidro estaría creciendo horizontalmente, influenciado por las actividades económicas que se ven beneficiadas por la fácil accesibilidad al sistema vial principal.



Mapa 7. Proyección poblacional al 2017 para la parroquia rural de San Isidro.

El mapa 8, muestra los sectores censales dispersos, mismos que comprenden una mayor extensión de territorio y numéricamente son mucho más poblados que los sectores censales del amanzanado. En este caso, para el año 2001, San Isidro contaba con una población total de 7.554 habitantes y cuya población no tiene un patrón peculiar en cuanto a la distribución de su población, pero cuyos lugares con mayor número de habitantes se encuentra en las áreas fronterizas a Jama y Canoa tales; como los sectores censales 10 y 11 con 519 y 378 habitantes respectivamente.



Mapa 8. Población total para el año 2001 por sectores censales dispersos.

Al igual que a nivel de amanzanados, la pirámide poblacional de los sectores dispersos para el año 2001, presentan una forma progresiva considerable como consecuencia de una alta natalidad por la anchura de su base, que se resume con un total de 8.267 habitantes; siendo los hombres mayoría en la parroquia pero sin marcar notable diferencia con respecto a las mujeres (ver gráfico 5).

La PET para el año 2001 fue de 5.149 habitantes que represento el 62,3% de la población total.

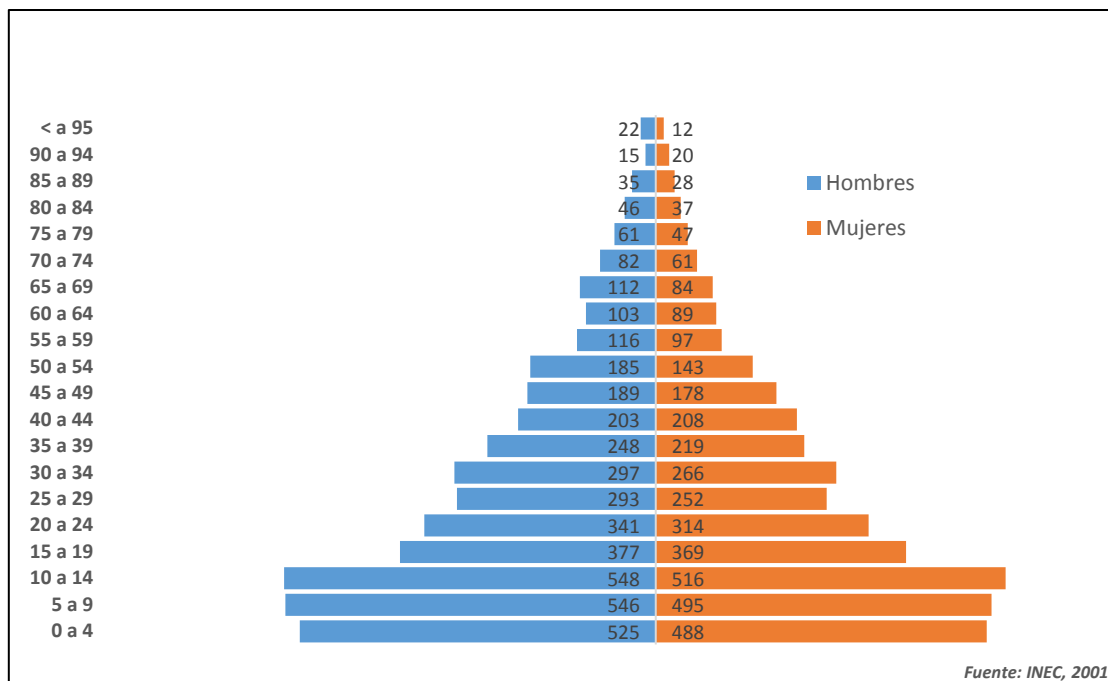
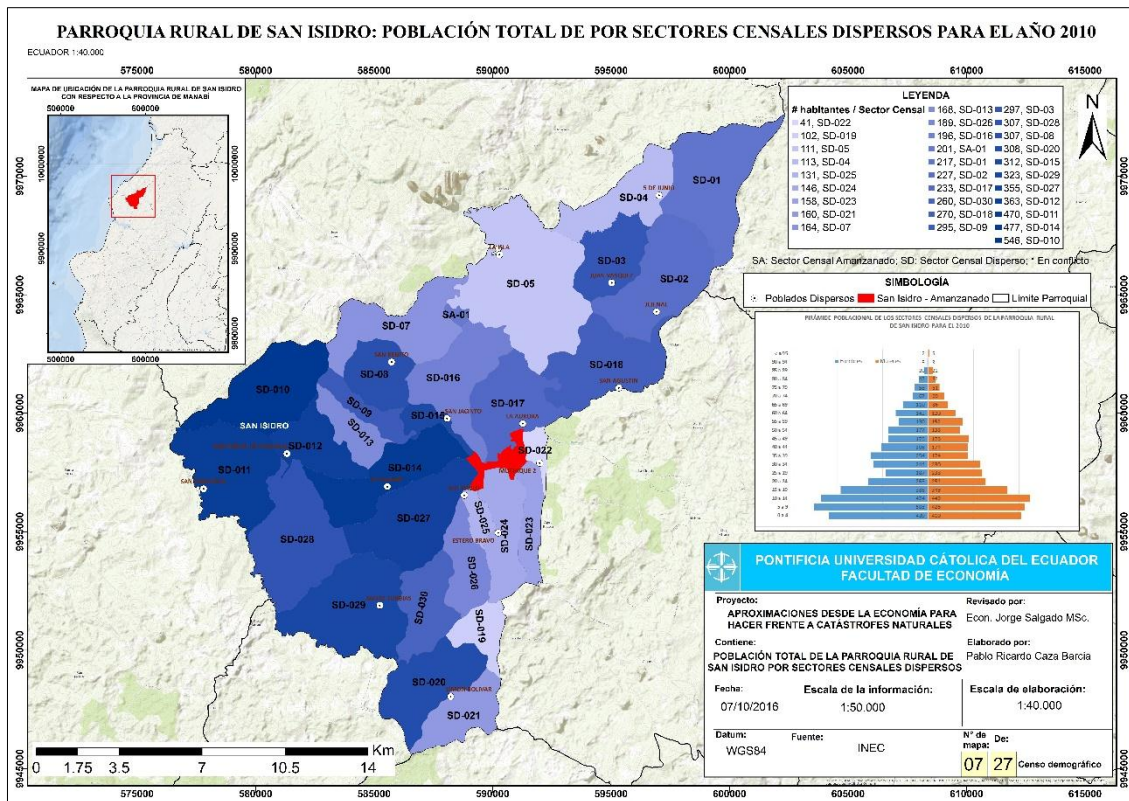


Gráfico 5. Pirámide poblacional de los sectores censales dispersos de la parroquia rural de san isidro para el 2001.

Para el 2010, se debe considerar que hubo un cambio en la división política administrativa que se hizo evidente mediante el aumento de los sectores censales a un total de 29, y cuya población total para la fecha fue de aproximadamente 7.447 habitantes. Los patrones de concentración de las personas se mantuvieron en las áreas que preponderaron o acapararon la mayor cantidad de población en el año 2001 (ver mapa 9).



Mapa 9. Población total para el año 2010 por sectores censales dispersos.

De acuerdo al gráfico 6, la dinámica poblacional para el 2010 tuvo cambios particulares y son reflejados en los cambios de su pirámide poblacional. La cual mantiene su forma progresiva, pero reduciéndose la cantidad de habitantes a partir de 15 años en adelante que se puede traducir debido a procesos migratorios. Su población en las edades de 0 a 14 años se mantuvo relativamente en la misma cantidad que en el año 2001.

La PET para el año 2010 fue de 4.746 habitantes que represento el 64% de la población total.

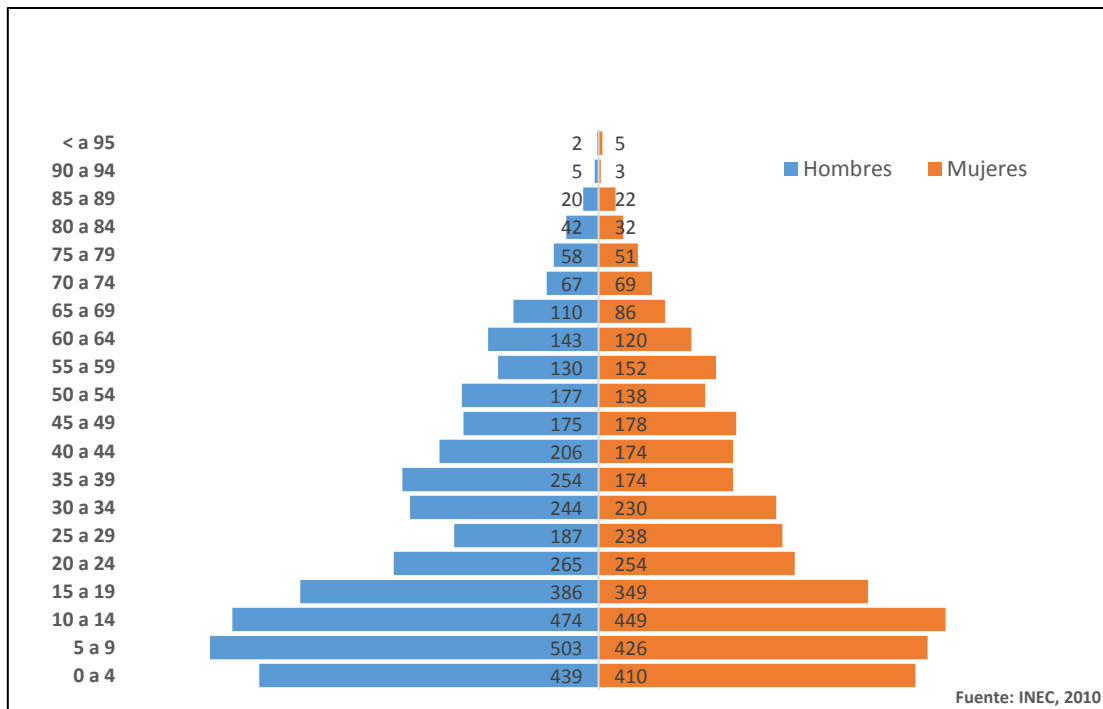
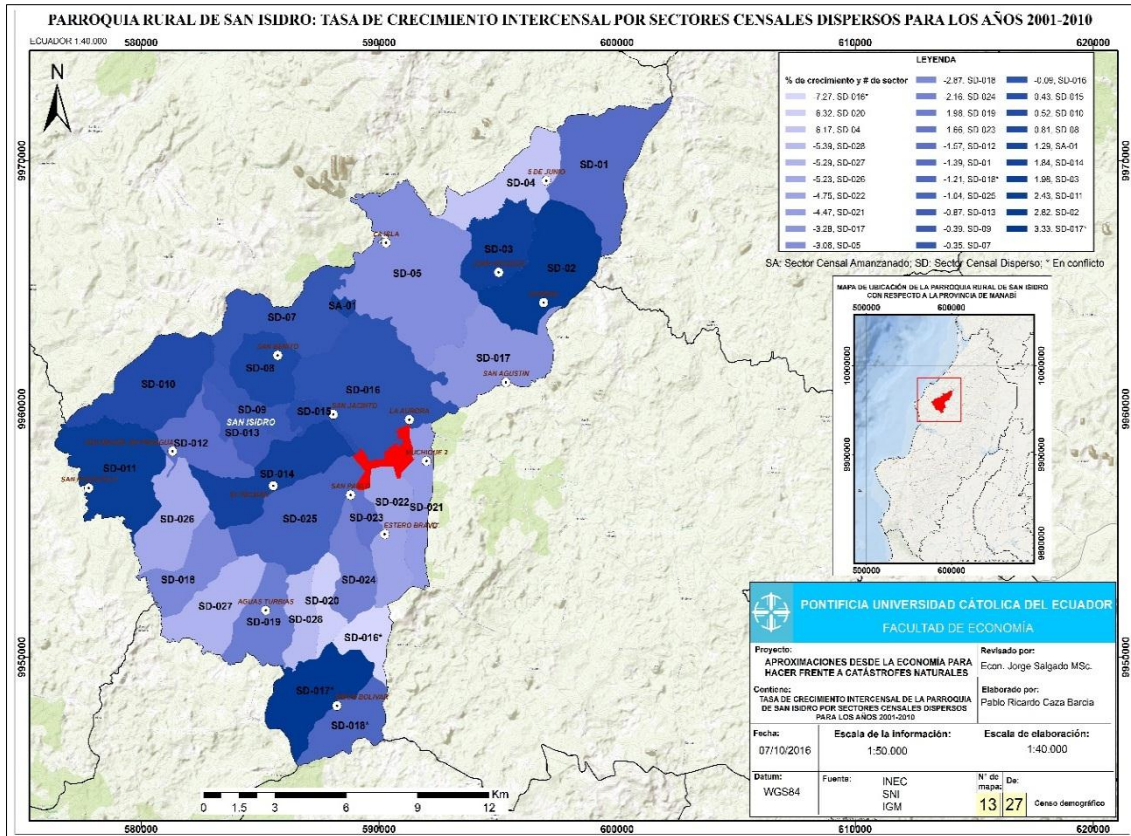


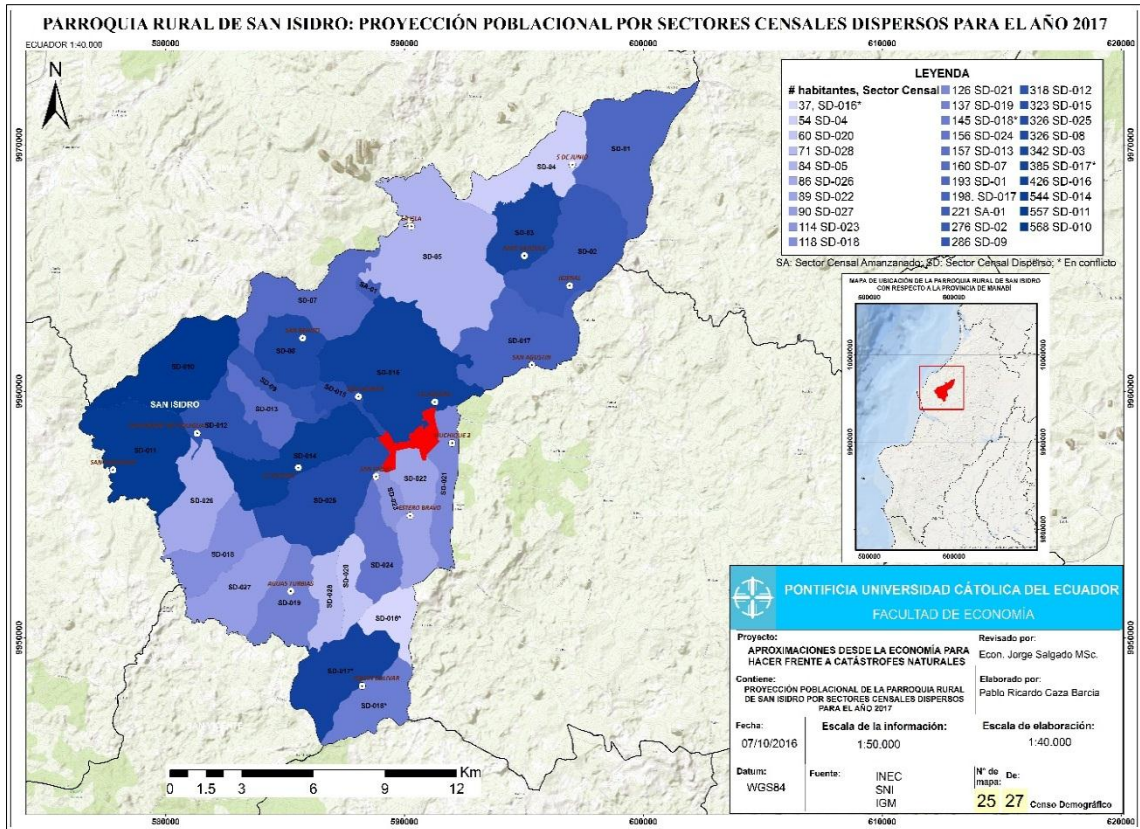
Gráfico 6. Pirámide poblacional de los sectores censales dispersos de la parroquia rural de san isidro para el 2010

El mapa 10 muestra el crecimiento intercensal disperso cuya tasa general o total de crecimiento, con los valores anteriores ya planteados, nos arroja un valor negativo de -0,68 %, esto se puede traducir como el decrecimiento poblacional del área rural de San Isidro. Analizando cada uno de los sectores censales dispersos es notorio que la mayoría de valores son negativos y que puede inferirse como el producto de la tendencia nacional del éxodo rural que se traduce en la migración de las poblaciones rurales hacia zonas urbanas por la dificultad que representa en la actualidad producir la tierra. Esto puede ser corroborado por las tasas de crecimiento del amanzanado que arrojaron tasas positivas de crecimiento, y, si vamos más allá, tomando en cuenta las tasas según el género, tenemos un decrecimiento del -0,70 y -0,66 de hombres y mujeres respectivamente; considerando que los hombres la principal fuerza de trabajo en el agro ecuatoriano.



Mapa 10. Tasa de crecimiento intercensal de la parroquia rural de San Isidro.

En el mapa 11, se evidencia que la proyección para el 2017 de los sectores censales dispersos no guarda un patrón notorio pero es visible que se mantiene la tendencia de aumento de la población alrededor del amanzanado de la parroquia (SD-016, SD-015, SD-014, SD-026) que puede significar que persistiría la migración progresiva en las zonas rurales hacia el amanzanado.

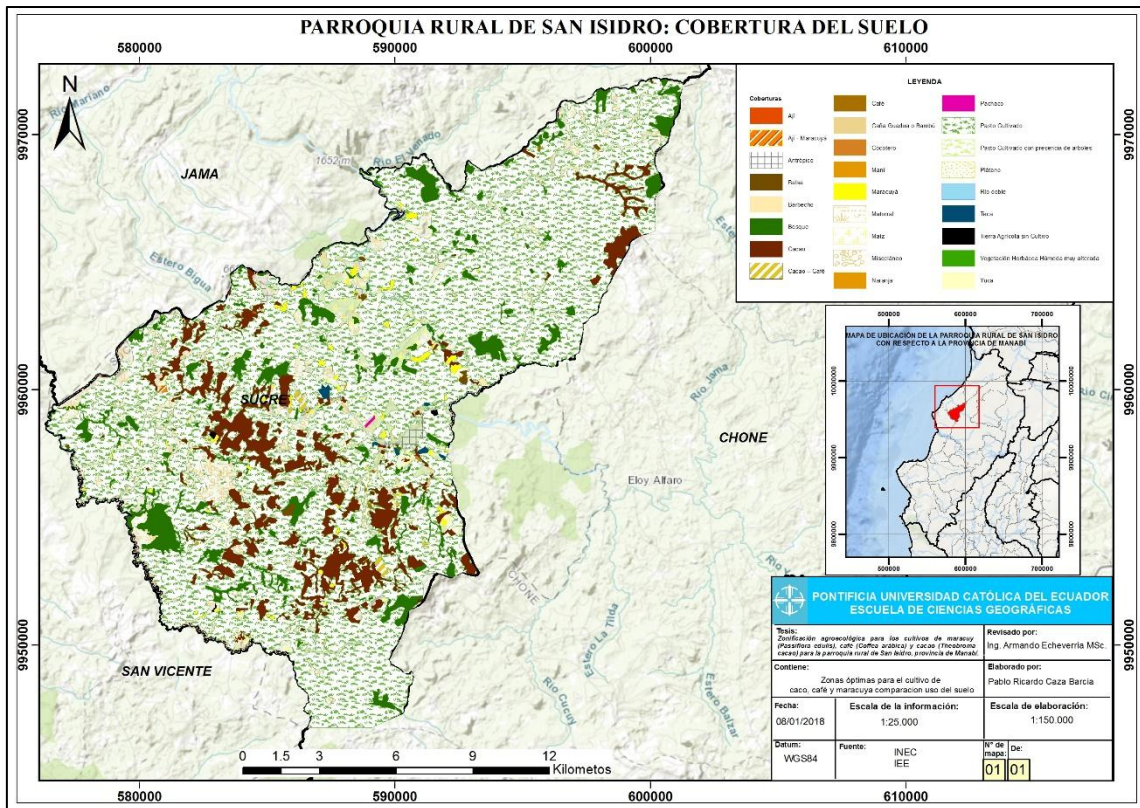


Mapa 11. Proyección poblacional al 2017 para la parroquia rural de San Isidro.

2.4. Economía

De manera general, la parroquia de San Isidro es una zona altamente productiva, sus suelos son fértiles y su posición geográfica es muy ventajosa para la riqueza de su flora y fauna; la base de su economía está en función de las actividades agrícolas y pecuarias en las que resaltan el cultivo y comercialización de la maracuyá y la ganadería en extensas áreas de pasto para la crianza de ganado vacuno (Carrera, 2013).

En el caso último de la ganadería, su actividad se encuentra favorecida básicamente por 19.655,84 ha de pasto cultivado, sin contar los que tienen presencia de árboles, destinado a toda clase de ganado, convirtiéndose así; en la cobertura de mayor relevancia y presencia en la parroquia (ver mapa 12).



Mapa 12. Cobertura del uso de suelo en la parroquia rural San Isidro.

A parte de la actividad pecuaria se evaluó otros usos de suelo relevantes como el agrícola, que ocupa 3.422,09 ha; siendo los cultivos del cacao, maracuyá y maíz los que mayor cobertura en el territorio poseen (ver tabla 3).

Tabla 3. Extensión (ha) de los usos y coberturas del suelo de la parroquia rural San Isidro

USO	COBERTURA	EXTENSIÓN (ha)
AGRÍCOLA	Ají	1,19
	Barbecho	6,86
	Cacao	2.471,49
	Café	11,33
	Cocotero	2,63
	Maní	1,18
	Maracuyá	181,27
	Maíz	646,75
	Plátano	79,75
	Naranja	1,54
	Tierra Agrícola sin Cultivo	12,02
	Yuca	5,37
	TOTAL	3.422,09
AGROPECUARIO MIXTO	Ají - Maracuyá	8,72
	Cacao - Café	74,86
	Misceláneo	1.601,62
	Pasto Cultivado con presencia de arboles	15,34
	TOTAL	1.700,54

PROTECCIÓN O PRODUCCIÓN	Balsa	52,41
	Caña Guadua o Bambú	21,12
	Pachaco	6,14
	Teca	40,86
	TOTAL	120,53
CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN	Vegetación Herbácea Húmeda muy alterada	1,55
CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN	Bosque	1.894,28
	Matorral	668,25
	TOTAL	2.562,53
AGUA	Río doble	50,22
ANTRÓPICO	Infraestructuras	113,46
PECUARIO	Pasto Cultivado	19.655,84

Fuente: IEE, 2012

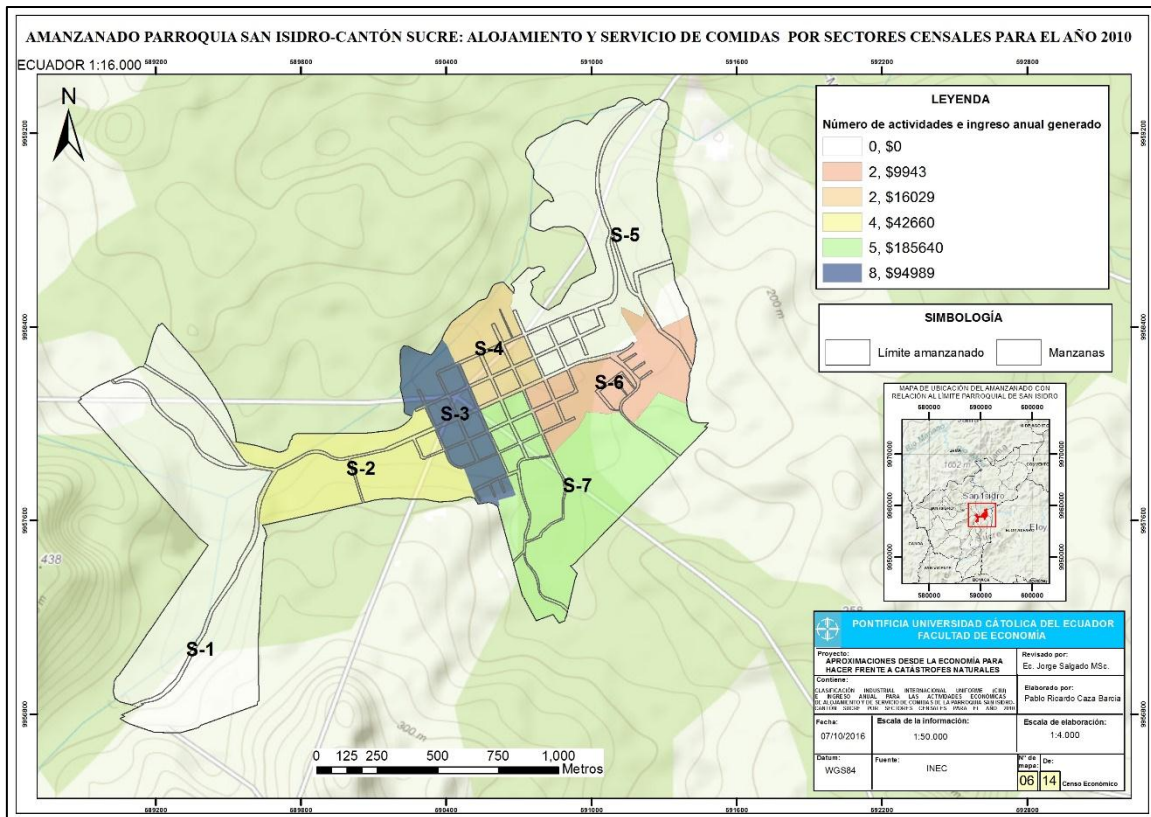
En lo que respecta a las inmediaciones del amanzanado a través del Censo Nacional Económico del año 2010, que dentro de su estructuración contempla la utilización de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). Esta Clasificación trata de englobar las actividades productivas y todos los datos de orden económico en conjunto de categorías de actividad para su presentación y difusión para ser aprovechados en análisis estadísticos (ONU, 2009).

De las 21 clasificaciones que comprenden el CIIU, San Isidro solo tiene registro en su territorio 14 de ellas, de las cuales la mayoría tienen poca representatividad, por lo cual se escogieron las tres más representativas basada en criterios que consistieron considerar el número de actividades registradas por sector censal e ingreso total anual de las mismas.

A nivel parroquial la economía está basada principalmente en la producción y comercialización de productos pecuarios y derivados de los mismos. Este fenómeno se hace notoria con el registro de un incremento del 15,77% del área de pastizales con relación al año 2008 (GAD San Isidro, 2015).

En relación a los sectores amanzanados, las actividades económicas relacionadas con el alojamiento y servicio de comidas están presente en 5 de los 7 sectores censales amanzanados que se puede cuantificar en 21 registros de este tipo de actividad, con una mayor presencia en el centro de su amanzanado, más específicamente en su sector censal 3 (ver mapa 13).

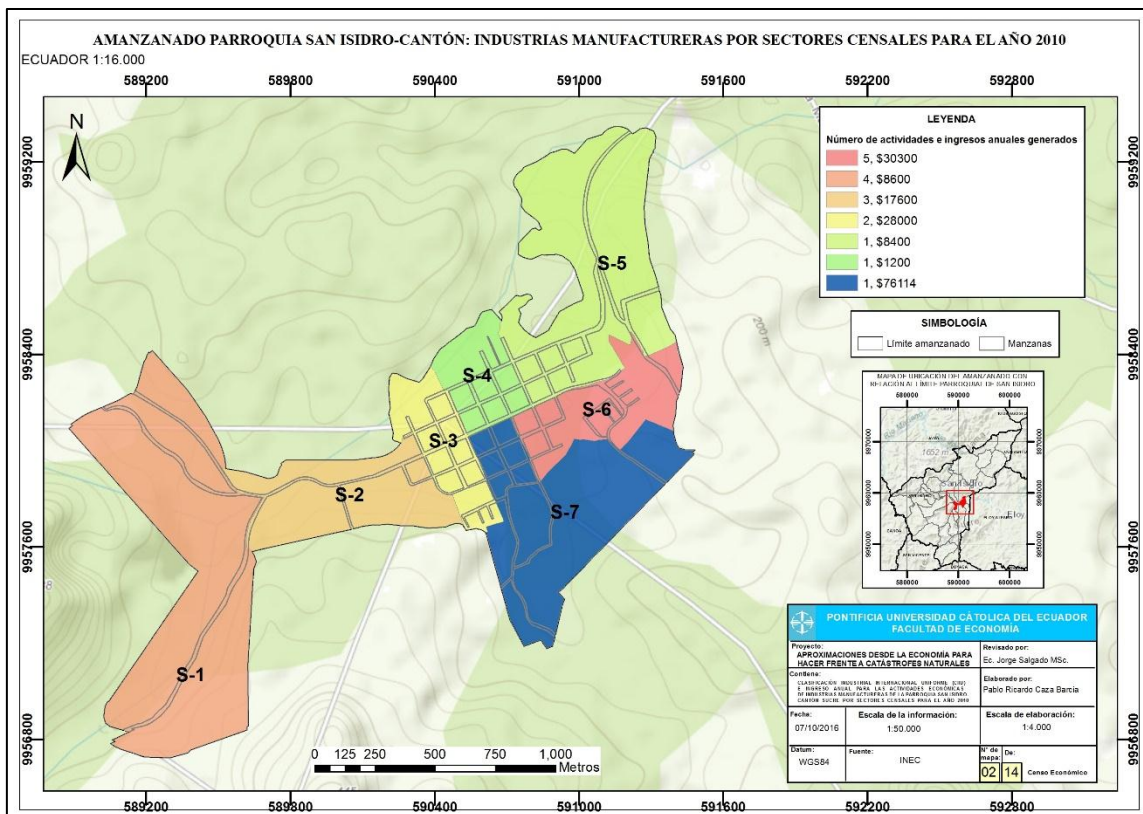
Anualmente este tipo de actividad ha venido significando para San Isidro un ingreso anual de aproximadamente \$349.241 USD (INEC, 2010b).



Mapa 13. Número de registros e ingresos anuales – Alojamiento y servicio de comidas.

La segunda actividad preponderante dentro del amanzanado, resulta importante para la presente propuesta, puesto a que comprende la transformación de materias primas procedentes de actividades tales como la agricultura y ganadería, la silvicultura, la pesca y la explotación de minas y canteras. Esta actividad mantuvo para el año 2010, un total de 21 registros con presencia en todos sus sectores censales, siendo el sector censal 6 donde más registros se tuvieron lugar para este tipo de actividad. Las industrias manufactureras representaron para la parroquia un ingreso anual de \$170.214 USD (INEC, 2010b).

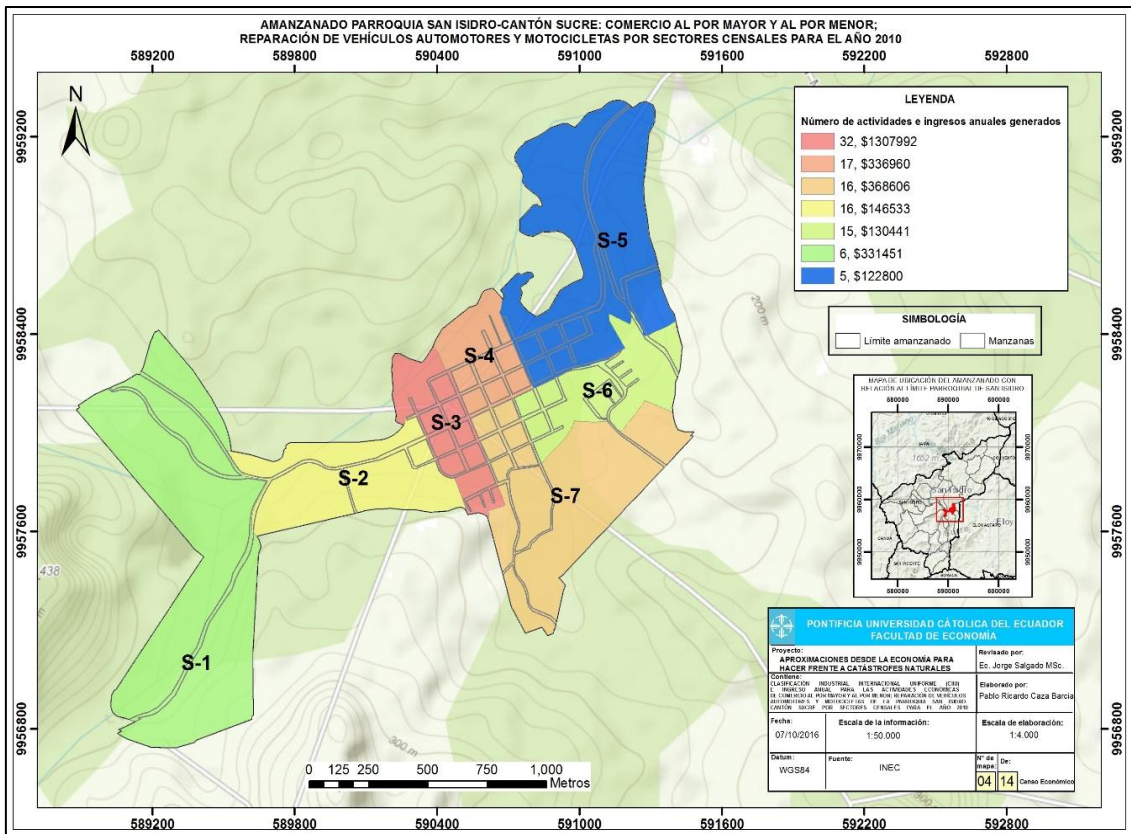
A pesar de tener los mismos registros que las actividades de alojamiento y servicios de comidas sus ingresos anuales no son mayores aunque cabe recalcar que las industrias manufactureras tienen aceptación a lo largo y ancho de los sectores censales del amanzanado, lo que puede ser indicio de la factibilidad de viabilizar ciertos proyectos productivos enfocados en darle un valor agregado a la producción agrícola basado en la adecuada armonía entre la producción agrícola y las condiciones ambientales presentes en la parroquia (ver mapa 14).



Mapa 14. Número de registros e ingresos anuales – Industrias manufactureras.

La venta al por mayor y al por menor de vehículos automotores y motocicletas; y todo lo que comprenden los productos y la prestación de servicios; representa en el amanzanado del área de estudio la actividad que mayor representatividad posee e ingresos genera dentro de la parroquia (ver mapa 15).

Para el año 2010, este tipo de actividad mantenía una presencia de 107 actividades relacionadas con la venta de vehículos automotores que constaban en general con un ingreso anual de \$ 2.744.783 USD. Estas cifras convierten a todas las actividades relacionadas a la venta de vehículos automotores como la más preponderante en el amanzanado de la parroquia debido a su presencia en todos los sectores censales y a los ingresos anuales generados; que marcan una gran diferencia en comparación con las actividades económicas que fueron analizadas en este acápite (INEC, 2010b).



Mapa 15. Números de registros e ingresos anuales – Comercio al por mayor y por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.

CAPÍTULO III: PARÁMETROS AGROECOLÓGICOS PARA LOS CULTIVOS DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), CAFÉ (*Coffea arabica*) Y CACAO (*Theobroma cacao*).

Para la definición de las necesidades de cada uno de los cultivos, en primera instancia se tomó como parámetros óptimos de referencia los planteados por el ente nacional destinado a la investigación en cuestiones agropecuarias, el INIAP, para posteriormente fuesen completados y complementados por medio de una revisión bibliográfica sobre el manejo y las experiencias que poseen otros países de la región para la producción de maracuyá (*Passiflora edulis*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*).

3.1. Parámetros agroecológicos para el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*)

La maracuyá pertenece al género *Passiflora*, originaria de las regiones subtropicales, es considerada como una planta trepadora cuyas hojas y flores han sido utilizadas con fines medicinales y bebidas de infusión; su fruto ha visto obstruida su comercialización en el mercado mundial por la inestabilidad de su oferta, variación de los precios y altas cotizaciones⁵ (López , 2009).

La altitud es considerada uno de los parámetros fundamentales para el óptimo desarrollo de cualquier cultivo. Varios autores difieren en definir la altura optima sobre el nivel del mar que se encuentra en función del relieve de un determinado país de origen; Amaya (2010) identifica dos variedades o subespecies de maracuya, la purpura o morada (*Passiflora edulis* Sims.) y la amarilla (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*) que se producen en el Perú, la primera es de climas semi cálidos y a una mayor altitud sobre el nivel del mar, mientras que, la segunda es de climas cálidos se puede desarrollarse desde los 0 a 1.000msnm. Para el caso de Costa Rica, se ha determinado que los mejores rendimientos se obtienen en los rangos altitudinales de 400 y los 800msnm, identificado que a una altitud de 0 a 200msnm las zonas costeras con influencia del atlántico pueden ser susceptibles a enfermedades que tengan incidencia en su rendimiento (MAG, 1991). En el contexto de lo ya mencionado, SENA y Gobernación de Antioquia (2014), establecieron que la altura sobre el nivel del mar mas apta para el cultivo de maracuyá esta entre los 800 y 1.200 msnm pero concuerda en considerar como “moderadamente aptas” que los rangos de 400 y 800 msnm.

⁵ La maracuyá cubre apenas el 1% del mercado mundial de jugos, concentrados y pulpas.

Esto último puede ser cuestionable debido a que existen diferencias que radican en la extensión y orografía entre la parroquia de San Isidro en Ecuador y la región de Antioquia en Colombia; ya que a esta última, la conforman municipios que se encuentran en diferentes pisos altitudinales, y, que además; es considerada como una zona productora de maracuyá de Colombia de menor escala en comparación con el Valle del Cauca y Santander cuya producción suele ser considerada como de mejor calidad (Salinas H. , 2014).

La temperatura óptima bordea los 23 a 25°C aunque puede adaptarse en condiciones climáticas de 21 a 32°C (Valarezo *et al.*, 2014). Amaya (2010) menciona que aquellos lugares cuyas temperaturas promedio sobrepasen los rangos 24 a 28°C provoca que haya un desarrollo vegetativo acelerado, pero también la disminución de la producción, además de impedir el desarrollo floral en algunas regiones del Perú. En concordancia con las consecuencias de cultivar maracuyá en altas temperaturas, García (2002) afirma que temperaturas por encima de los 35°C es determinante para que el crecimiento se acelere disminuyendo la producción. El mismo Amaya (2010) afirma que si las condiciones de temperatura se encuentran por debajo del rango mencionado con anterioridad, es determinante en la disminución del número de frutos.

Para complementar lo anterior, se debe considerar que entre más elevadas sean las temperaturas, más pronto se llegará a la época de cosecha, pero con una afectación en la calidad produciendo frutos de mal sabor con disminución de peso y retardo en la formación del color amarillo. Para las zonas con temperaturas promedio por encima de ese rango, el desarrollo vegetativo es rápido, se restringe la producción de flores, y se reduce el número de botones florales; para zonas donde las temperaturas bajas que ocurren durante el invierno ocasionan una reducción del número de frutos (Amaya, 2010).

En relación a la precipitación se establece que el rango óptimo oscila entre 800 a 1.750mm/año, teniendo los mejores rendimientos en aquellas zonas donde se tiene 1.000mm/año de precipitación; este frutal se adapta a diferentes tipos de suelo, principalmente si estos corresponden a una textura suelta, como el franco, franco arenoso o franco arcilloso, que presentan una buena porosidad pero con capacidad de retención de humedad y son suelos profundos bien drenados, con baja salinidad y alto porcentaje de materia orgánica (SENA y Gobernación de Antioquia, 2014; Valarezo, 2014).

Los suelos deben poseer buena capacidad de retención de humedad, con un pH entre 5,5 y 7,0, ya que, la textura del suelo es importante porque puede llegar a influir en el tamaño

y peso del fruto, además de una pendiente inferior al 30%, para evitar volcamiento de las plantas y un nivel de fertilidad de media a alta (Amaya, 2010; Valarezo, *et al.*, 2014; SENA y Gobernación de Antioquia, 2014).

En complemento de lo anterior, Viera, Betancourt, y Mejía (2001) y Malavolta (1994) aseveran que para el caso de la maracuyá los suelos deben ser preferiblemente ricos en MO.

En la tabla 4, se establecen los parámetros agroecológicos consensuados utilizados en la presente propuesta.

Tabla 4. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de la maracuyá.

PARÁMETROS	ÓPTIMO	REFERENCIA
Pendiente (%)	>30	SENA y Gobernación de Antioquia (2014)
Textura	Franco - Franco arenosos – Franco arcillosos	Valarezo <i>et al.</i> (2014)
Profundidad (cm)	20 – 50	Valarezo <i>et al.</i> (2014)
Pedregosidad (%)	<10	Valarezo <i>et al.</i> (2014)
Drenaje	Bueno, Moderado	García (2002)
Nivel freático (cm)	20-50	Romero y González (2012)
pH	5,5 – 7,0	Valarezo <i>et al.</i> (2014) García (2002)
Materia Orgánica (%)	< 2	Viera, Betancourt, y Mejía (2001) Malavolta (1994)
Salinidad	Sin	Valarezo <i>et al.</i> , (2014)
Toxicidad	Sin	Valarezo <i>et al.</i> , (2014)
Nivel de Fertilidad	Media - Alta	García (2002)
Isoyetas (mm)	800 – 1.750	Valarezo <i>et al.</i> (2014)
Isotermas (°C)	23 – 25	Valarezo <i>et al.</i> (2014)
Altitud (msnm)	200 – 800	MAG (1991) Valarezo <i>et al.</i> (2014)

Fuente: Adaptado de varios autores

3.2. Parámetros agroecológicos para el cultivo de café (*Coffea arabica*)

El café es considerado un cultivo con historia y ha sido históricamente uno de los principales productos agrícolas en el país, debido a su gran importancia económica y social (Monteros, 2016). Gracias a su ubicación geográfica, el Ecuador es considerado uno de los pocos países en exportar todas variedades existentes, tales como arábica lavado, natural y robusta, teniendo la variedad arábica una productividad⁶ por encima de la robusta (INIAP, 2014; Monteros, 2016).

Al igual que otros cultivos, el café también es susceptible a los gradientes altitudinales que merman su desarrollo según sea el caso. Aranda *et al.* (s.f.), definio para el estado de

⁶ El café Arábigo represento 63% de la producción nacional de café con un rendimiento de 0,22t/ha, frente a un 37% de la variedad robusta con un rendimiento de 0,48t/ha. Datos obtenidos de informe “Rendimientos de Café Grano Seco en el Ecuador 2016”

Oaxaca⁷ un rango optimo de 900 a 1.200msnm, debido a que; en alturas mucho mayores a estas las temperaturas son bajas lo que produce que se manche el café, en contraste a esto, en altitudes por debajo de las ya mencionadas tendria repercusiones en el llenado del grano⁸.

Corroborando lo anteriormente dicho, Benacchio (1982 citado en CEPAL y CAC/SICA, 2014) afirma que la variedad arábica es considerada la mas popular, por su excelente calidad y mejor adaptacion a la altura, al contrario que su similares robusta y liberica que tienen un desarrollo optimo en bajas altitudes.

Por lo contrario, Barva (2011) señala que la altitud óptima para el cultivo de café se puede localizar desde los 500 hasta los 1.700 msnm, aunque al igual que los actores referidos anteriormente coincide en afectaciones a causa del gradiente altitudinal presentándose fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de la planta de café cultivadas por encima de este rango.

El Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC) a traves del Proyecto “Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agro ecosistemas del Ecuador” se determinó que la altitud mas apropiada para las estribaciones occidentales de los Andes, en Loja y El Oro, se encuentra entre los 1.000 a 1.800msnm, para el noroccidente de Pichincha se encuentra entre los 300 a 1.500msnm y para la provincia de Manabi se encuentran zonas apropiadas por encima de los 500msnm (Duicela, *et al.*, 2004).

El mismo Duicela, *et al.*, (2004), establece que el rango de temperatura ideal para el café se encuentra entre 19 a 23°C. En complemento a lo ya mencionado, Sotomayor (1993); establece un rango de entre 18 a 21°C, que se mantiene dentro de los límites del intervalo referido anteriormente y menciona que “las temperaturas altas inhiben el crecimiento del cafeto, porque a los 24°C la fotosíntesis comienza a decrecer y se hace casi imperceptible a los 34°C.

En cuestiones de precipitación, AGROCALIDAD (2013) menciona textualmente que:

“Los límites máximo y mínimo varían mucho en función de varios factores como: temperatura, estructura y textura del suelo, pendiente del terreno, drenaje o tipo de asociación de cultivos. Los límites bajos para un buen desarrollo del cafeto fluctúan entre

⁷ Estado de México que se lo cataloga como uno de los más montañosos del país.

⁸ Proceso que transcurre la fecundación hasta que el grano alcanza la madurez fisiológica.

760 y 780mm, mientras los límites altos varían de 990 a 3.000 milímetros indica que los mejores promedios de lluvia para los cafetos arábigos fluctúan entre 1.200 y 1.800mm/año, bien distribuidos”.

En consecuencia, y debido a que la presente propuesta busca las áreas que reúnan las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de los cultivos en cuestión, para este caso, se tomara los rangos de 1.200 y 1.800 mm para caracterizar la precipitación.

En relación a los suelos, la profundidad efectiva de un suelo para el cultivo de café es de alrededor 50 a 100 cm, con una textura que van desde suelos franco arcilloso, franco arenoso y franco limoso, que no posea más de un 15% de piedras, con un contenido de MO entre 2,1 % a 5,7 % y pH entre 5,5 a 6,5 (Gonzales, 2016; Duicela, 2011 citado en Quiliguango, 2013). En función a los distintos ámbitos de la fertilidad, como la MO y el pH y sus valores propuestos; se asumirá que el nivel de fertilidad necesario para un óptimo desarrollo del café será de “Alta” (IEE, 2015).

Para complementar lo ya mencionado, AGROCALIDAD (2013) establece ciertas condiciones en las cuales no es recomendable la siembra y cultivo del café que reúne las siguientes condiciones:

1. Suelos pantanosos (bordes bajos de ríos).
2. Suelos de pendientes muy fuertes (más de 30° grados).
3. Suelos muy pedregosos.
4. Suelos poco profundos y pobres.
5. Suelos arenosos (cercaos al mar).
6. Suelos muy arcillosos.

Finalmente, para un buen crecimiento del café, se requiere una proporción adecuada de nutrientes, estos no deben estar en altos grados de concentración, ya que pueden ocasionar daños al cultivo (Salazar, 2008).

En la tabla 5, se establecen los parámetros agroecológicos consensuados utilizados en la presente propuesta.

Tabla 5. Requerimientos agroecológicos para el cultivo del café

PARÁMETROS	ÓPTIMO	REFERENCIA
Pendiente (%)	0 - 30	AGROCALIDAD (2013)
Textura	Franco arenoso, Franco arcilloso, Franco limoso	Gonzales (2016) Duicela, 2011 citado en Quiliguango (2013)
Profundidad (cm)	50 - 100	Gonzales (2016) Duicela, 2011 citado en Quiliguango (2013)
Pedregosidad (%)	≤15	AGROCALIDAD (2013)
Drenaje	Bueno	Ruiz, <i>et al.</i> , (2013)
Nivel freático (cm)	>100	Ruiz, <i>et al.</i> , (2013)
pH	5.6 - 6.5	Gonzales (2016) Duicela, 2011 citado en Quiliguango (2013)
Materia Orgánica (%)	2.1 - 5.7	Gonzales (2016) Duicela, 2011 citado en Quiliguango (2013)
Salinidad	Sin	AGROCALIDAD (2013)
Toxicidad	Sin o nula	AGROCALIDAD (2013)
Nivel de Fertilidad	Alta	IEE (2015)
Isoyetas (mm)	1.200 – 1.800	AGROCALIDAD (2013)
Isotermas (°C)	18 - 24	Duicela, <i>et al.</i> (2004) Sotomayor (1993)
Altitud (msnm)	< 500	Duicela, <i>et al.</i> (2004)

Fuente: Adaptado de varios autores

3.3. Parámetros agroecológicos para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)

El cacao ha marcado la historia del Ecuador debido a su trascendencia y aporte en la economía del país, siendo considerado el periodo comprendido entre 1.880 y 1.920 como el “boom” cacaotero, un periodo en el cual el cacao se consolidó como el primer producto de exportación ayudando abismalmente a favorecer la balanza comercial⁹ de la nación para esa época (Paz y Miño, 2011).

Su rango de distribución va desde el subtropical seco a húmedo inclusive hasta bosque tropical muy seco a húmedo (Duke, 1983).

El cacao comercial se desarrolla mejor en áreas cuya temperatura se encuentre entre 24 a 25°C, con precipitaciones anuales entre 1.500 y 2.000 mm, en altitudes que se encuentran inversamente relacionada con la temperatura por lo cual no se recomienda su siembra más allá de los 1000 msnm cuyas pendientes no superen el 30%; el sistema radicular de la planta de cacao requiere unas condiciones ambientales de sus suelos tales como buena fertilidad (pH de 6 a 7 con 3 a 5% de contenido de materia orgánica), profundos (0.8m a 1.5m; suelos más profundos son excelentes), buena capacidad de drenaje (cacao es susceptible al encharcamiento), que no sean pedregosos ni endurecidos y de texturas

⁹ En el periodo entre 1891 y 1920 se registró solamente un déficit en el año 1897.

franco, franco-limosa y franco-arcillosa (AGROCALIDAD, 2012; Suárez , Moreira , y Vera , 1994; Navarro y Mendoza, 2006).

Según Salinas y Tomalá (2014), es importante mencionar que la altitud no es un factor determinante para el cultivo. Paredes (2003), establece que el cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud; aunque tienen un desarrollo normal si el cultivo se encuentra en mayores altitudes en un orden que van 1.000 a 1.400 msnm; siempre y cuando se encuentren en latitudes cercanas al ecuador.

Salinas y Tomala (2014), afirma que la temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao, establece que la temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C; ya que, el efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto, el grado en la intensidad de floración (menor intensidad) y el control de la actividad de las raíces y de los brotes de la planta.

Para Suárez, Bacallao, Carreño y Núñez (2013) la temperatura media anual óptima oscila entre 21 a 30°C; mientras que para MADR (2013) el régimen de temperatura para el cacao se encuentra entre los 18 y 32°C, en donde las temperaturas más aptas están entre los 24 a 28°C y moderadamente aptas se encuentran en el rango entre los 20 a 24°C, y los 28 a 30°C, las temperaturas menores a 18°C y mayores a 32°C dificultan el desarrollo adecuado del cacao.

El factor temperatura es clave para el cultivo del cacao ya que por ejemplo las variaciones mayores a 9°C entre el día y la noche afectan la polinización y la formación de los frutos, de la misma manera las flores del cacao no se forman bajo temperaturas inferiores a los 25°C (Suárez, Bacallao, Carreño y Núñez, 2013).

En relación a la precipitación total anual debe oscilar entre 1.200–2.200mm y se debe considerar la distribución de la precipitación para zonificaciones agroecológicas bajo las condiciones actuales del cambio climático (Suárez, Bacallao, Carreño y Núñez, 2013). Por lo contrario, Torres (2012), considera que las necesidades de agua para el cultivo de cacao oscilan entre 1.500 y 2.500mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1.200 y 1.500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

Espinoza (2015), afirma que el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los

primeros 30 cm de profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también, de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 1,5 metros de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. El desarrollo de este tipo de cultivo se ve desfavorecido si se encuentran en suelos donde el agua se empoce por lo cual requiere buen drenaje (Duke, 1983).

El relieve adecuado para este cultivo debe ser preferentemente planos, con una ligera inclinación ya que esta clase de terrenos son muy fértiles y la erosión lo perjudica mucho cuando se realiza un buen manejo (MADR, 2013). El suelo debe ser suelto y profundo para que las raíces se puedan distribuir sin dificultad y así la raíz principal pueda penetrar fácilmente hasta 1,50 m de profundidad (Torres, 2012).

Los suelos más apropiados para un óptimo desarrollo del cultivo de cacao son los suelos aluviales, los francos y profundos con subsuelo permeable y los suelos de color negruzco son generalmente los mejores ya que estos están menos lixiviados (MADR, 2013).

En la tabla 6, se establecen los parámetros agroecológicos consensuados utilizados en la presente propuesta.

Tabla 6. Requerimientos agroecológicos para el cultivo del cacao.

PARÁMETROS	OPTIMO	REFERENCIAS
Pendiente (%)	0-30	AGROCALIDAD, 2012
Textura	Franco, Franco-limosa y Franco-arcillosa	AGROCALIDAD (2012) Suárez, Moreira, y Vera (1994)
Profundidad (cm)	>100	Torres (2012)
Pedregosidad (%)	>10	Navarro y Mendoza (2006)
Drenaje	Bueno	Duke, 1983
Nivel freático (cm)	>100cm	Torres (2012)
pH	6,0-7,0	Suárez, Moreira, y Vera (1994)
Materia Orgánica (%)	3 - 5	AGROCALIDAD, 2012
Salinidad	No tolera	Suárez, Moreira, y Vera (1994)
Toxicidad al aluminio	No tolera	Suárez, Moreira, y Vera (1994)
Nivel de Fertilidad	Alto	AGROCALIDAD (2012) Suárez, Moreira, y Vera (1994)
Isoyetas (mm)	1.500-2.000	AGROCALIDAD, 2012
Isotermas (°C)	24 – 26	AGROCALIDAD, 2012
Altitud (msnm)	0-1.000	Paredes (2003)

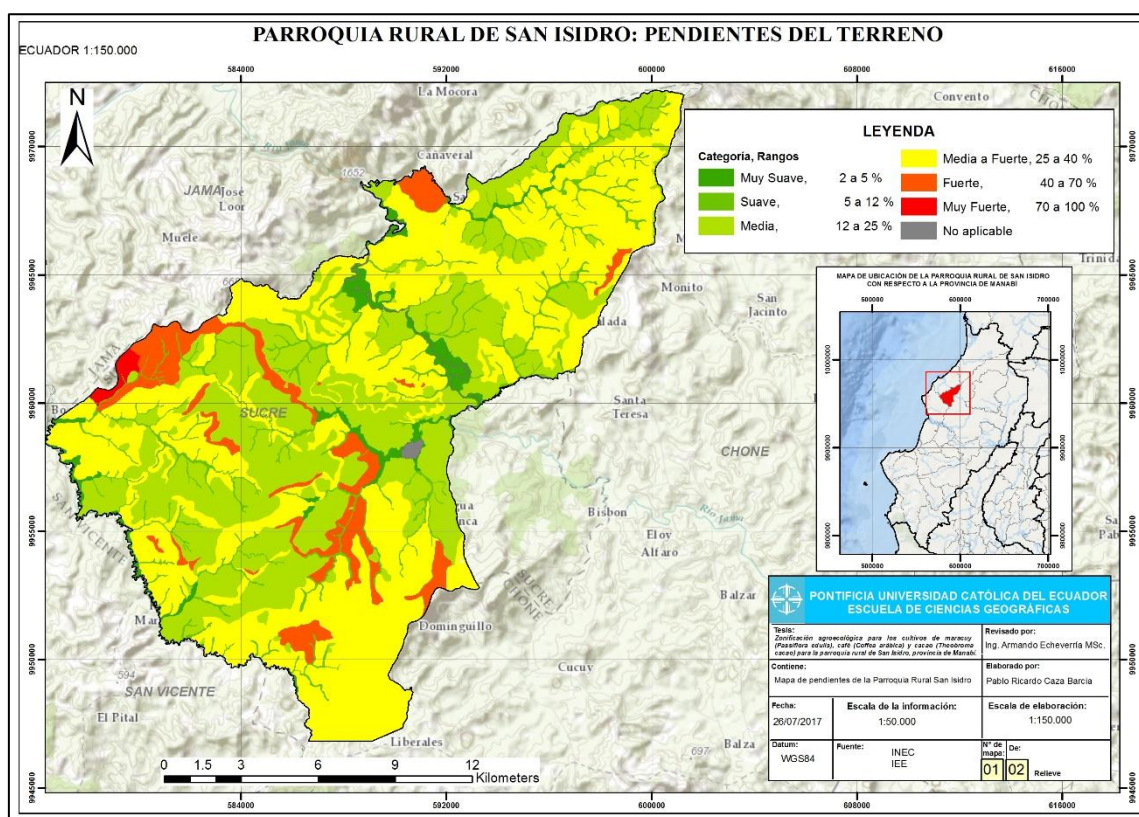
Fuente: Adaptado de varios autores

CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA PARROQUIA RURAL DE SAN ISIDRO A TRAVÉS DE SUS VARIABLES EDAFOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

4.1. Caracterización relieve

4.1.1. Pendiente

Como se puede apreciar en el mapa 16, el territorio de San Isidro se encuentra asentado, en su mayoría, en pendientes de que van desde 25 a 40% (media a fuerte) a lo largo y ancho de la parroquia. Las pendientes de 40 a 70% (fuerte) y 70 a 100% (muy fuerte) tienen presencia al oeste del área de estudio pero sin una considerable representación.



Mapa 16. Pendientes de la parroquia rural de San Isidro.

Las pendientes de 25 a 40% catalogadas como “Media a Fuerte” están presentes en 13.378,65 ha (48,37%) siendo esta la categoría con mayor presencia en el territorio, seguido por las pendientes 12 a 25% o pendientes “Media” que representan 9.631,52 ha (34,82%) del territorio. Los sitios que presentan inclinaciones abruptas del terreno están comprendidos en las categorías 40 a 70 % o “Fuerte” y 70 a 100 % o “Muy Fuerte”; ocupando 1.992,04 ha (7,20%) y 126,67 ha (0,46%) con respecto al área de estudio (ver tabla 7).

Tabla 7. Extensión (ha) de las categorías de pendientes en la parroquia rural de San Isidro.

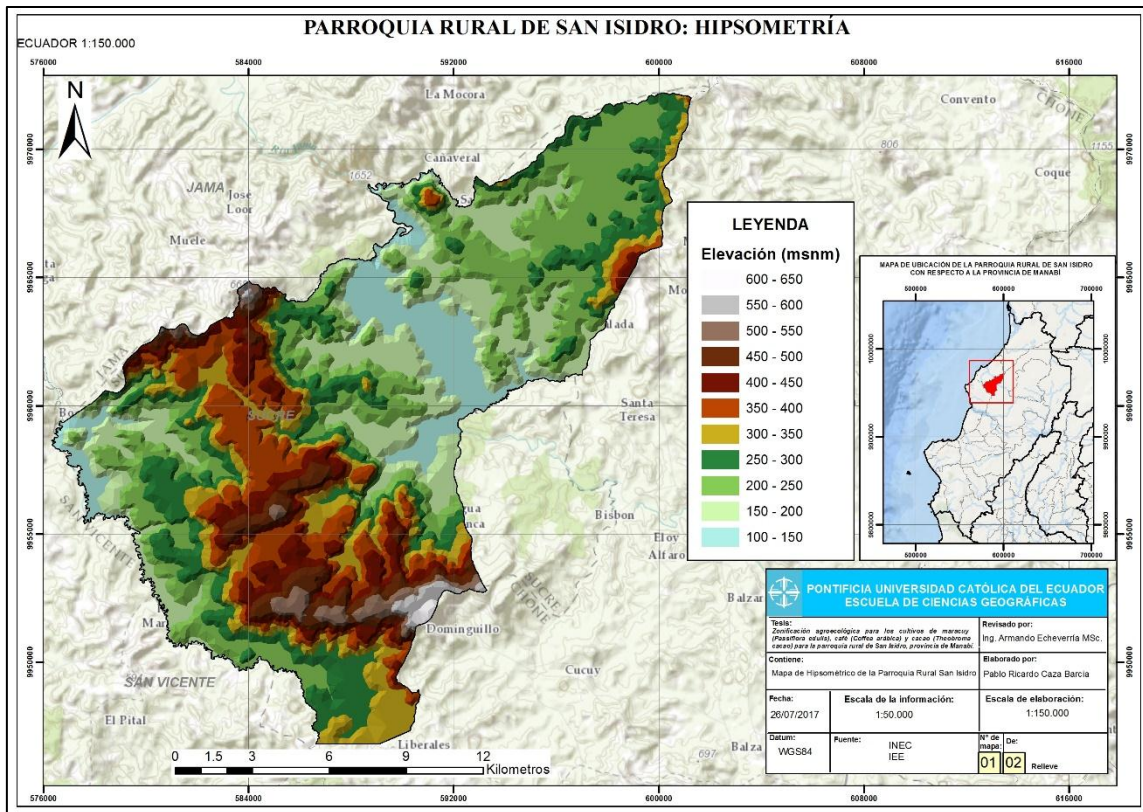
Categorías	Rangos	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Muy Fuerte	70 a 100 %	126,67	0,46
Fuerte	40 a 70 %	1.992,04	7,20
Media a Fuerte	25 a 40 %	13.378,65	48,37
Media	12 a 25 %	9.631,52	34,82
Suave	5 a 12 %	1.498,06	5,42
Muy Suave	2 a 5 %	936,76	3,39
No aplicable	No aplicable	93,47	0,34
Total general		27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

4.1.2. Altitud

En la zona intertropical, las características particulares de la geomorfología de un lugar determinan una altitud relativa que resulta ser un factor modificante principal para los tipos de climas que puedan presentarse en determinadas zonas.

Como ya se mencionó con anterioridad, en el área de estudio se han identificado 03 unidades ambientales que denotan claras diferencias altitudinales a lo largo del territorio. En el mapa 17, se visualizan los rangos de altitudes en la parroquia rural de San Isidro que van desde los 100 a 650 msnm.



Mapa 17. Hipsometría de la parroquia rural de San Isidro.

4.2. Caracterización edafológica

4.2.1. Textura

La textura permite describir ciertas particularidades de los horizontes con respecto al tamaño de sus partículas agrupadas en fracciones, que según De la Rosa (2008) las fracciones texturales se encuentran agrupadas de la siguiente forma: arena (2 a 0,05mm), limo (0,05 a 0,002mm) y arcilla (< 0,002mm).

Se identifican dos tipos de textura definidas según la profundidad en donde se encuentran con respecto al suelo: textura superficial (dentro de los 20cm de profundidad) y textura a profundidad (a partir de los 20 a 50cm).

La tabla 8 muestra las categorías utilizadas para definir la textura del suelo con su respectiva descripción.

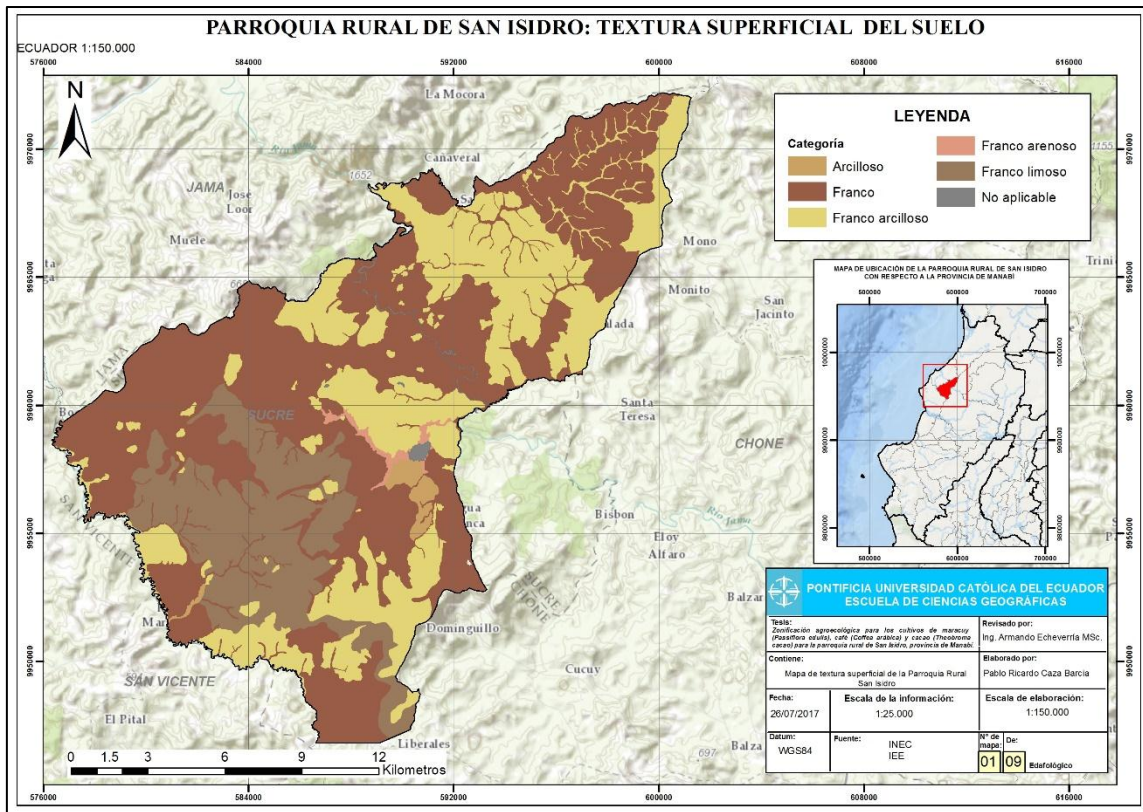
Tabla 8. Categorías empleadas para la clasificación de la textura del suelo.

Etiqueta	Símbolo FAO	Símbolo MAGAP ¹⁰	Descripción
Sin suelo	Sin	Sin	Roca, Afloramientos rocosos.
Arena	A	A	Clase determinada según el triángulo de texturas de Suelos, tiene un buen drenaje y se cultivan con facilidad, pero también se secan fácilmente y los nutrientes se pierden por lavado.
Arena muy fina	AMF	Amf	
Arena fina	AFi	Af	
Arena media	AM	Am	
Arena gruesa	AG	Ag	
Areno francoso	AF	AF	
Franco	F	F	
Franco arenoso	FA	FA	Clase determinada según el triángulo de texturas de Suelos, muestran mayor aptitud agrícola.
Franco limoso	FL	FL	
Franco arcilloso	FY	FAc	
Franco arcillo-arenoso	FYA	FAcA	
Franco arcillo-limoso	FYL	FAcL	
Limoso	L	L	Son texturas que dan una sensación harinosa (como polvo del talco). Tienen velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes medio.
Arcilloso	Y	Ac	Clase determinada según el triángulo de texturas de Suelos, tienden a no drenar bien, se compactan con facilidad y se cultivan con dificultad y, a su vez, presentan una buena capacidad de retención de agua y nutrientes.
Arcillo-arenoso	YA	AcA	
Arcillo-limoso	YL	AcL	
Arcilla pesada	YP	Acp	Clase determinada según el triángulo de texturas de Suelos. Esta clase tiene más del 60 % de arcilla.
No aplicable	NA	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

El área de estudio la conforman tipos de suelos tales como arcilloso, franco, franco-arcilloso, franco-arenoso y franco-limoso; siendo los de tipo franco los que poseen una mejor y mayor distribución seguida por los suelos franco-arcilloso (ver mapa 18).

¹⁰ MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC). 1974. Guía y claves para la descripción de perfiles de suelo. Quito, Dirección de Planificación, Departamento de Regionalización, Sección Levantamientos Edafológicos. 14-16 p.



Mapa 18. Textura superficial de la parroquia rural de San Isidro.

Como se observa en la tabla 9, los suelos francos son los más abundantes con 14.176,48 ha (51,26%) junto con los francos arcillosos 8.313,79 ha (30,06%) mientras que los suelos arcillosos y franco arenosos tienen menor presencia en el área de estudio con 304,18 ha (1,10%) y 175,36 ha (0,63%) respectivamente.

Tabla 9. Extensión (ha) de las categorías de textura superficial en la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Frango	14.176,48	51,26
Frango arcilloso	8.313,79	30,06
Frango limoso	4.584,92	16,58
Arcilloso	304,18	1,10
Frango arenoso	175,36	0,63
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

Este análisis de textura nos da un indicio de la calidad de suelos parroquia lo que nos permite inferir que, casi en su totalidad los suelos de San Isidro, exceptuando las áreas no aplicables, poseen una alta aptitud en temas agrícolas lo que lo vuelve idóneo para el desarrollo de este tipo de propuestas.

4.2.2. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva del suelo hace mención a las condiciones que están presentes en el mismo en función a los impedimentos físicos que puedan presentarse al óptimo crecimiento de las raíces de los cultivos en su búsqueda por obtener elementos esenciales para su desarrollo (MINAGRI, 2013).

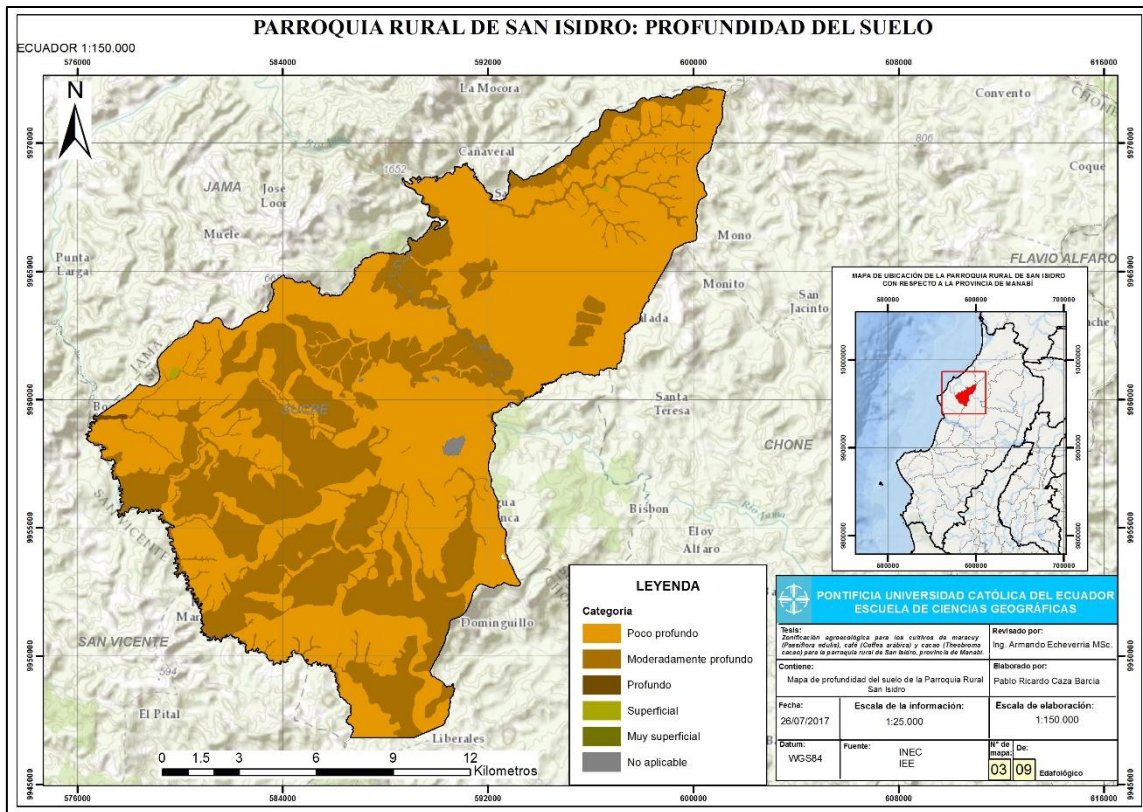
La tabla 10, muestra las categorías utilizadas para definir la profundidad efectiva del suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 10. Categorías empleadas para la clasificación de la profundidad efectiva del suelo.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Muy superficial	Ms	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 0 a 10cm de profundidad.
Superficial	S	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de >10 a 20cm de profundidad.
Poco profundo	Pp	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de >20 a 50cm de profundidad.
Moderadamente profundo	M	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de >50 a 100cm de profundidad.
Profundo	P	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase > 100cm de profundidad.
Sin suelo	Sin	Roca, Afloramientos rocosos
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

Al igual que la textura, en la profundidad, están presentes varias categorías que definen las diferentes profundidades relativas del suelo de San Isidro. Estas categorías van desde profundo, moderadamente profundo, poco profundo, superficial y muy superficial; donde para el presente caso, el suelo se mantiene mayoritariamente en el territorio con características de “poco profundos” que van desde >20 a 50 cm de profundidad. Además, existe una considerable presencia de suelos “moderadamente profundos” de >50 a 100 cm de profundidad al sur y centro del área de estudio (ver mapa 19).



Mapa 19. Profundidad del suelo de la parroquia rural de San Isidro.

Los suelos poco profundos tienen una extensión de 17.795,92 ha (64,34%) seguidos por los moderadamente profundo que tienen una presencia en el territorio de 9.714,01 (35,12%); mientras que los suelos profundos, superficial y muy superficial poseen una representación que no supera el 1% con respecto a todo el territorio (ver tabla 11).

Tabla 11. Extensión (ha) de las categorías de profundidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Profundo	27,71	0,10
Moderadamente profundo	9.714,01	35,12
Poco profundo	17.795,92	64,34
Superficial	17,04	0,06
Muy superficial	0,05	0,001
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

4.2.3. Pedregosidad

Es el parámetro que indica el porcentaje de presencia o no en la superficie de materiales gruesos que puedan incidir negativamente en la labranza de la tierra y además de dificultar un óptimo desarrollo de las plantas (IEE, 2015).

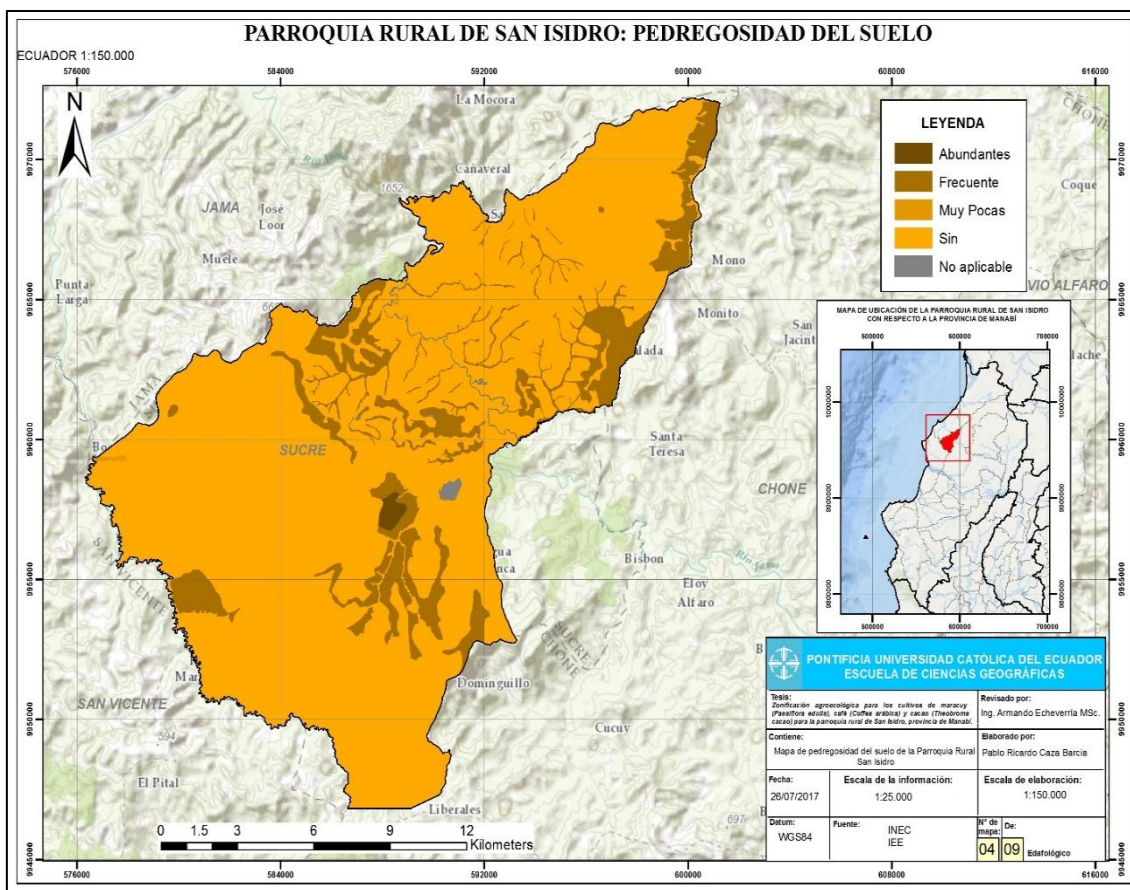
La tabla 12 muestra las categorías utilizadas para caracterizar la pedregosidad del suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 12. Categorías empleadas para la clasificación de la pedregosidad del suelo.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Pedregoso o rocoso	R	> 75 % de fragmentos gruesos en la superficie, excesivamente pedregoso como para ser cultivado.
Abundantes	A	> 50 a 75 % de fragmentos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola.
Frecuentes	F	> 25 a 50 % de fragmentos gruesos, existe dificultad para el laboreo, es posible la producción de pasto.
Pocas	P	10 a 25 % de fragmentos gruesos, existe interferencia con el laboreo, es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos).
Muy pocas	M	< 10 % de fragmentos gruesos, y no interfieren con el laboreo.
Sin	S	No posee fragmentos gruesos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

En el mapa 20, se aprecia que los fragmentos gruesos son nulos en la mayoría de la superficie de la parroquia, pero existe presencia de 25% a 50% de fragmentos gruesos, con la categoría “Frecuente”, al centro y norte del área de estudio; y con una pequeña concentración de 50 a 75% de fragmentos gruesos, considerados “Abundantes”, focalizados en el centro.



Mapa 20. Pedregosidad del suelo de la parroquia rural de San Isidro

La superficie de las áreas “Sin” pedregosidad resulta ser la más representativa con un 23.855,55 ha (86,25%) seguida por la categoría “Frecuente” con 3.576,43 ha (12,93%); las categorías restantes están por el debajo del 1% con respecto a la totalidad de la extensión del territorio (ver tabla 13).

Tabla 13. Extensión (ha) de las categorías de pedregosidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Abundantes	95,52	0,35
Frecuente	3.576,43	12,93
Muy Pocas	27,23	0,10
Sin	23.855,55	86,25
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

En la mayoría de su superficie, San Isidro se presenta como un territorio libre de fragmentos gruesos favoreciendo las labores de labranza de la tierra para fines productivos agrícolas.

4.2.4. Drenaje

El exceso de agua acumulado en la superficie proveniente de las aportaciones y es medido tomando en cuenta con la rapidez en la cual el líquido vital se infiltra en el suelo; las características del drenaje de los suelos está dada por el conjunto de propiedades conformada por: estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición del suelo en el paisaje, pendiente (Porta, 2005 citado en IEE, 2015).

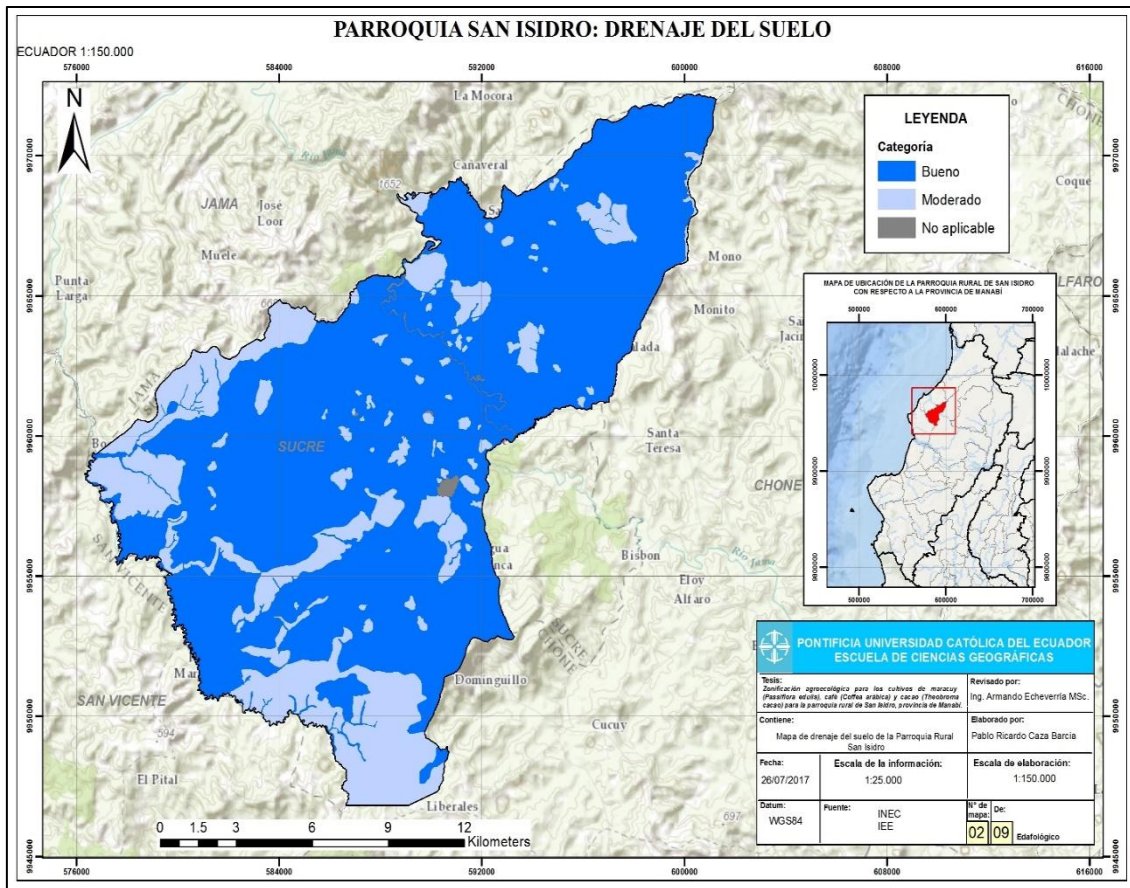
La tabla 14, muestra las categorías utilizadas para caracterizar el drenaje del suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 14. Categorías empleadas para la clasificación de la profundidad del suelo.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Sin suelo	Sin	Roca, Afloramientos rocosos.
Mal drenado	X	Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos (coloraciones oscuras, azulados y verdosos). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan por lo general en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico. Los moteados se distinguen usualmente desde la superficie. El nivel freático está por lo general cerca de la superficie.
Moderado	M	Eliminación lenta del agua en relación al aporte. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20 % entre 60 y 100 cm. Presencia de una capa de permeabilidad lenta, o un nivel freático alto (60-90 cm de profundidad).
Bueno	B	Eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Suelos de textura media a fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de un aporte de agua. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2 %. El nivel freático se encuentra a profundidades mayores de 120 cm.
Excesivo	E	Eliminación rápida del agua en relación al aporte por la lluvia. Suelos generalmente de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de un aporte de agua.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

En el mapa 21, se puede observar la existencia de dos tipos de categorías que describen el drenaje en la parroquia en cuestión; la categoría “Bueno” se encuentra a lo largo y ancho del área de estudio mientras que la categoría “Moderado” se encuentra focalizado en ciertas partes de la parroquia sobre todo al sur de esta.



Mapa 21. Drenaje de la parroquia rural de San Isidro.

Como describe la tabla 15, aproximadamente 21.264,36 ha (76,89%) de suelo posee un drenaje catalogado como “Bueno” mientras que 6.290,37 ha (22,74%) tiene un drenaje “Moderado”.

Tabla 15. Extensión (ha) de las categorías de drenaje en la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Bueno	21.264,36	76,89
Moderado	6.290,37	22,74
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

En función de lo ya expuesto, se puede aseverar que puesto a que los cultivos que entran al análisis en este estudio no son especies que requieren inundación para un óptimo desarrollo, ya que al contrario son especies que necesitan de un buen drenaje para evitar posibles enfermedades; el tipo de drenaje que posee la parroquia de San Isidro suma otro aspecto favorable para en la búsqueda de los fines propuestos.

4.2.5. Nivel Freático

Se considera como nivel freático al límite superior de una tabla o capa freática (IEE, 2015).

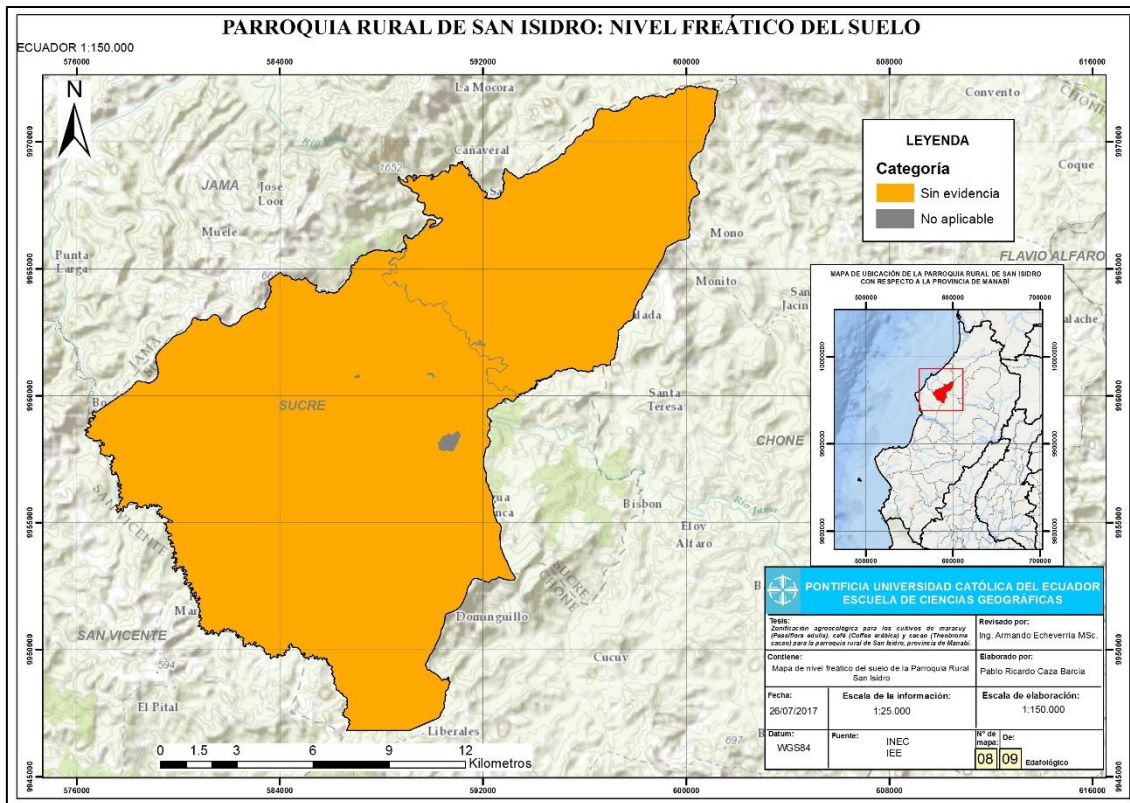
La tabla 16, muestra las categorías utilizadas para caracterizar el nivel freático del suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 16. Categorías empleadas para la clasificación del Nivel Freático del suelo.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Muy superficial	S	Es superficial si el nivel freático se encuentra entre el rango de (0 a 10cm).
Superficial	S	Es superficial si el nivel freático se encuentra entre el rango de (>10 a 20cm).
Poco profundo	Pp	Es poco profundo cuando el nivel freático se encuentra entre el rango de (>20 a 50cm).
Medianamente profundo	M	Es medianamente profundo si el nivel freático se encuentra entre el rango de (>50 a 100cm).
Profundo	P	Es profundo el nivel freático si se encuentra entre un rango mayor a 100cm.
Sin evidencia	Sin	Se categoriza sin evidencia cuando no se encuentra el nivel freático y se llega a una profundidad considerable.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

Como se puede visualizar en el mapa 22, en el proceso de levantamiento de información no se ha determinado el nivel freático del suelo de la parroquia de San Isidro y se ha llegado a una profundidad considerable por cuanto se ha categorizado su suelo como “Sin evidencia”.



Mapa 22. Nivel Freático de la parroquia rural de San Isidro.

4.2.6. Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH es una de las propiedades químicas más relevante del suelo siendo una medida para valorar la acidez (pH bajo = ácido) o de la alcalinidad (pH alto=básico) de la solución del suelo; es un factor que incide en la disponibilidad de nutrientes para su adsorción por lo cual es un factor al que comúnmente se lo relacionan con problemas de tipo nutritivos (Barbaro, Karlanian, y Mata, s.f).

La tabla 17, muestra las categorías utilizadas para caracterizar el potencial de hidrogeno en el suelo con su respectiva descripción y simbología.

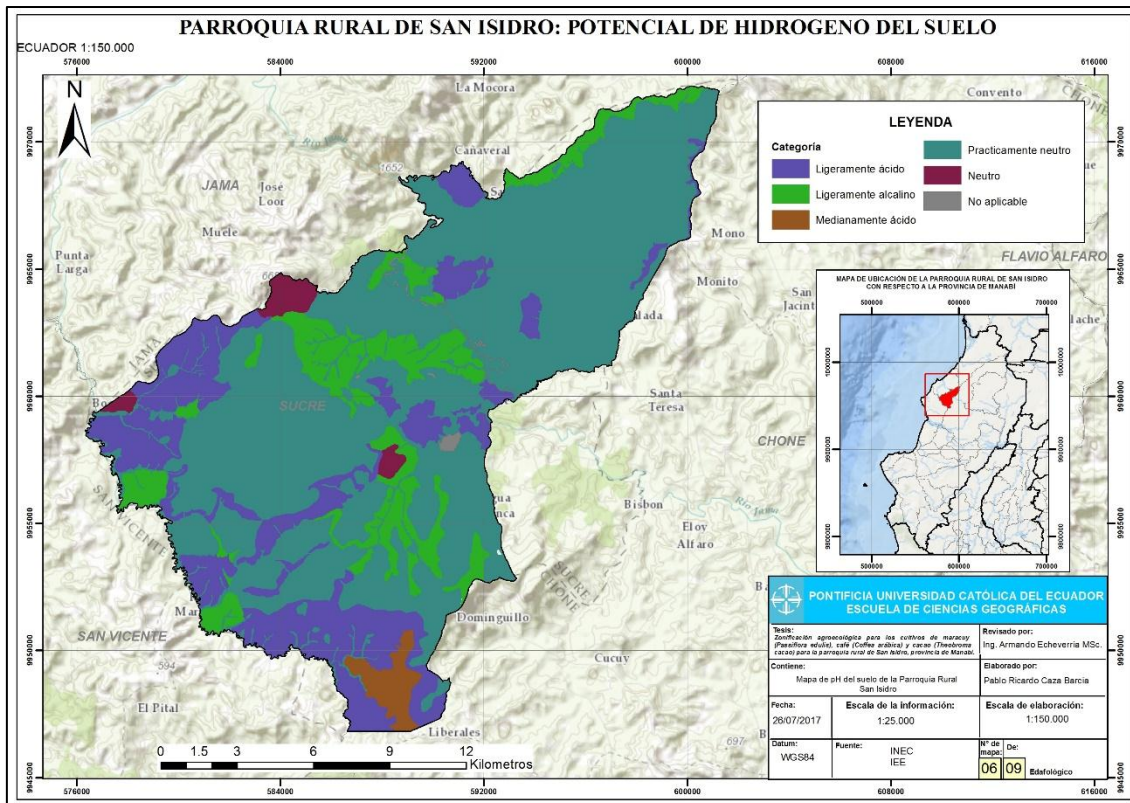
Tabla 17. Categorías empleadas para la clasificación del pH del suelo.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Muy ácido	Mac	0,0 a < 5,0: Condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicidad de Al y Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables
Acido	Ac	5,0 a 5,5: Necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos; deficiencia de P, Ca, K, N, Mg, Mo y N; exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.
Medianamente ácido	MeAc	> 5,5 a 6,0: Baja solubilidad del P y regular disponibilidad de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalamiento.
Ligeramente ácido	Lac	> 6,0 a 6,5: Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

Prácticamente neutro	PN	> 6,5 a 7,5 (Excepto el 7): Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los microelementos con excepción del Mo.
Neutro	N	7,0: Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Ligeramente alcalino	LAl	> 7,5 a 8,0: Posible exceso de Ca, Mg y carbonatos; baja solubilidad del P y microelementos con excepción del Mo; posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por ejemplo el yeso. Se inhibe el desarrollo de varios cultivos.
Medianamente alcalino	Mal	> 8,0 a 8,5: Posible exceso de sodio intercambiable; se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos; se tiene la necesidad de tratar el suelo con enmiendas.
Alcalino	Al	> 8,5: Exceso de sodio intercambiable (PSI > 15 %); se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos; existiendo la necesidad de tratar el suelo con enmiendas. Presencia de MgCO ₃ en caso de no existir sodio intercambiable. Problemas de clorosis férrica en las plantas por deficiencia de Fe en el suelo.
Sin suelo	Sin	Se considera áreas de afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

El pH del suelo de la parroquia de San Isidro se encuentra distribuido a través de las categorías de “Ligeramente Acido”, “Ligeramente alcalino”, “Moderadamente acido”, “Prácticamente neutro” y “Neutro”; siendo los suelos con un pH “Prácticamente neutro” los que mayor extensión poseen (ver mapa 23).



Mapa 23. Potencial de Hidrogeno de la parroquia rural de San Isidro.

En la tabla 18, se visualiza que el pH “Prácticamente neutro” está presente en alrededor de 17.962,90 ha (64,95%) seguido por la categoría “Ligeramente ácido” con 5.479,99 ha (19,81%), mientras que el suelo con característica “Ligeramente alcalino” tiene presencia en 3.200,12 ha (11,57%).

Tabla 18. Extensión (ha) de las categorías de Potencial de Hidrogeno de la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Ligeramente ácido	5.479,99	19,81
Ligeramente alcalino	3.200,12	11,57
Medianamente ácido	491,75	1,78
Neutro	419,97	1,52
Prácticamente neutro	17.962,90	64,95
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

4.2.7. Materia Orgánica (MO)

La MO es la porción orgánica del suelo cuya composición está formada por material orgánico de distinta clase provenientes de restos orgánicos siendo esencial en el traspaso de nutrientes provenientes del ambiente y posee un rol importante en la retención del agua en la superficie (Julca, Meneses, Blas, y Bello, 2006).

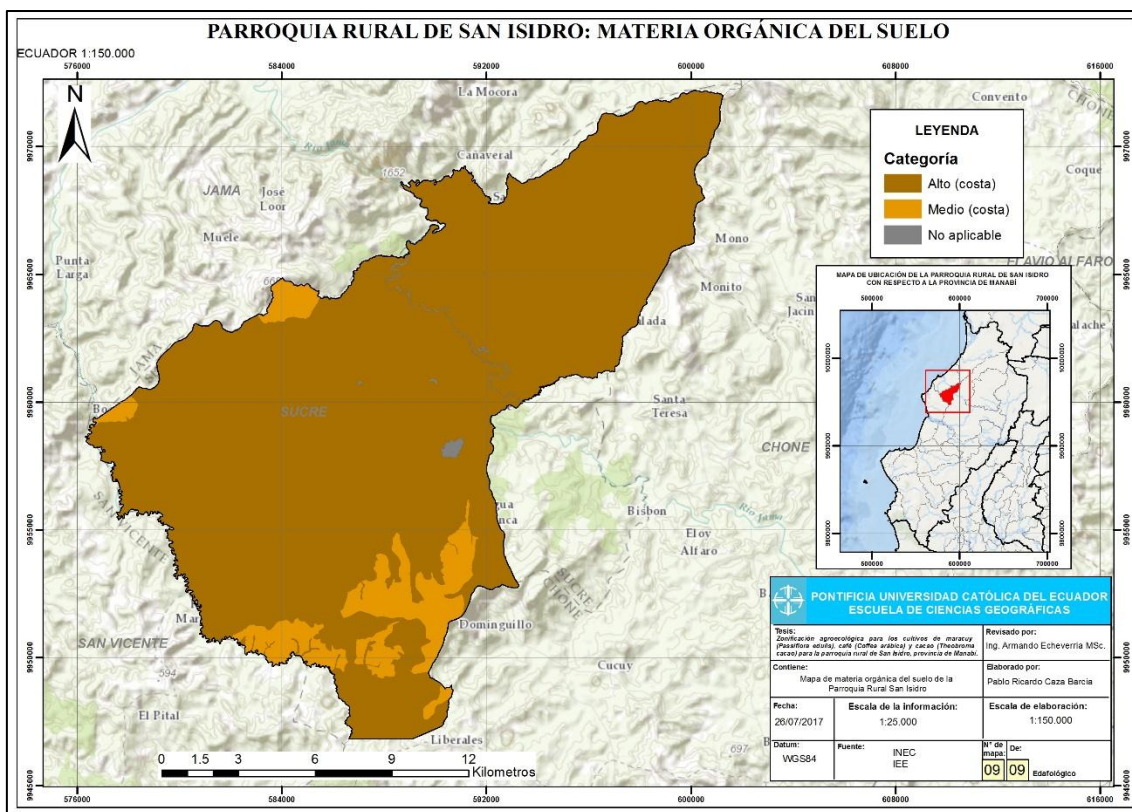
La tabla 19, muestra las categorías utilizadas diferenciadas por región costa y sierra para caracterizar la materia orgánica en el suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 19. Categorías empleadas para la clasificación de la Materia Orgánica.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Bajo (sierra)	SiB	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica menor a 3,0%
Medio (sierra)	SiM	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica entre 3,0 – 5,0%
Alto (sierra)	SiA	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica mayor a 5,0%
Bajo (costa)	CoB	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica menor a 1,0%
Medio (costa)	CoM	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica entre 1,0 – 2,0%
Alto (costa)	CoA	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica mayor a 2,0 %
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

La caracterización de los suelo de la parroquia en cuestiones de materia orgánica se encuentra distribuida en las categorías de “Alto” y “Medio” sectorizada para la región costa. Como se aprecia en el mapa 24, en su mayoría preponderan los suelos con un contenido de materia orgánica mayor al 2,0%; seguido de una manera considerable los suelos con un contenido de materia orgánica entre 1,0 – 2,0%.



Mapa 24. Contenido de Materia Orgánica en los suelos de la parroquia rural de San Isidro

La tabla 20, corrobora lo anteriormente mencionado, en donde la categoría “Alto” corresponde a 25.376,58 ha (91,75%), mientras que los suelos con un contenido de materia orgánica “Medio” están presentes en 2.178,15 ha (7,88%).

Tabla 20. Extensión (ha) de las categorías de Materia Orgánica en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Alto (costa)	25.376,58	91,75
Medio (costa)	2.178,15	7,88
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

4.2.8. Salinidad

La salinidad en el suelo se caracteriza por la presencia de exceso de sales solubles pero sobre todo de sodio (Na), que limitan el crecimiento y desarrollo de los cultivos impidiendo que estos organismos pueden absorber suficiente agua, importante para su adecuado funcionamiento fisiológico (IEE, 2015).

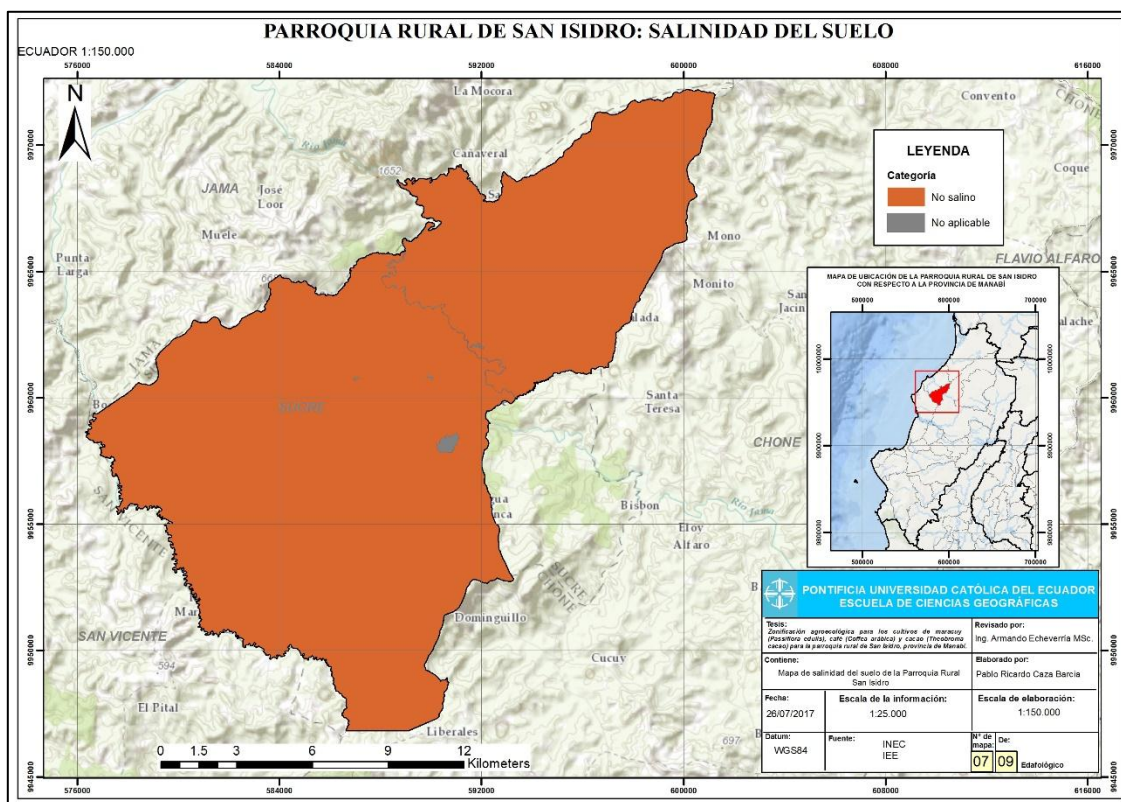
La tabla 21, muestra las categorías utilizadas para caracterizar la salinidad en el suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 21. Categorías empleadas para la clasificación de la Salinidad del suelo

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Sin suelo	Sin	Se considera áreas de afloramientos rocosos.
Extremadamente salino	ES	> 16,0 dS/m. Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.
Muy salino	MS	> 8,0 a 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Salino	S	> 4,0 a 8,0 dS/m. Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
Ligeramente salino	LS	2,0 a 4,0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
No salino	NS	< 2,0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: IEE, 2015.

El mapa 25, de salinidad muestra que en toda la extensión de la parroquia no existen niveles considerables de sales que puedan afectar el rendimiento de los cultivos.



Mapa 25. Salinidad en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.

4.2.9. Toxicidad

Se considera como toxicidad del suelo al exceso de aniones y cationes que como consecuencia producen afectaciones sobre los cultivos (De la Rosa, 2008 citado de IEE, 2015)

La toxicidad por aluminio tiene su mayor incidencia en suelos ácidos¹¹, donde su presencia es abundante, esta condición provoca que disminuya la capacidad de retención de cationes de intercambio como potasio, calcio, magnesio y sodio; sumado a esto último, la retención de la precipitación viabiliza que exista un proceso de lixiviación de las bases del suelo descomponiéndose el aluminio de una forma compleja a una más sencilla por acción del agua, por tal motivo el aluminio se establece como un nutriente hegemónico en el complejo de intercambio en sustitución de los elementos antes mencionados (Demagnet, 2017).

La tabla 22, muestra las categorías utilizadas para caracterizar la toxicidad en el suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 22. Categorías empleadas para la clasificación de la Salinidad en el suelo.

Etiqueta	Símbolo	Rango	Descripción
Sin suelo	Sin		Afloramientos Rocosos, áreas con fuertes procesos erosivos.
Alta (car)	Ac	> 25%	Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.
Media (car)	Mc	>10 - 25%	Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos normal.
Ligera (car¹²)	Lc	0 -10%	Reacción Ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.
Alta (ac)	Aa	> 1,5 meq/100ml	Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Media (ac)	Ma	0,50 - 1,5 meq/100ml	Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Ligera (ac¹³)	La	< 0,50 meq/100ml	Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Sin o nula	S		Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
No aplicable	NA		Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

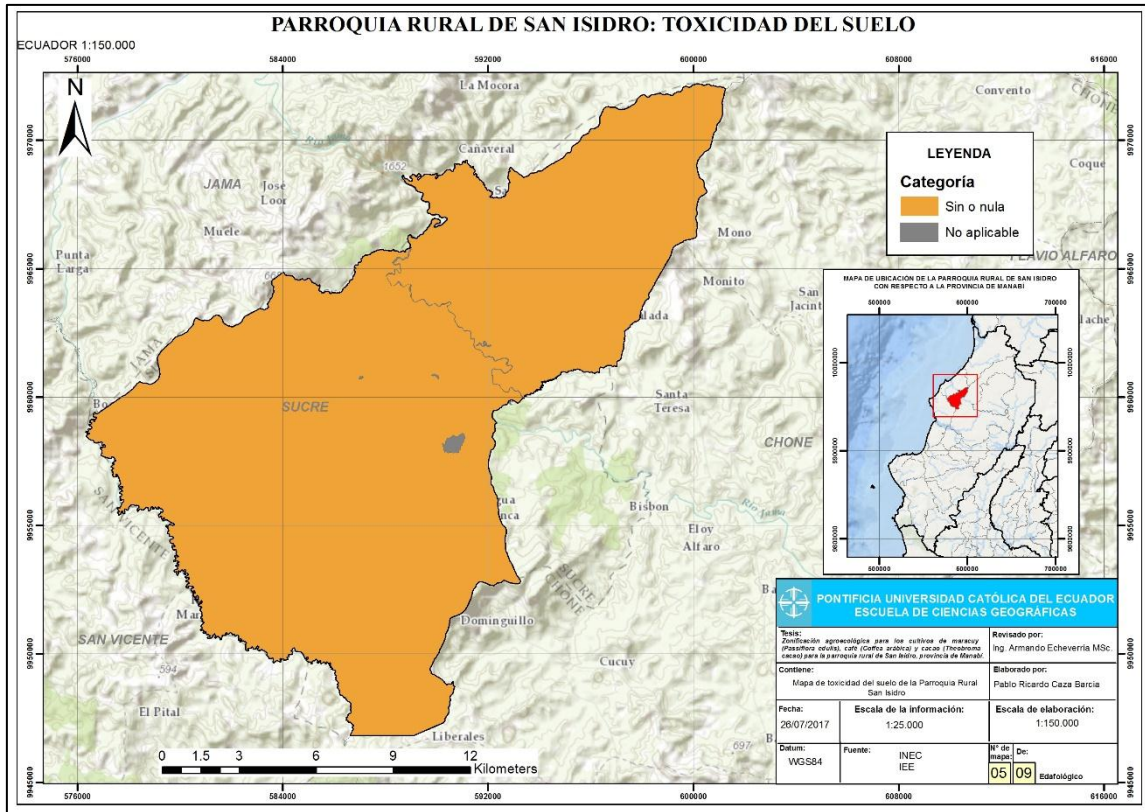
Fuente: IEE, 2015.

¹¹ Se estima que en el mundo existen un aproximado de 37,8 millones Km² de superficie terrestre de suelos ácidos.

¹² car= Carbonatos.

¹³ ac= Acidez.

En el mapa 26, se puede constatar que en su totalidad la parroquia de San Isidro no posee suelos con algún nivel de toxicidad, esto guarda relación con el pH del suelo, ya que al no tener un pH ácido evita que tenga problemas con relación a altos niveles de aluminio en el suelo.



Mapa 26. Salinidad en el suelo de la parroquia rural de San Isidro.

4.2.10. Nivel de fertilidad

El nivel de fertilidad es considerado como la capacidad del suelo de suministrar elementos esenciales en cantidades y proporciones equilibradas que viabilizan un óptimo desarrollo de los cultivos obviando que se tenga condiciones favorables en el medio (Fuentes, 1999 citado en IEE, 2015).

Según FAO (2002), entre los principales factores que determinan la fertilidad del suelo se encuentran: textura, profundidad, materia orgánica; esta última es directamente proporcional a la fertilidad puesto que reduce la erosión, regula la temperatura del suelo y retiene la humedad.

Sumado a lo anteriormente expuesto, la fertilidad es muy buena cuando existe una alta capacidad de intercambio catiónico, la saturación de bases, con un potencial de hidrogeno básico y con un alto nivel de nutrientes (Fuentes, 1999 citado en IEE, 2015).

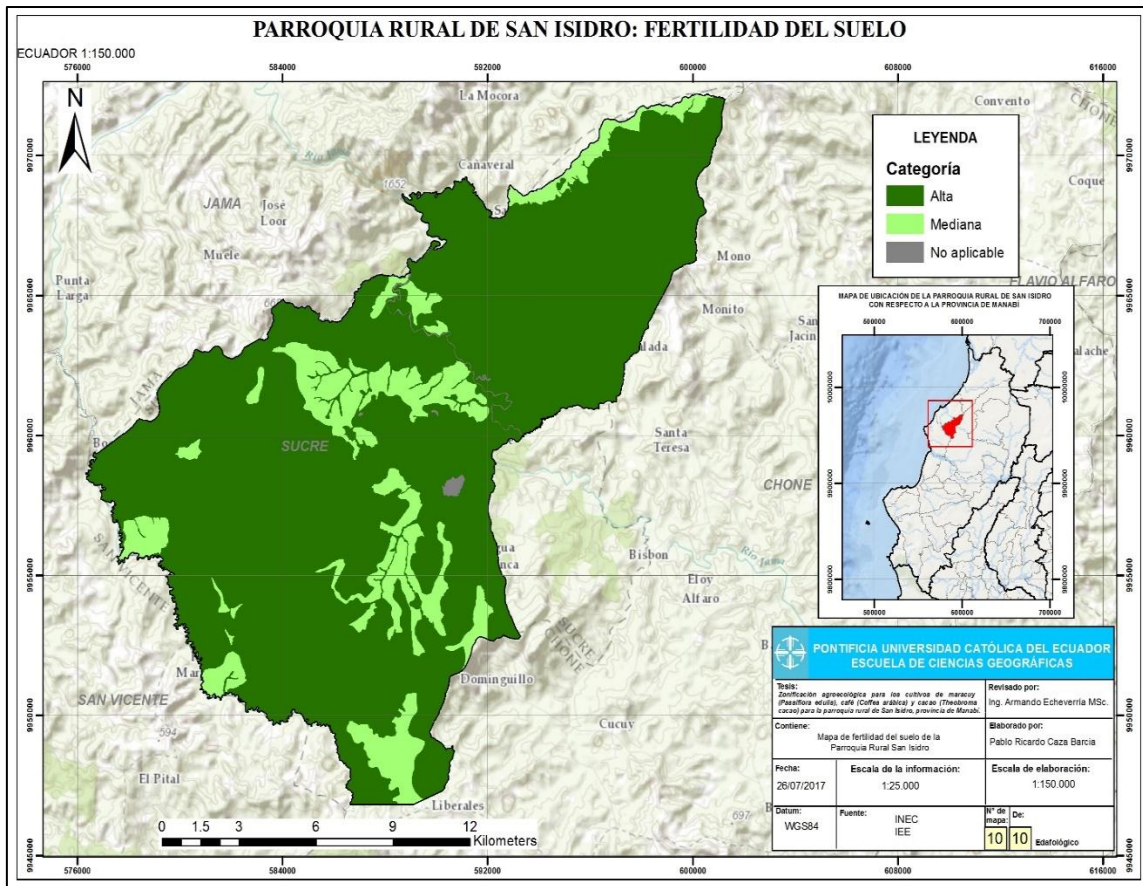
La tabla 23, muestra las categorías utilizadas para caracterizar nivel de fertilidad en el suelo con su respectiva descripción y simbología.

Tabla 23. Categorías empleadas para la clasificación del Nivel de Fertilidad del suelo

Nivel de Fertilidad Natural	pH	CIC [meq/100 g]	Saturación de Bases [%]	MO [%]	Textura Superficial
Muy baja	Acido (5,0 a 5,5)	Menor a 10	Menor a 35	Menor a 0,5	Arena Arena muy fina
Baja	Medianamente acido (>5,5 a 6,0)	Entre 10 a 15	Menor a 35	Entre 0,5 a 1,0	Arena-fina Arena-media Arena-gruesa Areno-francoso
Mediana	Ligeramente acido (>6,0 a 6,5)	Entre 15 a 20	Entre 35 a 50	Entre 1,0 a 2,0	Franco Franco-arenoso Franco-limoso Franco arcilloso Franco arcillo arenoso
Alta	Prácticamente neutro y neutro (>6,5 a 7,5)	Mayor a 20	Mayor a 50	Mayor a 2,0	Franco arcillo limoso Limoso Arcilloso Arcillo-arenoso Arcillo-limoso Arcilla pesada

Fuente: IEE, 2015.

En el mapa 27, se puede constatar el excelente nivel de fertilidad del suelo de la parroquia considerado como “Alta” y “Mediana”. No existen registros de niveles bajos de fertilidad.



Mapa 27. Nivel de Fertilidad del Suelo de la parroquia rural de San Isidro.

Un 86.25% del territorio de la parroquia, es decir alrededor de 23.854,49 ha, son suelos con altos niveles de fertilidad mientras que el restante poseen un nivel de fertilidad medio (ver tabla 24).

Tabla 24. Extensión (ha) de las categorías del Nivel de Fertilidad del suelo en la parroquia rural de San Isidro.

Categorías	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Alta	23.854,49	86,25
Mediana	3.700,24	13,38
No aplicable	102,43	0,37
Total general	27.657,16	100

Fuente: IEE, 2012.

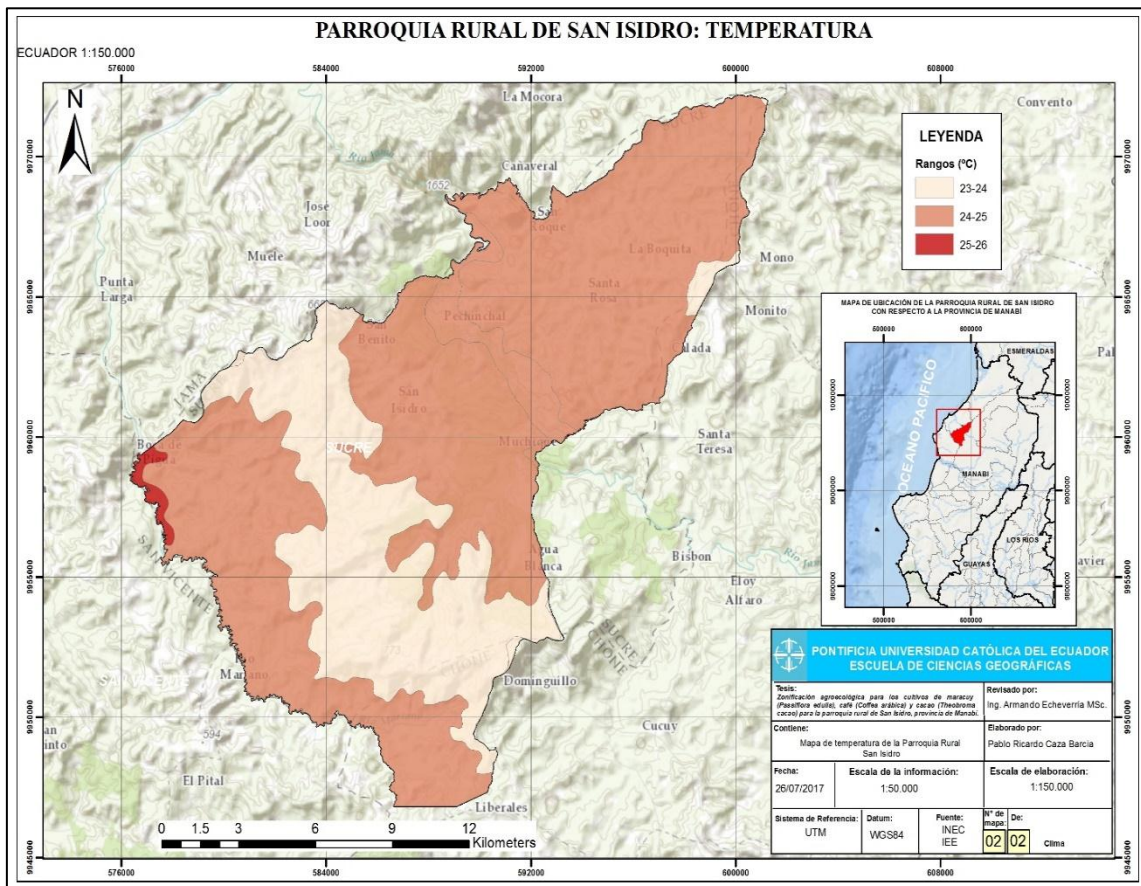
4.3. Caracterización climática

Al igual que la información anterior, la información climática forma parte del estudio hidrometeorológico generado en el marco del Proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a nivel nacional escala 1:25.000”. Este estudio requirió la recopilación de información¹⁴ proveniente de la red meteorológica del INAMHI para la elaboración de mapas de isoyetas e isotermas.

¹⁴ El periodo utilizado para generar este estudio estuvo comprendido entre 1985-2009.

4.3.1. Temperatura

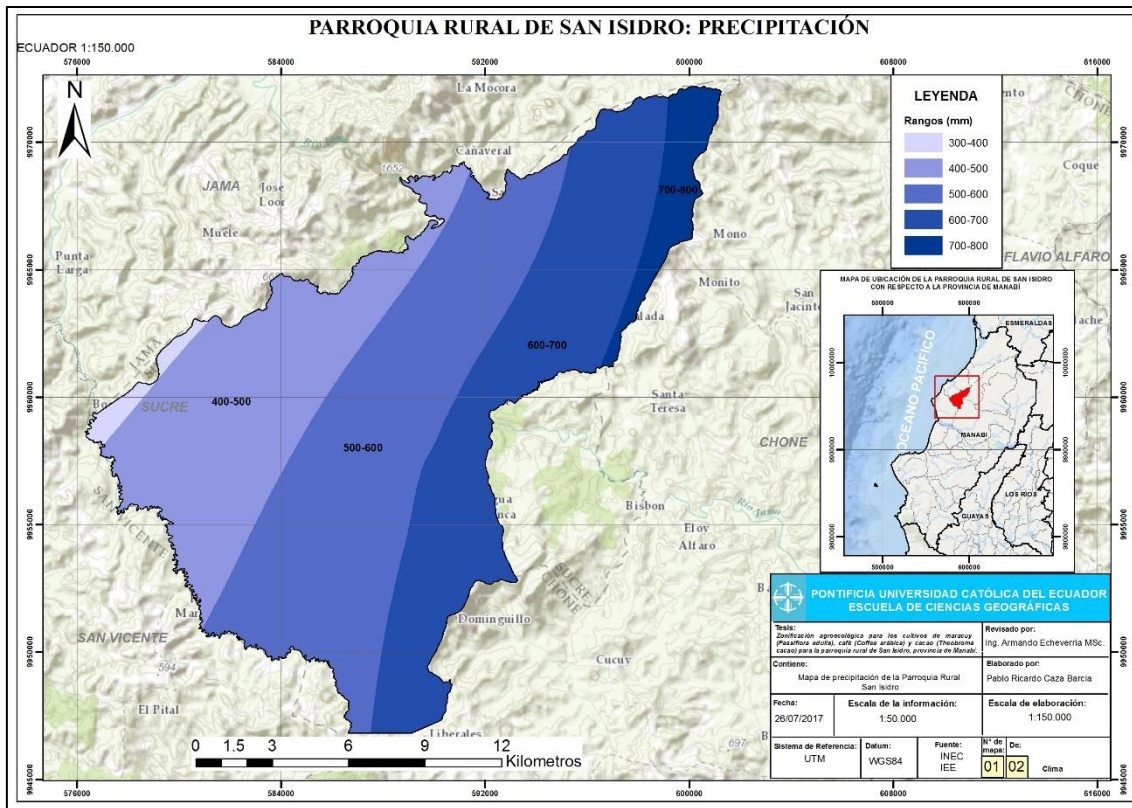
El mapa 28, expresa la temperatura media anual en la parroquia donde los mayores rangos de temperatura se encuentra entre los 25 a 26°C pero únicamente focalizados en el límite con el cantón San Vicente; las temperaturas de entre 24 a 25°C son predominantes en la zona sobretodo en la parte norte y sur de la parroquia mientras que el rango de 23 a 25°C tiene lugar al centro del área de estudio.



Mapa 28. Temperatura atmosférica de la parroquia rural.

4.3.2. Precipitación

Al igual que el mapa de isotermas del área de estudio para obtener los valores de precipitación anual se realizaron en base a todo el periodo de años de observación de cada estación. Los resultados obtenidos se plasmaron en un mapa de isoyetas en cual se puede observar que el valor mínimo de precipitación en la zona es de 300mm y cuyo valor máximo es de 800mm (ver mapa 29).



Mapa 29. Precipitación de la parroquia rural de San Isidro.

CAPITULO V: ESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS CON MAYOR APTITUD PARA LOS CULTIVOS DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), CAFÉ (*coffea arabica*) Y CACAO (*Theobroma cacao*).

5.1. Modelo conceptual

La presente zonificación agroecológica para los cultivos de maracuyá, café y cacao a escala 1:25.000, utilizó el modelo metodológico propuesto por FAO (1997) y que posteriormente fue adaptado por instituciones del país.

En el desarrollo del capítulo 3, se establecieron los requerimientos agroecológicos de los cultivos en mención, en función de 10 parámetros edafológicos, 2 parámetros de relieve y 2 parámetros de clima, necesarios para su óptimo desarrollo, cada uno de estos parámetros poseen valores cuantitativos y cualitativos donde se definen los rangos óptimos para los fines pertinentes. Una vez establecidos los valores óptimos para cada uno de los cultivos se procedió a través de información levantada en campo a territorializar mediante cartografía, los parámetros referidos anteriormente para conocer los diferentes escenarios que se presentan en la parroquia de estudio y proceder a generar una única base de datos o inventario que consolide los datos de cada uno de los factores en estudio.

El desarrollo de estos dos capítulos fue fundamental para la construcción de una fuente en el cual se pueda efectuar un análisis de forma ordenada y efectiva; conjugando los resultados obtenidos en ellos, esto fue posible gracias al uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), más específicamente el *software ArcGIS*, en su extensión *ArcMap* 10.1.

En este contexto, como primer paso para la realización de la zonificación agroecológica fue el hacer coincidir la información edafológica, climática y de relieve generada por IEE, y, que debido a ciertos desfases en los límites oficiales de la parroquia San Isidro no correspondía espacialmente con los límites territoriales parroquiales propuestos por la Secretaría Técnica del Comité Nacional de Límites Internos (CONALI).

Requisito previo:

Iniciar *ArcMap*.

Pasos:

1. Hacer clic en el botón “Add” agregar capa:
ORGANIZACIÓN_TERRITORIAL_DEL_ESTADO_PARROQUIAL
2. Clic derecho sobre la capa, seleccionar “Open Attribute Table”:
 - Select by Attributes: “San Isidro”
3. Clic derecho sobre la capa, seleccionar “Date”, clic izquierdo en “Export Date”, colocar ubicación y formato a guardar.

Una vez obtenida la delimitación oficial del área de estudio se procedió a agregar las capas de edafología y de clima correspondiente a los cantones Chone, Jama, San Vicente y Sucre (Norte) con la intención de focalizar la información exclusivamente para la parroquia de San Isidro mediante la fusión de la información disponible de los cantones ya mencionados para posterior a esto realizar el respectivo corte con el límite oficial nacional de la parroquia San Isidro.

Requisito previo:

Tener agregado las capas de Geopedología y Clima de los cantones Chone, Jama, San Vicente y Sucre (Norte).

Pasos:

1. Clic izquierdo pestaña “Geoprocessing”, seleccionar opción “Merge”.
2. Agregar todas las capas.
3. “Aceptar”.
4. Clic izquierdo pestaña “Geoprocessing”, seleccionar opción “Intersect”.
5. Agregar capa fusionada y límite parroquial de San Isidro.
6. “Aceptar”.

Como resultado del último proceso realizado, se obtuvieron datos continuos y sectorizados acordes con el límite oficial de la parroquia rural de San Isidro para la caracterización de su edafología y clima. Adicionalmente se elaboró el mapa hipsométrico del área de estudio, a través de la utilización del *software Global Mapper 18*, en el cual se generaron curvas de nivel cada 50 metros a partir del modelo digital de elevación obtenido de la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM, siglas en inglés) de

1 arco segundo de resolución para posteriormente ser procesado en *ArcMap* 10.1, que mediante la generación de una red irregular de triángulos (TIN) se pudieron obtener las diferentes altitudes que pasaron a formar como un factor más de análisis para la presente zonificación.

Se obtuvieron 4 *shapefile* finales, que para estructuración de una sola base de datos, se procedió a realizar una unión de la información.

El modelo cartográfico a desarrollarse contempla los lineamientos de la propuesta metodológica bajo la espacialización de variables climáticas, edafológicas y de relieve para la caracterización de las condiciones ambientales del área de estudio. Entre las principales herramientas de geoprocésamiento utilizadas para el análisis se encuentran: *Merge*, *Clip* y *Union* (gráfico 7).

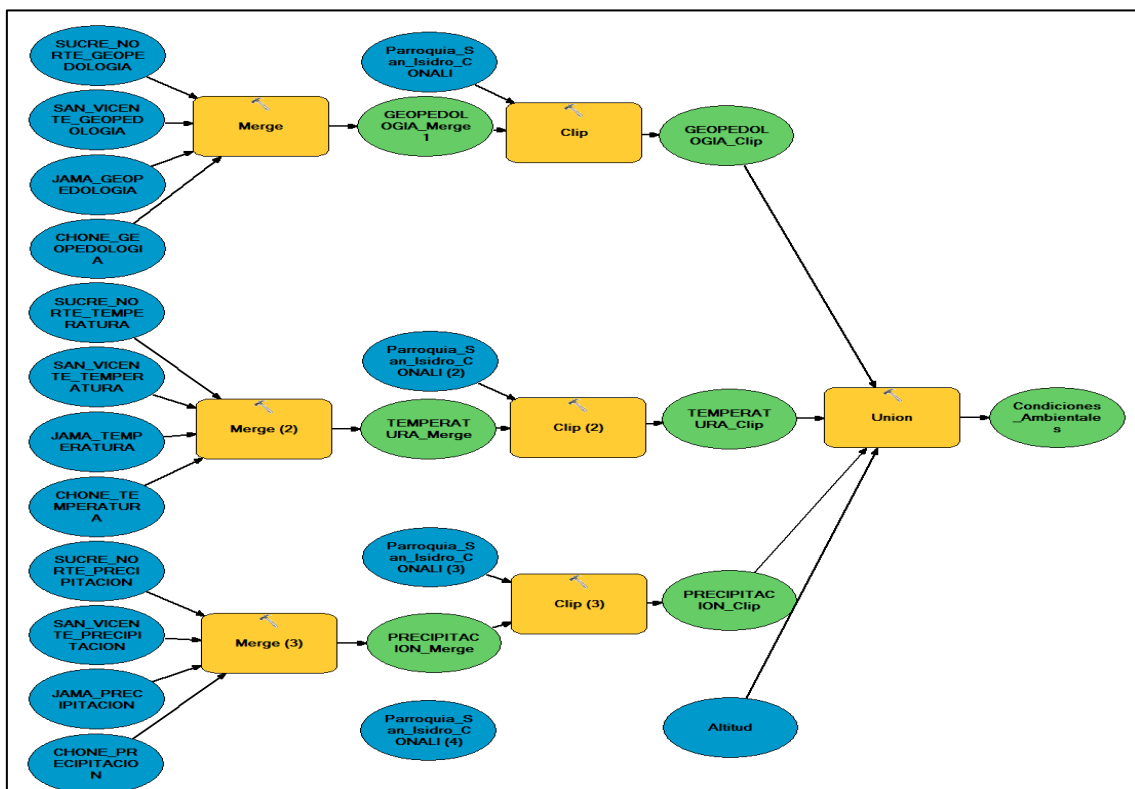


Gráfico 7. Modelado cartográfico de la zonificación agroecológica.

5.2. Generación de consulta SQL

Debido a la robusta base de datos generada que contiene la información de los atributos de las coberturas, se elaboró un Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL) para la definición de las zonas con características homogéneas aptas para los cultivos de maracuyá, café y cacao.

Para facilitar la estructuración de la consulta a la base de datos, se optó por la codificación de los valores para cada uno de sus atributos como se puede observar en la tabla 25.

Tabla 25. Codificación de los valores presentados en la tabla de atributos del shapefile referente a las condiciones ambientales

Parámetros	Codificación					
	0	1	2	3	4	5
Pendiente	No Aplicable	2 a 5%	5 a 12%	12 a 25%	25 a 40%	40 a 70%
Profundidad	No Aplicable	> 100cm	>50 a 100cm	>20 a 50cm	>10 a 20cm	0 a 10cm
Pedregosidad	No Aplicable	Sin	< 10 %	> 25 a 50%	> 50 a 75%	-
Drenaje	No Aplicable	Bueno	Moderado	-	-	-
Nivel freático	No Aplicable	Sin evidencia	-	-	-	-
pH	No Aplicable	> 5,5 a 6,0	> 6,0 a 6,5	7,0	> 6,5 a 7,5	> 7,5 a 8,0
MO	No Aplicable	> 2,0 %	1,0 - 2,0%	-	-	-
Salinidad	No Aplicable	No salino	-	-	-	-
Toxicidad	No Aplicable	Sin o nula	-	-	-	-
Fertilidad	No Aplicable	Alta	Mediana	-	-	-
Textura	No Aplicable	Franco limoso	Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco	Arcilloso
Precipitación	No Aplicable	300 - 400	400 - 500	500 - 600	600 - 700	700 - 800
Temperatura	No Aplicable	23 - 24	24 - 25	25 - 26	""	""
Altitud*	No Aplicable	""	""	""	""	""

*Los valores de altitud se encuentra distribuidos de 100 a 650

La aplicación del SQL a los atributos de la cobertura con la información agroecológica, y que se realizó por medio de SIG, se encuentran especificadas por cultivo de la siguiente manera:

Maracuyá (*Passiflora edulis*)

```
(("PENDIENT_C" >= 1) AND ("PENDIENT_C" <= 4)) AND(("TexS_C" >= 2) AND ("TexS_C" <= 4)) AND (("ProfE_C" = 1) OR ("ProfE_C" = 2)) AND (("MO_C" = 1)) AND (("Salini_C" = 1)) AND (("Toxi_C" = 1)) AND (("FER_C" = 1) OR ("FER_C" = 2)) AND (("Pedre_C" = 1) OR ("Pedre_C" = 2)) AND (("PNF_C" = 1)) AND (("Drena_C" = 1) OR ("Drena_C" = 2)) AND (("pH_C" >= 1) AND ("pH_C" <= 3)) AND (("ELEVACION" >= 50) AND ("ELEVACION" <= 650)) AND (("TEMPERAT_C" = 1) OR ("TEMPERAT_C" = 2))
```

Café (*Coffea arabica*)

```
(( "PENDIENT_C" >= 1) AND( "PENDIENT_C"<=4)) AND(( "TexS_C" >= 1) AND( "TexS_C" <= 3)) AND (( "ProfE_C" = 1)) OR (( "ProfE_C" = 2)) AND(( "MO_C"= 1)) AND(( "Salini_C" =1)) AND(( "Toxi_C" =1)) AND(( "FER_C" =1) OR ( "FER_C" =2)) AND(( "Pedre_C" = 2) OR( "Pedre_C" = 1)) AND(( "PNF_C" =1)) AND(( "Drena_C"
```

=1) OR("Drena_C" =2)) AND(("pH_C" =1) OR("pH_C" =2)) AND(("ELEVACION" >= 0) AND("ELEVACION" <= 650)) AND(("TEMPERAT_C" = 1))

Cacao (*Theobroma cacao*)

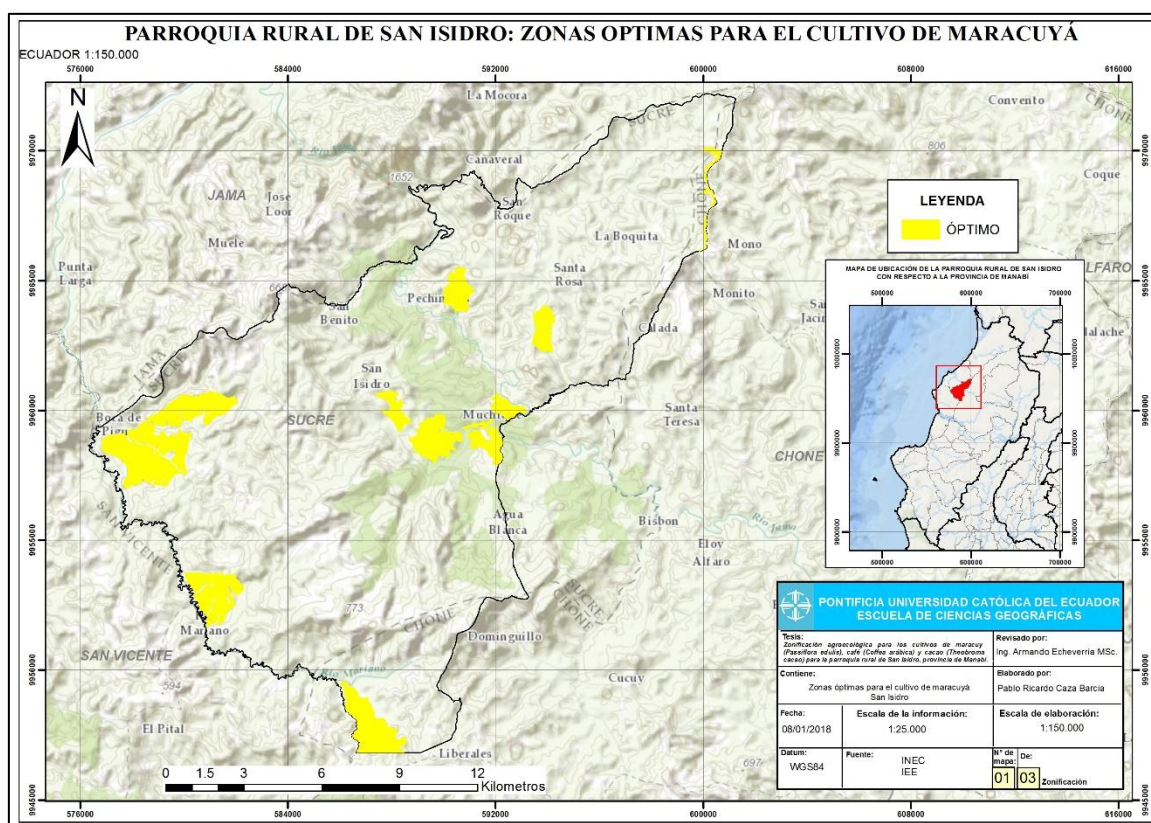
(("PENDIENT_C" >= 1) AND("PENDIENT_C"<=4)) AND(("TexS_C" >= 1) AND("TexS_C" <= 4)) AND (("ProfE_C" = 1)) OR (("ProfE_C" = 2)) AND(("MO_C"= 1)) AND(("Salini_C" =1)) AND(("Toxi_C" =1)) AND(("FER_C" =1)) AND(("Pedre_C" = 1) OR("Pedre_C" = 2)) AND(("PNF_C" =1)) AND(("Drena_C" =1) OR("Drena_C" =2)) AND(("pH_C" =2) OR("pH_C" =3)) AND(("ELEVACION" <=500) AND("ELEVACION" <=500)) AND(("TEMPERAT_C" = 2) OR ("TEMPERAT_C" = 3))

Con la generación de la consulta SQL, se posibilitó la extracción de información específica sobre las condiciones ambientales presentes en el suelo del área de estudio en función a los parámetros que requieren cada uno de los cultivos para su óptimo desarrollo, estas características se encuentran contenidas en cada uno de los polígonos que se conformaron según las sentencias establecidas.

CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

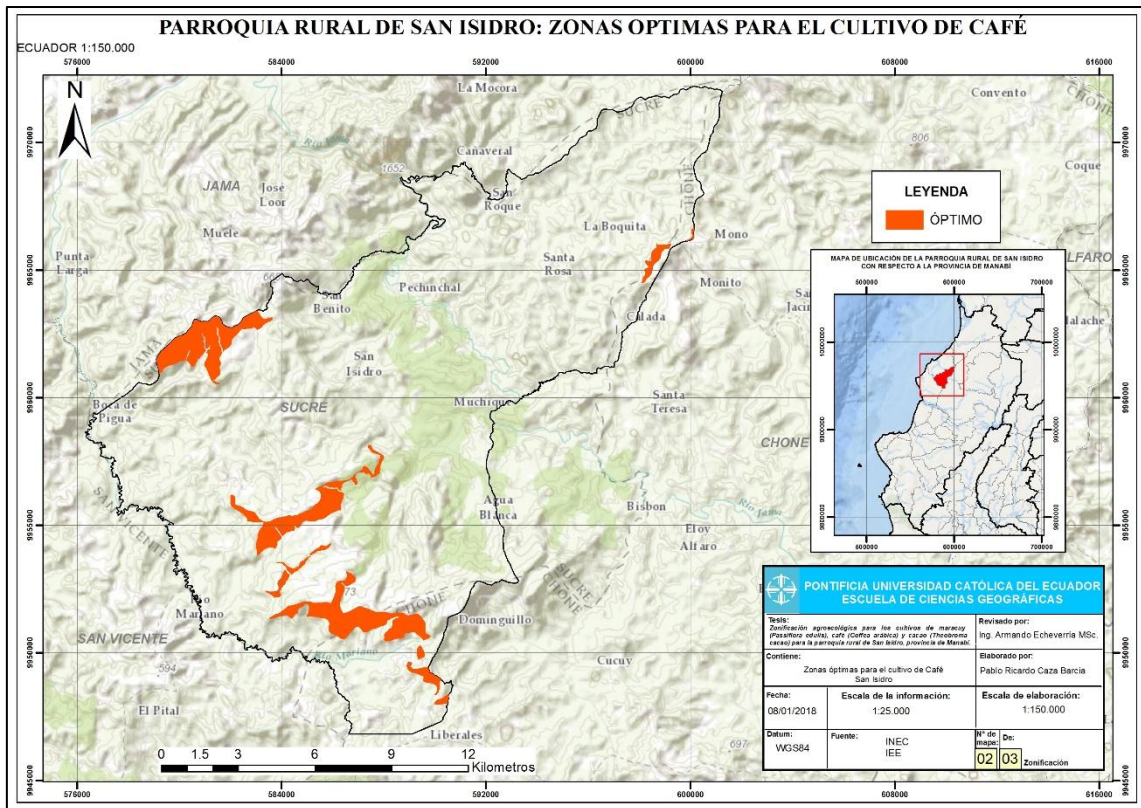
6.1. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos para la maracuyá se encuentran con mayor presencia al sur de la parroquia, en el centro tienen lugar zonas óptimas cercanas al amanzanado y que se ubican relativamente una cerca de la otra. Un reducido número de zonas óptimas para la maracuyá se encuentran focalizadas al norte de San Isidro (ver mapa 30).



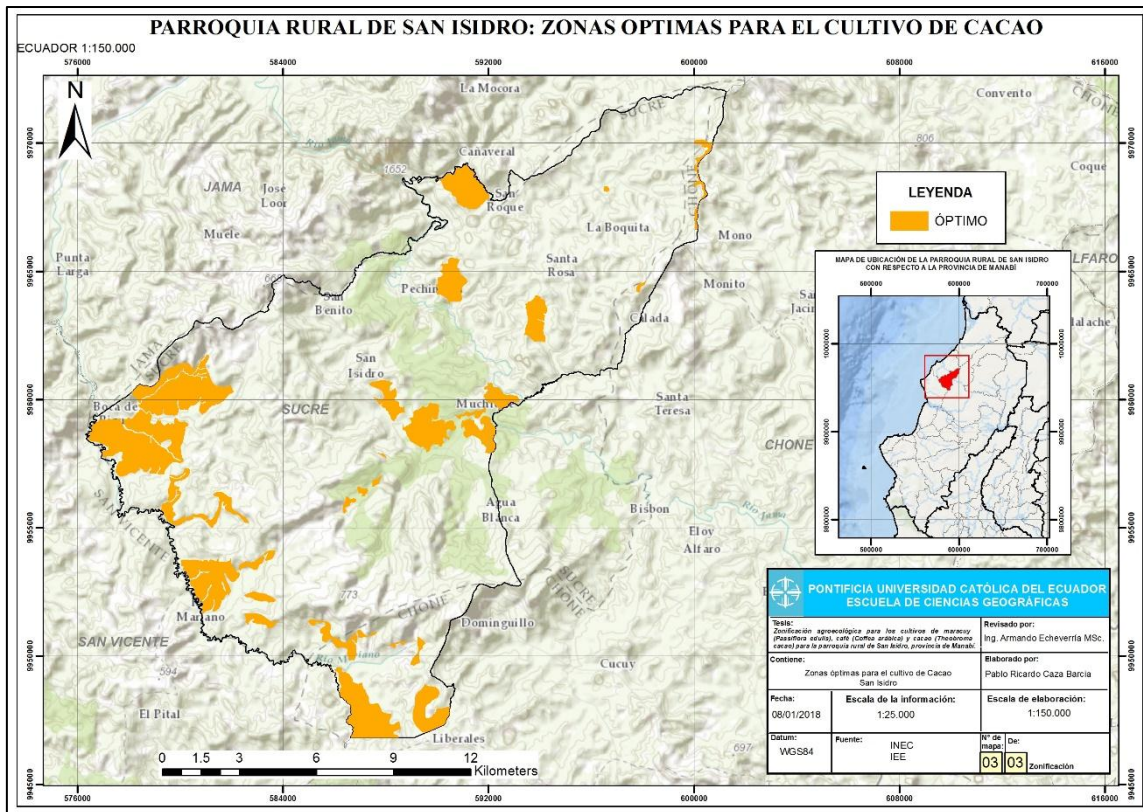
Mapa 30. Zonas óptimas para el cultivo de la maracuyá en la parroquia rural de San Isidro.

El café presenta pocas áreas homogéneas, aunque existen tres áreas de considerables extensiones ubicada al sur de la parroquia y un pequeño reducto al norte de la misma (ver mapa 31).



Mapa 31. Zonas óptimas para el cultivo de la café en la parroquia rural de San Isidro.

Y por último, considerando los resultados obtenidos para los anteriores cultivos, el cacao cuenta con un elevado número de zonas homogéneas y de mayor extensión que tienen una mejor distribución ya que tienen presencia al sur, centro y norte de San Isidro (ver mapa 32).



Mapa 32. Zonas óptimas para el cultivo del cacao en la parroquia rural de San Isidro.

La superficie para el establecimiento del cultivo de cacao abarca 3.211,02 ha, siendo de mayor extensión seguido por la maracuyá con 2.174,09 ha y por último el café con 1.447,73 ha (ver tabla 26).

Tabla 26. Extensión (ha) de las áreas homogéneas para los cultivos de maracuyá, café y cacao en la parroquia rural de San Isidro

Cultivo	Zonas Agroecológicas (ha)	%
Maracuyá	2.174,09	7,86
Café	1.447,73	5,23
Cacao	3.211,02	11,61

Para profundizar el análisis de los resultados obtenidos es posible realizar una comparación entre las extensiones de zonas óptimas resultantes y su producción por hectárea. Este análisis se efectuará en base a la información disponible para cada uno de los cultivos en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) en su año más reciente que nos permitirá obtener una cantidad referencial de Tm/ha que producirían los resultados obtenidos en el supuesto caso de que fueran usufructuadas en su totalidad.

En la tabla 27, se puede apreciar los valores para el año 2016 muestreados en la región costa que nos permite inferir y precisar un aproximado anual referente a toneladas de producción por hectárea.

Tabla 27. Valores de superficie y producción para el año 2016

Cultivo	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Promedio (Tm/ha)
	Plantada	Cosechada			
Maracuyá	9.923	6.609	40.097	39.571	6,07
Café	32.252	15.016	1.615	1.536	0,11
Cacao	445.876	359.379	140.500	138.239	0,39

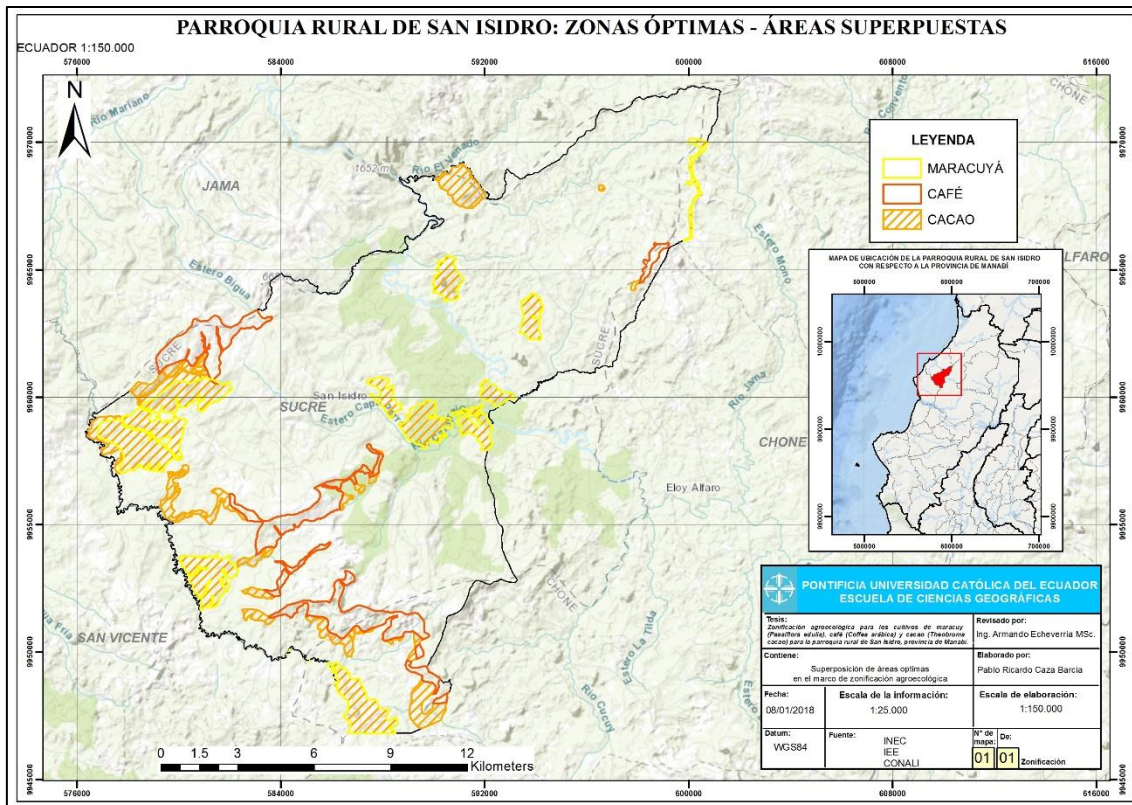
Los valores referidos en la tabla anterior nos permiten obtener un aproximado sobre la producción estimada que tendrían las zonas agroecológicas óptimas. En la tabla 28, nos muestra que para el caso de la presente investigación y debido al mayor rendimiento que muestra la maracuyá tendría una producción aproximada de 13.196,73 Tm/ha seguida por el cacao con 1.252,30 Tm/ha y por último el café con una producción aproximada de 159,25 Tm/ha.

Tabla 28. Producción estimada de las zonas agroecológicas óptimas

Cultivos	Zonas óptimas (ha)	Promedio (Tm/ha)	Producción de zonas óptimas (Tm/ha)	Precio internacional por Tm y lb(USD)
Maracuyá	2.174,09	6,07	13.196,73	\$1.600
Café	1.447,73	0,11	159,25	\$146,13 *
Cacao	3.211,02	0,39	1.252,30	\$2.232,80

Se debe tomar en cuenta que los resultados obtenidos por cultivos muestran en ciertas zonas una superposición de áreas, sobre todo en las zonas óptimas para la maracuyá y el cacao debido a que presentaron ciertas similitudes en lo que respecta a la textura y pH del suelo, por lo cual, el análisis previo realizado a los resultados permite, para este caso, poder diferenciar los costos-beneficios que conllevaría el usufructo de las áreas resultantes para estos dos cultivos (ver mapa 33).

Adicionalmente y en este contexto, los resultados de la presente propuesta deben complementarse con un análisis más profundo que permita priorizar cual cultivo resulta ser económicamente rentable, ambientalmente amigable y socialmente responsable.



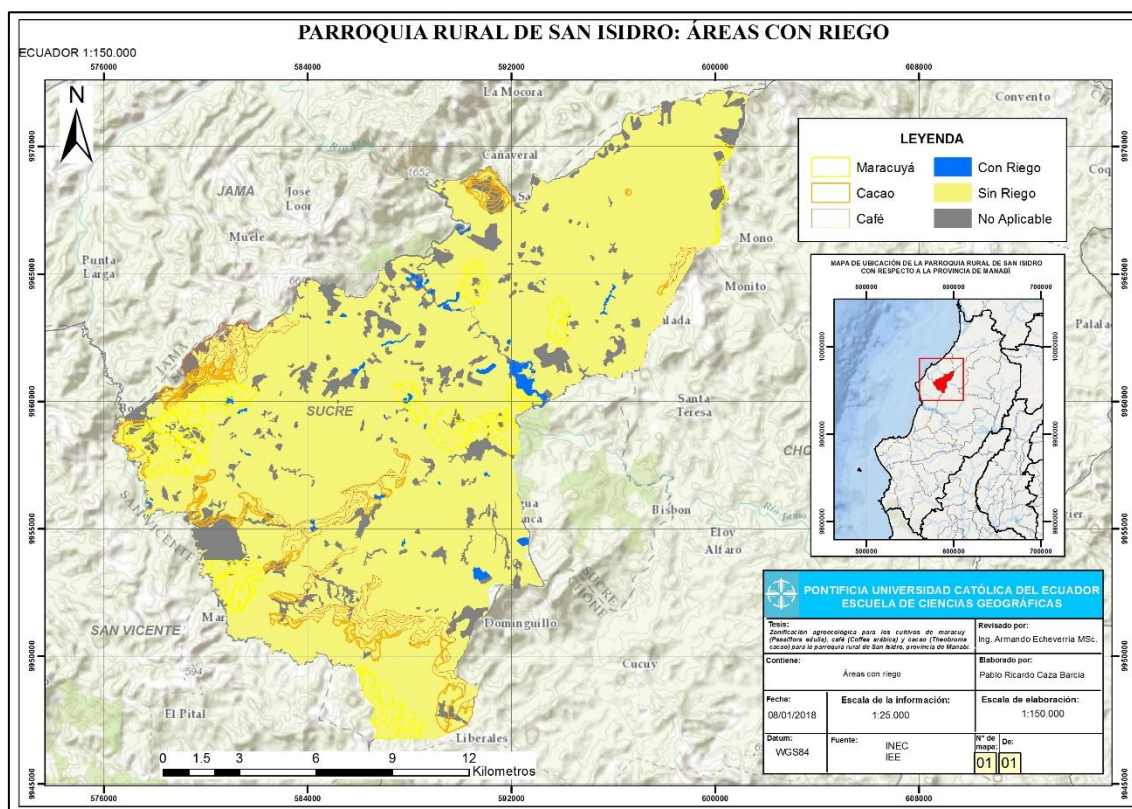
Mapa 33. Superposición de las áreas resultantes por cultivo.

6.2. Discusión

En el proceso de la aplicación del lenguaje SQL, se presentaron ciertas limitantes a la hora de ejecutar la consulta, estas limitantes estaban determinadas por los niveles o rangos presentados para la caracterización de la precipitación, ya que el valor máximo que contenía la información procesada era 800 mm, mientras que lo considerado como óptimo para los cultivos estaban por encima de este valor, por lo cual fue excluido en el presente análisis la variable en mención. Con este antecedente, se debe aclarar que la parroquia posee una limitada disponibilidad de información pluviométrica, ya que para la fecha de la realización del estudio contaba con solo una estación para estos fines.

Para contrarrestar esta limitante ambiental, se lo debe tomar como un elemento interno de la presente zonificación agroecológica puesto a puede ser compensada con la implementación de sistemas de riego que provean las cantidades necesarias para alcanzar el óptimo desarrollo de los cultivos de la presente investigación. Además de la precipitación, los requerimientos agroecológicos en cuestiones de temperatura jugaron un papel condicionante de los cultivos al no presentar tolerancia rangos amplios de temperatura y que por ende se redujo la formación de zonas óptimas, caso contrario; la extensión de los polígonos resultantes hubiesen sido mayores.

Es importante señalar que a través del mapa 33 se identifican las áreas que poseen algún tipo de sistema de riego, donde claramente se puede visualizar que en su mayoría las unidades de uso agropecuario del área de estudio no poseen algún tipo de estructura que posibilite este fin, mientras que; las únicas áreas que presentan riego se sitúan al centro de la parroquia guardando relación por encontrarse cerca con el afluente principal de San Isidro.



Mapa 34. Áreas agropecuarias con riego de la parroquia rural de San Isidro

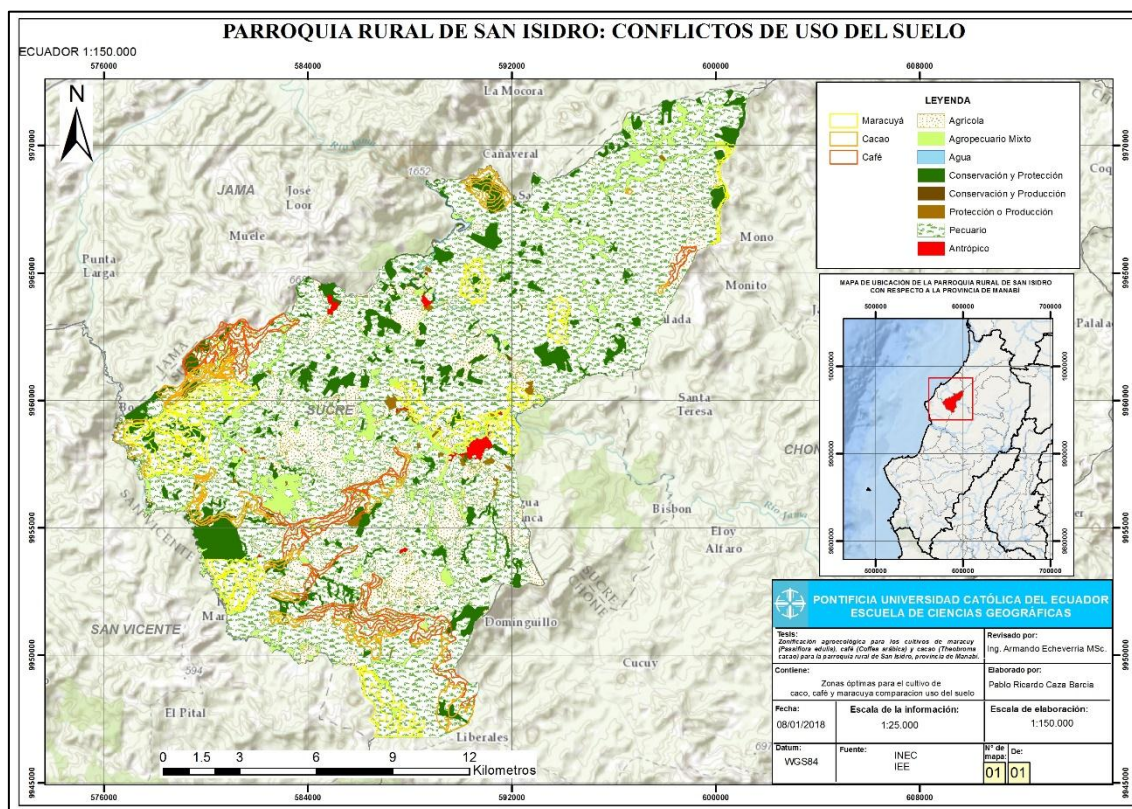
En el caso de las zonas óptimas para el desarrollo de maracuyá, café y cacao, son muy pocas las hectáreas que se encuentran bajo riego. Los cultivos que mayor hectáreas con riego posee son el cacao con 15,90 ha seguido de la maracuyá con 15,36 ha, mientras que; el café solo está cubierto en 6,97 ha. Los datos presentados en la tabla 29, permite determinar las áreas vulnerables, en este caso por el clima cuya limitante produce escasez de agua, y priorizar la intervención de proyectos de infraestructura de riego para beneficiar el desarrollo agrícola.

Tabla 29. Extensión (ha) de zonas optimas con riego.

	Maracuyá	Café	Cacao
Con Riego	15,36	6,97	15,90
Sin Riego	1.994,79	1.306,91	2.786,02
No Aplicable	159,92	105,17	404,00

Fuente: IEE, 2012

En contraste de los resultados de la presente propuesta se puede evidenciar, en función del uso de suelo actual, que las zonas óptimas para el desarrollo de los cultivos en estudio se encuentran sobre usos diferentes a usos agrícolas (ver mapa 34).



Mapa 35. Zonas óptimas de maracuyá, café y cacao en conflicto por uso del suelo.

La mayoría de los resultados obtenidos y considerados en la propuesta como zonas óptimas se encuentran asentadas sobre usos pecuarios que corresponden a la cobertura de pastos cultivados. En cuestiones de extensión, las zonas óptimas de la maracuyá se encuentran mayoritariamente sobre áreas de uso agropecuario con 84,04% de los resultados obtenidos para este cultivo, seguido por el cacao con un 79,36%, mientras que por último se encuentra el café con 69,43% de sus zonas óptimas con respecto a su totalidad. La comparación entre la cobertura de suelo al año 2014 y los resultados obtenidos en la presente propuesta poseen una baja correspondencia entre las áreas de terreno donde actualmente se desarrollan los cultivos de maracuyá, cacao y café con las zonas óptimas resultantes y solo el 3,86% del cacao, el 18,34% para el café y el 4,27% de la maracuyá se desarrollan actualmente en zonas que reúnen las condiciones ambientales adecuadas para un óptimo desarrollo según los resultados que se obtuvieron en la zonificación agroecológica de la parroquia rural de San Isidro (ver tabla 28).

Tabla 30. Extensión (ha) de zonas óptimas en conflicto por uso del suelo

	Cacao	%	Café	%	Maracuyá	%
Agrícola	123,66	3.86	260,24	18.34	92,64	4.27
Agropecuario Mixto	126,49	3.95	68,16	4.80	84,63	3.90
Antrópico	6,05	0.19	0	0.00	4,77	0.22
Conservación y Protección	395,66	12.34	105,17	7.41	154,73	7.13
Pecuario	2.544,11	79.36	985,20	69.43	1.824,63	84.08
Protección o Producción	9,95	0.31	0,28	0.02	8,67	0.40
Total general	3.205,92	100	1.419,05	100	2.170,07	100

CONCLUSIONES

- A través de la aplicación de la metodología de zonificación agroecológica se consiguió la obtención de resultados que viabilizan la facilitación de los procesos de planificación del desarrollo rural y constituirá una base para la generación de política pública y reformulación de planes locales que conlleven en corto, mediano y largo plazo a cambios estructurales en el agro de la parroquia de San Isidro
- La definición de los requerimientos agroecológicos de los cultivos encontró una robusta información bibliográfica a nivel de Latinoamérica, en especial para el cacao y el café, aunque en el Ecuador la obtención de esta información a través de experimentación es relativamente baja para todos los cultivos en general. Así mismo, es importante recalcar que los cultivos que entraron en análisis presentaron requerimientos agroecológicos acordes con las condiciones ambientales.
- La caracterización de cada uno de los parámetros ambientales de la parroquia rural de San Isidro coincidieron en su mayoría en niveles adecuados lo cual es determinante para considerar a los suelos de la parroquia de San Isidro como ideales para el desarrollo de iniciativas orientadas a la producción agrícola pero entendiendo al desarrollo como la utilización racional y económica de los recursos tanto naturales como humanos.
- Los resultados de la presente propuesta muestran que para el caso de la parroquia rural de San Isidro la condiciones edafológicas y de relieve, mas no las condiciones climáticas, presentes en el suelo y las requeridas por los cultivos son óptimas por extensión a los cultivos de cacao (3.211,02 ha) y maracuyá (2.174,09 ha); aunque para el café (1.447,73 ha) la extensión de sus zonas óptimas es igualmente comparable y relevante. Esto se puede complementar en el análisis tomando en cuenta la cobertura de suelo actual de la parroquia rural de San Isidro que posee para el año 2014 las siguientes cifras: el cacao 2.471,49 ha; seguido por el cultivo de la maracuyá con 181,27 ha y por último el café con 11,33 ha.

RECOMENDACIONES

- Es importante reconocer una necesidad emergente de realizar un consenso de una metodología de Zonificación Agroecológica que se adapte a las condiciones del Ecuador, es clave para que se pueda incluir este tipo de propuestas en los Planes de Ordenamiento Territorial con el propósito de obtener una visión más clara acerca de las potencialidades y limitantes ambientales que posee un determinado territorio.
- Es importante la realización de ensayos de campo o puntos de control en vista de que la mayoría de información que se tiene acerca de las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos en general se basan en experiencias de otros países, por lo que, experiencias nacionales son fundamentales para la obtención de datos con mayor precisión.
- A mediano plazo la construcción de una estación meteorológica en la extensión del área de estudio sería fundamental para contar con datos de precipitación, temperatura, humedad y más datos climáticos. Mediante el fomento de la disponibilidad de información climática se viabiliza el desarrollo de una producción de alimentos tecnificada.
- La información de suelos a 1:25.000 utilizada en la presente propuesta constituye una base para la toma de decisiones pero aún resulta insuficiente para el emprendimiento de proyectos en función de los resultados obtenidos, por lo tanto, es fundamental reorientar el levantamiento de información de suelos para que su base de datos se encuentren en rangos amplios para la obtención de resultados mucho más específicos. de este tipo de propuesta a través del mejoramiento de la escala a 1:10.000 o 1:5.000.
- Se recomienda que en similares investigaciones se incluya como un parámetro de relevancia al periodo vegetativo y otros insumos cartográficos que puedan servir como reemplazo en ciertos casos donde se presenten limitantes en las condiciones ambientales.

Bibliografía

- AGROCALIDAD. (2012). Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao. Quito, EC: Resolución Técnica N° 0183 emitida el 20 de septiembre del 2012. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Guia-BPA-publicaciones/2016/diciembre/guia-buenas-practicas-agricolas-cacao-13-12-2016.pdf>
- AGROCALIDAD. (2013). Guía de buenas prácticas agrícolas para café. Quito, EC: Resolución DAJ-20134CB-0201.0281 emitida el 27 de diciembre de 2013.
- Altieri, M. (1997). Agroecología: Bases teóricas para una agricultura sustentable. Lima, PE: CLADES.
- Amaya, J. (2010). Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). Trujillo, PE: Gerencia Regional Agraria La Libertad. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf
- Aranda, J., González, B., Reyes, T., y Tejero, A. (s.f.). Guía de buenas prácticas para café sustentable. Oaxaca, MX. Recuperado el 18 de 01 de 2018, de https://issuu.com/emlain/docs/guia_interactiva_issuu
- Ayllon, T. (2013). Meteorología y Climatología. México DF: Trillas. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Barbaro, L., Karlanian, M., y Mata, D. (s.f). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Buenos Aires. Recuperado el 27 de 12 de 2017, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf
- Barrera, N., y Palma, A. (2008). Geografía . Mexico DF, MX. Recuperado el 15 de 01 de 2018, de https://biologicaseba.files.wordpress.com/2012/08/geografc3ada_todo.pdf
- Barva, J. (2011). Guía técnica para el cultivo de maracuyá. Costa Rica: Instituto del café de Costa Rica. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de

http://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/file/CIPS/2014-2/Guia_Maracuya-INTEP-2014.pdf

Carrera, Y. (2013). Plan de desarrollo local en la parroquia de San Isidro. Quito. Recuperado el 14 de 01 de 2018, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1569>

Casas, R. (2011). El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. España: Parainfo S.A. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de https://books.google.com.ec/books?id=h8_qVzIoJ00C&printsec=frontcover&dq=suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiPs6eA4fXSAhXCRSYKHbISDu8Q6AEIJTAD#v=onepage&q=suelo&f=false

Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos. (2014). Zonificación Agroecológica de tres cultivos estratégicos (MAIZ, *Zea mays* L.; ARROZ, *Oryza sativa* L.; CAÑA DE AZUCAR *Saccharum officinarum* L.) en 14 cantones de la cuenca baja del Rio Guayas. Quito, EC. Recuperado el 5 de 11 de 2016, de <http://www.cepeige.org/Revista3/ZONIFICACION%20AGROECOLOGICA.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL y Consejo Agropecuario Centroamericano del Sistema de la Integración Centroamericano - CAC/SICA. (2014). Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica. México, D.F. Recuperado el 17 de 07 de 2017, de http://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/37456/1/S1421045_es.pdf

De la Rosa, D. (2008). Evaluación Agro-ecológica de Suelos para un desarrollo rural sostenible. Madrid, ES: Ediciones Mundi-Prensa.

Demagnet, R. (2017). Aluminio. Plan Lechero Watt's. Recuperado el 05 de 08 de 2017, de <http://www.watts.cl/docs/default-source/charlas-a-productores/aluminio.pdf?sfvrsn=2>

Díaz, G. (2011). Zonificación Agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el centro-norte de la sierra ecuatoriana. Sangolquí, Ecuador. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3277>

- Duicela, L., Corral, R., Farfán, D., Cedeño, L., Palma, R., Sánchez, J., y Villacís, J. (2004). Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agro ecosistemas del Ecuador. Manta, EC. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de https://books.google.com.ec/books?id=S4QzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Duke, J. (1983). *Theobroma cacao* L. (P. U. Publicar, Ed.) Recuperado el 2017 de 08 de 01, de Horticulture and Landscape: https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Theobroma_cacao.html
- Espinoza, J. (2015). Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.), en comunidades afrodescendientes del Pacífico Colombiano (Tumaco– Nariño, Colombia). Grupo de Investigación Salud y Sostenibilidad, Escuela de Microbiología.
- ESRI. (07 de 01 de 2018). ArcGIS Desktop. Obtenido de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/using-sql-with-gdbs/what-is-sql.htm>
- Fekadu, K. (2014). The paradox in environmental determinism and possibilism: A literature review. Recuperado el 06 de noviembre de 2016, de http://www.academicjournals.org/article/article1411029922_Fekadu.pdf
- GAD San Isidro. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural de San Isidro 2014 - 2019. Sucre. Recuperado el 12 de 02 de 2017, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360046970001_PDOTPR%20SAN%20ISIDRO%202014-2019_15-05-2015_16-47-17.pdf
- Garcia, M. (2002). Guía Técnica: Cultivo de Maracuyá Amarillo. Arce, El Salvador: Centra Nacional de Tecnología Agropecuria y Forestal. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Maracuya.pdf>
- Gonzales, H. (2016). Zonificación agroecológica del coffea arabica en el municipio de Atoyac de Alvarez. Investigaciones geográficas UNAM.
- Hardin, G. (2009). Environmental Determinism: Broken Paradigm or Viable Perspective?. Recuperado el 29 de 03 de 2017, de <http://dc.etsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3191&context=etd>

- Hsiung, D. (1992). Geographic Determinism and Possibilism: Interpretations of the Appalachian Environment and Culture in the Last Century. 4, págs. 14-23. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/41445617>
- IEE. (2012). Evaluación de tierras por su capacidad de uso del cantón Guayaquil. Recuperado el 03 de 07 de 2017, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA8/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/GUAYAS/GUAYAQUIL/MEMORIA_TECNICA/mt_capacidad_uso_de_la_tierra.pdf
- IEE. (2015). Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a nivel nacional escala 1: 25.000. Memoria Técnica, Muisne, EC.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. (2001). Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2001. Quito, EC. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2001/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. (2010a). Base de Datos-Censo de Población y Vivienda . Quito, EC. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. (2010b). Base de datos censo nacional economico. Quito, EC. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. (2014). Programas - Café y Cacao. Obtenido de <http://www.tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>
- Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria - INTA. (2010). Guía tecnológica del cultivo del cacao. Managua - Nicaragua.
- Jones, E. (1956). Cause and Effect in Human Geography. *Annals of the Association of American Geographers*, 46(4), págs. 369-377. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/2561531>
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., y Bello, S. (2006). La Materia Organica importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Idesia. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>

- Lewthwaite, G. (1966). Environmentalism and Determinism: A Search for Clarification. *Annals of the Association of American Geographers*, 56(1), págs. 01-23. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/2569301>
- López , L. (Noviembre de 2009). Estrategias de mercadotecnia para el desarrollo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en México. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Lucero, S. (2013). Modelamiento a través de un SIG para la zonificación agroecológica de los principales cultivos (papa, maíz, brócoli, cebolla blanca, cebada y pasto) dentro de la parroquia de Alóag. Quito, EC: Tesis de postgrado. Recuperado el 03 de 02 de 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1663/1/106532.pdf>
- Malavolta, E. (1994). Nutrición y fertilización del maracuyá. Quito, EC: International Plant Nutrition Institute.
- Ministerio de Agricultura - MINAGRI. (2013). Potencial Productivo en Base a la Profundidad de los Suelos del Valle de Chile Chico. Coyhaique. Recuperado el 26 de 12 de 2017, de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR39013.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG. (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. San José, CR: Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_maracuya.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - (MAGAP). (2014). Zonificación Agroecológica Económica del Cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador a escala 1:250.000. Quito, EC. Recuperado el 03 de 02 de 2018, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/zae/cacao.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP. (1988). Zonificación del cultivo del café en el Ecuador. Portoviejo.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP. (2013). Zonificación Agroecológica del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en el Ecuador a escala 1:250.000. Quito, EC. Recuperado el 06 de noviembre de

2016, de file:///C:/Users/trabajo/Desktop/TESIS%20-%20Capitulo%20III/TESIS-%20(Por%20mi%20y%20los%20mios)/ZONIFICACION%20AGROECOLOGICA%20DE%20PALMA%20ACEITERA.pdf

Monteros, A. (2016). RENDIMIENTOS DE CAFÉ GRANO SECO EN EL ECUADOR 2016. Quito, Ecuador: MAGAP.

Navarro, M., y Mendoza, I. (2006). Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Río San Juan, NI: Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo. Recuperado el 02 de 02 de 2018, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5288e/A5288e.pdf>

ONU. (2015). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado el 12 de 02 de 2017, de <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>

Organización de las Naciones Unidas - ONU. (2009). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). Nueva York, US. Recuperado el 15 de 01 de 2018, de https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4s.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (1997). Zonificación agroecológica - Guía general. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/W2962S/W2962S00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2002). Los fertilizantes y sus usos. Recuperado el 17 de 01 de 2018, de <https://www.netflix.com/watch/80014697?trackId=13589554>

Paredes, M. (2003). Manual de cultivo del cacao. Lima, PE: Programa para el desarrollo de la amazonía PROAMAZONIA. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>

Paz y Miño, J. (2011). Historia y Economía, BOLETÍN - TALLER DE HISTORIA ECONÓMICA. Quito. Recuperado el 01 de 11 de 2017, de http://the.pazymino.com/JPyM-Epoca_Cacaotera_Ecuador.pdf

Quiliguango, R. (2013). Influencia de cuatro métodos de beneficio sobre la calidad física y organoléptica del café arábigo (*Coffea arabica* L.) en dos pisos altitudinales del

- noroccidente de pichincha. Tesis pregrado, Quito, EC. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1042>
- Romero, A., y González, A. (2012). Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) establecido con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Cali, CO. Recuperado el 01 de 02 de 2018, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicass%20agricolas%20....pdf
- Ruiz, J., Medina, G., González, I., Flores, H., Ramírez, G., Ortiz, C., . . . Martínez, R. (2013). Requerimientos Agroecológicos de cultivos. México D.F., MX: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Recuperado el 02 de 02 de 2018, de http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%202da%20Edici%F3n.pdf
- Salazar, J. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Colombia.
- Salinas, F., y Tomala, M. (2014). Comportamiento agronómico de clones de Cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional en Manglaralto, cantón Santa Elena. Tesis de pregrado, La Libertad, EC. Recuperado el 16 de 01 de 2018, de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2215/1/UPSE-TIA-2015-007.pdf>
- Salinas, H. (2014). Guía Técnica para el cultivo de "Maracuyá" amarillo". Valle del Cauca, CO: Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo Valle. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de http://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/file/CIPS/2014-2/Guia_Maracuya-INTEP-2014.pdf
- Saltos, N., y Vasquez, L. (2011). Ecuador: Su realidad. Quito, EC: Fundacion Jose Peralta.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (2013). Estándares de Información Geográfica. Quito. Recuperado el 15 de 01 de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/PORTAL/CONAGE/T/14_estandares_de_informacion_geografica.pdf

- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021 - Toda una Vida. Quito.
- Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA y Gobernación de Antioquia. (2014). Manual Técnico para el cultivo de maracuyá bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín - Colombia: SENA Editores. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/maracuya%20BPA_0.pdf
- Sotomayor, I. (1993). Manual del cultivo del café. Quevedo, EC: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Suárez , C., Moreira , M., y Vera , J. (1994). Manual del cultivo de cacao. Quevedo, EC: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Suárez, M. G., Bacallao, D. R., Carreño, D. F., y Núñez, D. A. (2013). Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo de cacao. . Cuba : Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas .
- Torres, L. (2012). Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Cuenca - Ecuador .
- Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., Álvarez, H., y Vásquez, W. (2014). El Cultivo de Maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral ecuatoriano. Portoviejo, EC: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1159/1/INIAP-Manual%20T%C3%A9cnico%20No.%20100.pdf>
- Viera, M., Betancourt, C., y Mejía, N. (2001). Cultivos para el mejoramiento y diversificación de los sistemas de producción, requerimientos agroecológicos y aspectos productivos. San Salvador, SV: MAG-CENTA, FAO. Proyecto CENTA - FAO - Holanda. Recuperado el 29 de 12 de 2017, de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=815>