



**Universidad Estatal Península de Santa
Elena**

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria



**PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AGROECOLÓGICO
DEL CENTRO DE APOYO MANGLARALTO DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Goyes Pita Angel Anibal

La Libertad, 2021



**Universidad Estatal Península de Santa
Elena**

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria



**PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AGROECOLÓGICO
DEL CENTRO DE APOYO MANGLARALTO DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Goyes Pita Angel Anibal.

Tutor: Ing. Daniel Antonio Ponce de León Lima, Ph. D

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



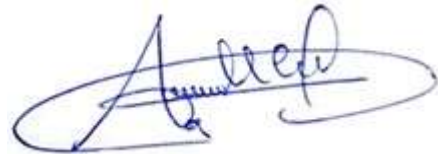
Ing. Nadia Quevedo Pino, Ph. D
DIRECTORA DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Carlos Balmaseda, Ph. D
PROFESOR/A ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Daniel Ponce de León Lima, Ph. D
PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D
PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO/A

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta etapa de mi vida tanto en lo profesional como personal; a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, a los compañeros y amigos de los cuales he aprendido grandes enseñanzas y tenido varias experiencias, a la planta docente de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por sus conocimientos y consejos, y a mi profesor tutor por su guía y tutela en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico la realización de este proyecto a Dios y a mis familiares más cercanos por dotarme de fuerza, constancia, determinación y resiliencia en los aspectos más críticos de mi vida; momentos en donde la mente quiere desistir y se convierte en el peor consejero.

RESUMEN

El desarrollo de sistemas agrícolas y pecuarios sin principios ecológicos y medioambientales han afectado el equilibrio de los ecosistemas generando la pérdida de la biodiversidad y de los recursos naturales; no obstante, plantear un ordenamiento según los usos que permite un suelo, representa una forma de conservar la estabilidad en los agroecosistemas. Se eligió como caso de estudio el Centro de Apoyo Manglaralto de la UPSE, con el fin de desarrollar propuestas de ordenamiento agroecológicos en base a sus características edáficas o capacidad de uso de tierras. Las propuestas se desarrollaron desde distintas perspectivas productivas empleando sistemas de información geográfica, criterios de ordenamiento y métodos de análisis multicriterio. Los resultados revelaron que los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto pertenecen a la clase III según la clasificación de capacidad de usos de tierra; además, las propuestas de ordenamiento agroecológico responden a los fines productivos de los distintos grupos de especialistas considerados en la investigación; siendo que, en algunas propuestas existe una mayor prioridad del componente vegetativo o pecuario.

Palabras claves: análisis multicriterio, capacidad de usos de tierras, criterios de ordenamiento, sistemas de información geográfica.

ABSTRACT

The developers of agricultural and livestock systems without ecological and environmental principles have affected the balance of ecosystems, generating the loss of biodiversity and natural resources; However, proposing an order according to the uses that a soil allows, representing a way of conserving stability in agroecosystems. The Manglaralto Support Center of the UPSE was chosen as a case study, in order to develop proposals for agro ecological planning based on their edaphic characteristics or land use capacity. The proposals were developed from different production perspectives using geographic information systems, ordering criteria and multi-criteria analysis methods.

The results revealed that the soils of the Manglaralto Support Center belong to class III according to the classification of land use capacity; furthermore, the proposals for agro ecological planning respond to the productive purposes of the different groups of specialists treated in the research; being that, in some proposals there is a higher priority of the vegetative or livestock component

Keywords: multi-criteria analysis, land use capacity, zoning criteria, geographic information systems.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. S.', positioned above a horizontal line.

Goyes Pita Angel Anibal

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1.Ordenamiento de zonas.....	4
1.1.1.Objetivos	4
1.1.2.Niveles de ordenamiento	4
1.2.Análisis multicriterio como herramienta de ordenamiento.....	5
1.2.1.Proceso analítico jerárquico(AHP).....	5
1.2.1.1.Componentes delproceso analítico jerárquico.....	6
1.2.1.2.Ponderación y matriz de criterios.....	7
1.3.Variables de cobertura geopedologica	8
1.3.1.Capacidad de intercambio catiónico(CIC)	8
1.3.2.Potencial hidrógeno (pH)	8
1.3.3.Saturación de bases	9
1.3.4.Materia orgánica.....	10
1.3.5.Textura.....	10
1.3.6.Salinidad.....	11
1.3.7.Fertilidad	11
1.3.8.Toxicidad por carbonatos	12
1.3.9.Velocidad de infiltración	13
1.3.10.Drenaje natural	13
1.3.11.Profundidad efectiva.....	14
1.4.Capacidad de uso de las tierras.....	15
1.4.1.Usos de las tierras.....	16
1.5.Factores limitantes	17
1.6.Unidades de manejo (CUT_T).....	18
1.7.Sistemas de información geográfica (SIG).....	19
1.7.1.Uso de un Sistemade información geográfica.....	19
1.7.2.DatosSIG	19
1.7.2.1.Datos vectoriales	20
1.7.2.2.Datos rásteres	20
1.7.3.Geoprocesamientodedatos	20
1.8.Utilización de los SIG en Ecuador	22
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1. Ubicación y descripción del lugar	23
2.1.1.CaracterizacióndelCentrodApoyoManglaralto.....	23
2.2.Tipo y manejo de la información.....	26
2.3.Manejo de la investigación	28
2.4.Etapa I: valoración de la capacidad de uso de las tierras.....	28
2.5.Etapa II: desarrollo de la propuesta de ordenamiento agroecológico.....	30

2.5.1. Análisis multicriterio: proceso analítico jerárquico.....	30
2.5.2. Propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Manglaralto.....	32
2.6. Reglas relacionadas al ordenamiento agroecológico	32
2.7. Software aplicado	33
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Etapa I: valoración de la capacidad de uso de las tierras del centro de apoyo manglaralto	34
3.1.1. Evaluación de variables geopedológicas	34
3.1.2. Capacidad de uso del Centro de Apoyo Manglaralto	45
3.2. Etapa II: propuestas de ordenamiento agroecológico	46
3.2.1. Resultados de las encuestas por radio de consistencia	46
3.2.2. Resultados de encuestas por grupos de especialistas	47
3.2.3. Áreas disponibles y restrictivas para el planteamiento de las propuestas de ordenamiento agroecológico	50
3.2.4. Propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Manglaralto	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
Conclusiones	57
Recomendaciones	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Satty de comparaciones por pares.	7
Tabla 2. Matriz de comparaciones pareadas.	7
Tabla 3. Cálculo de los pesos relativos de cada criterio.	8
Tabla 4. Matriz de comparaciones normalizadas y vector de prioridades.	8
Tabla 5. Niveles de CIC.	8
Tabla 6. Niveles de pH del suelo.	9
Tabla 7. Niveles de saturación de los suelos.	10
Tabla 8. Niveles de materia orgánica para la región costa.	10
Tabla 9. Clases texturales de los suelos.	10
Tabla 10. Niveles de salinidad de los suelos.	11
Tabla 11. Estimación de la fertilidad natural para suelos de la región costa.	11
Tabla 12. Niveles de carbonato en el suelo.	12
Tabla 13. Velocidad de infiltración en los suelos.	13
Tabla 14. Clases de drenaje natural de los suelos.	13
Tabla 15. Clases de profundidad efectiva.	14
Tabla 16. Clases de capacidad de uso de las tierras.	15
Tabla 17. Uso de la tierra.	16
Tabla 18. Cuadro de decisión.	17
Tabla 19. Subclases de capacidad de uso de tierras.	17
Tabla 20. Herramientas de geoprocuremento.	20
Tabla 21. Información empleada en la etapa metodológica.	26
Tabla 22. Parámetros de reclasificación para variables geopedológicas.	29
Tabla 23. Distribución empleada para los criterios de ordenamiento.	33
Tabla 24. Radio de consistencia (CR) de encuestas.	46
Tabla 25. Niveles de prioridad por grupo de especialistas.	47
Tabla 26. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva agropecuaria.	47
Tabla 27. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.	48
Tabla 28. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva agrícola/forestal.	48
Tabla 29. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva global de los encuestados.	49
Tabla 30. Distribución de áreas según la perspectiva agropecuaria.	53
Tabla 31. Distribución de áreas según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.	54
Tabla 32. Distribución de áreas según la perspectiva agrícola y forestal (continua).	54
Tabla 33. Distribución de áreas según la opinión global de los especialistas encuestados.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descomposición jerárquica del proceso analítico jerárquico de Satty.....	6
Figura 2. Nomenclatura de las Unidades de manejo.	18
Figura 3. Mapa de ubicación de Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.....	23
Figura 4. Mapa de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.	24
Figura 5. Mapa de vegetación y sistema de riego del Centro de Apoyo Manglaralt	25
Figura 6. Mapa de infraestructura del Centro de Apoyo Manglaralto.....	26
Figura 7. Mapa de CIC del Centro de Apoyo Manglaralto.	34
Figura 8. Mapa de pH del Centro de Apoyo Manglaralto.	35
Figura 9. Mapa de saturación de bases del Centro de Apoyo Manglaralto.	36
Figura 10. Mapa del contenido de materia orgánica en los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.	37
Figura 11. Mapa de textura de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.	38
Figura 12. Mapa de salinidad de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.....	39
Figura 13. Mapa de fertilidad de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.....	40
Figura 14. Mapa de contenido de carbonatos del Centro de Apoyo Manglaralto. ...	41
Figura 15. Mapa de velocidad de infiltración del Centro de Apoyo Manglaralto. ...	42
Figura 16. Mapa de drenaje de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.	43
Figura 17. Mapa de profundidad efectiva del Centro de Apoyo Manglaralto.....	44
Figura 18. Mapa de capacidad de uso de tierras del Centro de Apoyo Manglaralto.	45
Figura 19. Mapa de áreas disponibles y restrictivas para ordenamiento agroecológico	50
Figura 20. Mapa de zonas de distribución de criterios de ordenamiento agroecológico.....	51
Figura 21. Mapa de localización de la zona de distribución #1 y #2.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Formato de encuestas de criterios de ordenamiento.
- Figura 2A.** Ejemplo de encuesta realizada de forma inadecuada.
- Figura 3A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #1.
- Figura 4A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #2.
- Figura 4A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #3.
- Figura 5A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #4.
- Figura 6A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #5.
- Figura 7A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #6.
- Figura 8A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #7.
- Figura 9A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #8.
- Figura 10A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #9.
- Figura 11A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #10.
- Figura 12A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #11.
- Figura 13A.** Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #12.
- Figura 14A.** Mapa de pendientes del Centro de Apoyo Manglaralto.
- Tabla 1A.** Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva agropecuaria.
- Tabla 2A.** Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.
- Tabla 3A.** Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva médica agrícola-forestal
- Tabla 4A.** Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva la perspectiva global de los especialistas.

INTRODUCCIÓN

El ordenamiento es un proceso mediante el cual se busca una organización de forma espacial, en concordancia y en función de los recursos que presenta una determinada zona (LOTUGS, 2016); se realiza para poder beneficiar el desarrollo social y medioambiental, y considera tres pilares fundamentales: el uso sostenible de recursos de un territorio, preservación de los saberes culturales y una ejecución de ordenamiento según las políticas públicas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

El ordenamiento puede ejecutarse a distintos niveles, por ejemplo: a nivel nacional, regional y local. Cada uno tiene distintos medios de acción y normativas que seguir, y abarcan aspectos relacionados al desarrollo de programas, proyectos, gestión de recursos, impulso del sector agro, protección de recursos naturales, etc.; no obstante, es el nivel local el cual tiene mayor intervención y participación con el manejo sostenible de los elementos de una comunidad (FAO, 2021a). Cabe mencionar, los planes de ordenamiento están centrados en gran mayoría al impulso de las áreas urbanas, debido a la concentración de áreas productivas (pecuarias o agrícolas) y zonas de protección; además, de ser la fuente de producción de materia prima y recursos que demanda las grandes ciudades (Delgado *et al.*, 2017).

Realizar un ordenamiento de zonas productivas o de otras características, conlleva una serie de aspectos a considerar, todas con el fin de elegir el mejor escenario que optimice la utilización de cada elemento, desde esta perspectiva el proceso analítico jerárquico (AHP) representa una ruta de acción para los tomadores de decisiones (Dávila and García, 2017). Este proceso fue desarrollado por Thomas L. Saaty (Márquez and Trejo, 2017), en donde se considera los objetivos que se aspiran conseguir a través de una actividad (Santos, 2020), los criterios que direccionan al cumplimiento del objetivo y las posibles alternativas que satisficieran el objetivo (Claver and Sebastián, 2017).

El AHP no es una metodología fija para un área en particular, puede ser aplicado en salud, economía, ganadería, e incluso llega a ajustarse a ciertas decisiones de la vida cotidiana. Este proceso puede usarse conjuntamente con los Sistemas de Información geográfica (SIG), pues los SIG permiten a través del uso de datos georreferenciados

(Valdiviezo, 2019) realizar análisis, almacenamiento, gestión y representación de información (mapas, tablas, etc.) y efectuar toma de decisiones según la información espacial y temporal (García, 2021). Los SIG a través de los aspectos antes mencionados, pueden identificar lugares de riegos, límites territoriales, planificar y realizar ordenamientos territoriales (Ruiz, 2013); sin embargo, hay usos más específicos y puntuales relacionados al medioambiente (Radicelli *et al.* 2019).

El Centro de Apoyo Manglaralto (CAM) ubicado en la provincia de Santa Elena posee áreas productivas agrícolas y pecuarios (Lino, 2019), y estas instalaciones tiene la finalidad de crear vínculos sociales y nuevas investigaciones relacionadas a las problemáticas peninsulares (UPSE, 2018). Durante los últimos años se han generado investigaciones en el CAM, dando a conocer distintos aspectos irregulares y preocupantes desde el aspecto medioambiental; por ejemplo, hay un uso excesivo del agua aplicada a cultivos (Lino, 2019), procesos de desertificación que afectan la producción de cultivos (Balseca, 2021), reducción de la macrofauna edáfica en zonas con intensidad de laboreo (Pozo, 2020), disminución del nivel de materia orgánica, mal manejo de recursos, compactación del suelo por la actividad ganadera y problemas de infiltración que generan erosión hídrica por escorrentías (Ramírez, 2020).

Reconociendo la importancia de la finca Manglaralto como fuente de nuevos conocimientos y profesionales. El presente trabajo busca emplear criterios de ordenamiento, para que, en función de la toma de decisiones generar una propuesta de ordenamiento sustentable y sostenible.

Problema Científico:

¿Qué ordenamiento agroecológico se puede plantear para las características que presenta el Centro de Apoyo Manglaralto?

Objetivo General:

Elaborar propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Manglaralto a partir de la información georreferenciada, de los elementos prediales y de criterios de ordenamiento.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar las tierras del Centro de Apoyo Manglaralto para explotaciones agrícolas y pecuarias actuales y promisorias como base de un ordenamiento agroecológico.
2. Realizar propuestas de ordenamiento del Centro de Apoyo Manglaralto utilizando criterios de ordenamiento, análisis multicriterio y representación cartográfica en SIG.

Hipótesis:

La generación de propuestas de escenarios de ordenamiento sostenibles es posible a partir del uso análisis multicriterio y SIG.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Ordenamiento de zonas

“Ordenamiento es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo”(LOTUGS, 2016). Se generalizan dos tipos de ordenamientos o planificación: urbana y rural. “Es la rural la que ocupa mayor importancia, donde se desarrollan actividades de conservación, protección, agrícolas, ganaderas, entre otras; que proveen de recursos a los centros urbano” (Delgado *et al.*, 2017).

1.1.1. Objetivos

Los objetivos que busca un ordenamiento podrían concretarse en tres: el uso de forma sostenible de los recursos dentro de un territorio determinado, salvaguardia de la herencia cultural y natural del territorio y una ordenación del territorio en función de las políticas públicas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

1.1.2. Niveles de ordenamiento

Según FAO (2021), un ordenamiento puede tener tres niveles: nacional, regional y local.

Nacional: este nivel es de naturaleza política, relacionado a objetivos macros, dilucidación de políticas, planes, programas y proyectos que participan en el proceso de ordenamiento territorial (FAO, 2021a).

Regional: nivel relacionado con las funciones desarrolladas por los gobiernos regionales y locales, que cumplen con el desarrollo de proyectos y gestión de recursos ambientales y del ordenamiento territorial (FAO, 2021a).

Local: nivel relacionado con el desarrollo sostenible, y considera ciertos aspectos como: el impulso del sector social, fortalecimiento de áreas sostenibles y de la productividad y/o explotación agrícola o pecuaria, el cuidado de los recursos naturales y de zonas protegidas (FAO, 2021a).

Además, hay niveles inferiores que se centran en el ordenamiento de áreas más específicas, como es el ordenamiento de fincas productivas. En este nivel se busca planificar, diseñar y

distribuir las predios bajo principios de sistemas agrícolas diversificados; considerando, prácticas culturales adaptables a la realidad del medio y la priorización de procesos, como: ciclaje de nutrientes, autorregulación de plaga, conservación y manejo adecuado de los recursos naturales, acumulación y preservación de materia orgánica; de forma que, se beneficia la productividad, fertilidad y sostenibilidad de los agroecosistemas (Altieri and Rosset, 2017).

1.2. Análisis multicriterio como herramienta de ordenamiento

El análisis multicriterio (AM) es una metodología empleada para evaluar las posibles opciones de solución de un problema o tema de estudio, permitiendo llegar a la elección de la decisión más idónea; considerando distintas perspectivas, ya sean contradictorias o a favor. El AM resulta una herramienta muy esencial en escenarios donde el tomador de decisiones tiene varias opciones muy similares (Iglesias, 2020).

Según Iglesias (2020), hay distintos tipos de AM, cada uno fundamentado en diversas formas de ordenamiento, priorización y elección de la mejor vía de acción; entre los que se puede mencionar: método del scoring, proceso analítico jerárquico y método electre.

1.2.1. Proceso analítico jerárquico (AHP)

El proceso analítico jerárquico es una metodología planteada por Thomas L. Saaty en los años 70', desarrollada bajo aspectos matemáticos y psicológicos, centrada en los análisis multicriterio y en la toma de decisiones (Márquez and Trejo, 2017).

Para el tomador de decisiones, optar por la elección más óptima conlleva un proceso de continua evaluación, y sus acciones de selección están regidas por criterios que lo direccionan a la mejor decisión; desde esta perspectiva, el proceso analítico jerárquico proporciona al individuo los procesos y herramientas para cumplir dicha finalidad (Dávila and García, 2017).

Según Iglesias (2020), el AHP se realiza en tres pasos, que se mencionan a continuación.

1. La descomposición jerárquica: en este paso se estructura la elección según el nivel de jerarquización (Figura 1), en donde se coloca el objetivo en la cumbre, seguido de los criterios y de las alternativas que permiten el cumplimiento del objetivo.

2. Los juicios de comparación: consiste en realizar una evaluación por pares de los elementos que conforman la estructura de elección; se evalúan niveles intermedios (criterios y alternativas).
3. Síntesis: establecimiento de una clasificación global de las alternativas en base las evaluaciones anteriores.

1.2.1.1. Componentes del proceso analítico jerárquico

Los componentes que conforman el AHP son objetivos, criterios y alternativas según el orden de jerarquización.

- Objetivo: están direccionados a un problema u objeto con el fin de beneficiar aspectos relevantes de la realidad (Claver and Sebastián, 2017). Según Santos (2020), son metas o propósitos que se buscan lograr con una actividad.
- Criterios: son los aspectos considerados relevantes para la toma de decisiones y para la solución del problema (Claver and Sebastián, 2017).
 - Limitantes: aquellos criterios que limitan o excluyen la consideración de algunas alternativas (Santos, 2020).
 - Factores: aquellos criterios que están a favor de una alternativa, pero en contra de otras (Santos, 2020).
- Alternativas: son aquellas posibles soluciones al problema (Claver and Sebastián, 2017).

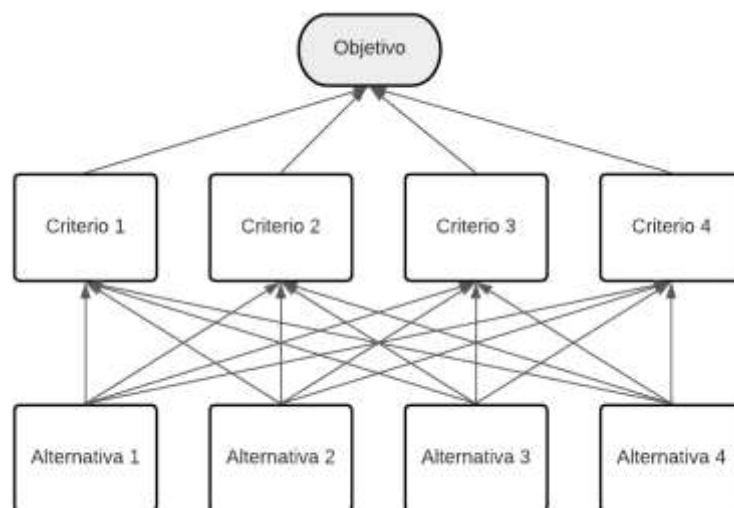


Figura 1. Descomposición jerárquica del proceso analítico jerárquico de Satty.
Fuente: Santos (2020) y Hernández et al., (2019).

1.2.1.2. Ponderación y matriz de criterios

Es el proceso mediante el cual se asignan pesos a cada uno de los criterios considerados para cumplir el objetivo (Hernández *et al.*, 2019), en donde, se definen cuáles son los criterios con mayor peso dentro del proyecto. Para realizar esta acción, se emplea la escala de comparaciones por pares elaborada por Satty (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de Satty de comparaciones por pares.

Valor /Escala	Definición	Descripción
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio
3	El elemento es moderadamente más importante respecto al otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro
5	El elemento es fuertemente más importante respecto al otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro
7	La importancia del elemento es muy fuerte respecto al otro	Un elemento domina fuertemente
9	La importancia del elemento es extrema respecto al otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Valores intermedios ente dos juicios adyacentes
Inversos		
1/2; 1/3; 1/4; 1/5 1/6; 1/7; 1/8; 1/9	Se Outiliza cuando el segundo elemento es mayor en el criterio a compara	

Fuente: Mendoza et al. (2019).

Una vez analizadas los pesos o valor de cada criterio, el resultado es de cada comparación es colocado en la “Matriz de comparaciones pareadas”(Márquez and Baltierra, 2017); en esta matriz tanto el tomador de decisiones u otros individuos ajenos a la investigación, pueden observar el nivel de preferencia de cada elemento frente a otros (Tabla 2).

Tabla 2. Matriz de comparaciones pareadas.

	Criterio A	Criterio B	Criterio C
Criterio A	1	3	2
Criterio B	1/3	1	7
Criterio C	1/2	1/7	1

Fuente: Márquez and Baltierra (2017).

Ejecutadas las asignaciones de cada elemento en la Tabla 2, se ejecuta el cálculo de los peso relativo de cada uno de los criterios (Tabla 3); posteriormente se construye la matriz de comparaciones normalizadas, en esta última matriz el valor del vector prioridad es el que

define qué criterio tiene mayor prioridad sobre otros y la sumatorio de estos debe ser igual 1 (Tabla 4) (Márquez and Baltierra, 2017).

Tabla 3. Cálculo de los pesos relativos de cada criterio.

	Criterio A	Criterio B	Criterio C
Criterio A	1	3	2
Criterio B	1/3	1	7
Criterio C	1/2	1/7	1
Total	1.83	4.14	10
1/Total	0.55	0.24	0.10

Fuente: Márquez and Baltierra (2017).

Tabla 4. Matriz de comparaciones normalizadas y vector de prioridades.

	Criterio A	Criterio B	Criterio C	Total normalizado	Vector de prioridades
Criterio A	1	3	2	1.47	0,49
Criterio B	1/3	1	7	1.12	0,37
Criterio C	1/2	1/7	1	0,41	0,14
Total	1.83	4.14	10	3.00	1.00

Fuente: Márquez and Baltierra (2017).

1.3. Variables de cobertura geopedologica

1.3.1. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CIC es una característica particular de los suelos y relacionada fundamentalmente con la fertilidad de estos; en términos sencillos la CIC representa cada uno de los puntos de intercambio de cationes que el suelo puede presentar, es decir, mientras mayor sea el valor de CIC existirá una mayor acumulación de cationes disponibles para un determinado cultivo (Bueno and Fernández, 2019). En la Tabla 5 se muestran los niveles de CIC de los suelos.

Tabla 5. Niveles de CIC.

Nivel	Descripción
Muy bajo	< a 5cmol/kg de suelo seco
Bajo	5 a 10cmol/kg de suelo seco
Medio	11 a 20cmol/kg de suelo seco
Alto	21 a 30cmol/kg de suelo seco
Muy alto	> a 30cmol/kg de suelo seco

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.2. Potencial hidrógeno (pH)

El pH del suelo influencia en la biodiversidad del suelo y en la productividad de los cultivos. Es una expresión que define la presencia de protones en el suelo (fase líquida), y cuanto en

medida que su valor sea menor, aumentara la acidez del suelo (Porta, López and Poch, 2019). En la Tabla 6 se presentan los niveles de pH.

Tabla 6. Niveles de pH del suelo.

Nivel	Rango pH	Descripción
Muy ácido	0 a <5	Condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicad de Al y Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables.
Ácido	5 a 5.5	Necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos, deficiencia de P, Ca, K, N, Mg Y Mo; exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn- Suelos sin carbonatos calcio. Actividad microbiana escasa.
Medianamente ácido	>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	>6.0 a 6.5	Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Prácticamente neutro	>6.5 a 7.5	Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los microelementos con excepción de Mo.
Neutro	7.0	Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Ligeramente alcalino	>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 (yeso). Se inhibe el desarrollo de varios cultivos.
Medianamente alcalino	> 8.0 a 8.5	Posible exceso de sodio intercambiable; se inhibe el desarrollo de varios cultivos; se tiene la necesidad de tratar el suelo con enmiendas.
Alcalino	>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.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.3. Saturación de bases

La saturación de bases es la suma de iones intercambiables (presentes en el suelo) como calcio, magnesio, potasio y sodio; su valor decrece si el pH disminuye, y además valores altos de saturación de bases significan una mayor provisión de nutrientes y un caso contrario puede representar una deficiencia de estos (Fererres and Villalobos, 2017). En la Tabla 7 se presentan los distintos niveles de saturación.

Tabla 7. Niveles de saturación de los suelos.

Nivel	Descripción
Bajo	Menor de 35%: Suelos ácidos con deficiencias de bases intercambiables principalmente calcio, magnesio y potasio. A estos suelos se les denomina desaturados
Media	Entre 35 a 50%: Suelos medianamente o ligeramente ácidos, con una disponibilidad aceptable de calcio, magnesio y potasio para las plantas.
Alta	Mayor de 50%: Suelos neutros o ligeramente alcalinos con dominancia del calcio y sodio en el complejo de cambio. A estos suelos se les denomina saturados.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.4. *Materia orgánica*

Son todos los restos de estructuras vegetales, animales o microorganismos depositados en el suelo, en diferentes estados de descomposición; cuyo aporte al suelo beneficia las propiedades físicas, químicas y biológicas de este, mejorando la productividad y sustentabilidad de las actividades de interés (Aguilar, 2020). En la Tabla 8, se presentan los niveles de materia orgánica.

Tabla 8. Niveles de materia orgánica para la región costa.

Nivel	Rango (%)
Bajo	> 1
Medio	1 – 2
Alto	> 2

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.5. *Textura*

La textura de los suelos, es producto de la combinación en diferentes medidas de partículas del suelo (arcilla, limo y arena), produciendo una variedad de clases texturales, mismas que, ayudan a comprender el comportamiento posible de un suelo determinado (Porta and Poch, 2019). En la Tabla 9, se presentan las clases texturales posibles.

Tabla 9. Clases texturales de los suelos (continua).

Clase textural	Descripción
Arena Areno francoso	Buen drenaje y se cultivan con facilidad, pero también se secan fácilmente y los nutrientes se pierden por lavado.
Franco Franco arenoso Franco limoso Franco arcilloso Franco arcillo-arenoso Franco arcillo-limoso	Suelos que muestran mayor aptitud agrícola.

Tabla 9. Continuación

Clase textural	Descripción
Limoso	Son textura que dan sensación harinosa. Tiene velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes bajo.
Arcilloso Arcillo-arenoso Arcillo limoso	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.
Arcilla pesada	Tienen más del 60% de arcilla

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.6. Salinidad

Las sales en el suelo pueden aumentar debido a la aplicación de fertilizantes, ineficiencia en el drenaje, inadecuado manejo del riego y evaporación (Salazar, 2018). Suelos con alta concentración de sales simbolizan una gran limitante, que afecta al suelo y a las plantas, pues impide el desarrollo de proceso fisiológicos y metabólicos de las plantas (Terrazas, 2019). En la Tabla 10, se presentan los niveles de salinidad de los suelos.

Tabla 10. Niveles de salinidad de los suelos.

Nivel	Rango (dS/m)	Descripción
No salino	< 2	Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
Ligeramente salino	2 – 4	Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
Salino	>4 – 8	Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
Muy salino	>8 – 16	Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	> 16	Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.7. Fertilidad

La fertilidad es la capacidad del suelo de aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas; esta funcionalidad está determinada por el contenido de materia orgánica y de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Aguilar, 2018). En la Tabla 11 se muestra los distintos niveles de fertilidad en dependencia de diferentes factores.

Tabla 11. Estimación de la fertilidad natural para suelos de la región costa (continua).

Fertilidad natural	CIC (meq/100g)	pH	SB (%)	MO (%)	Textura superficial	Salinidad (dS/m a 25°C)
Muy baja	<10	Muy ácido a ácido Alcalino (< 5.5 ó > 8.5)	<35	<0.5	Arenosa Areno francosa	Muy salino a extremadamente salino (>8)

Tabla 11. Continuación.

Fertilidad natural	CIC (meq/100g)	pH	SB (%)	MO (%)	Textura superficial	Salinidad (dS/m a 25°C)
Baja	10-15	Medianamente ácido o medianamente alcalino (>5.5-6.0 ó >8.0-8.5)	<35	0.5-1		Salino (4-8)
Mediana	15-20	Ligeramente ácido o ligeramente alcalino (>6.0-6.5 ó >7.5-8.0)	35-50	1.0-2.0	Arcillosa Arcillo-limosa Arcillo-arenosa Limosa Franco arcillo-limosa	No salino o ligeramente salino (0-4)
Alta	>20	Prácticamente neutro o neutro (6.5-7.5)	>50	>2.0	Franco arcillosa Franco limosa Franco arenosa Franco arcillo-arenosa Franca	No salino (0-2)

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

pH: Potencial de hidrógeno

SB: Saturación de Bases

MO: Materia orgánica

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.8. Toxicidad por carbonatos

Son aquellas estructuras con el ion CO_3^{-2} que derivarse del H_2CO_3 , y se encuentran en la naturaleza en formas inorgánicas como: calcita, magnesita, siderita (Campbell and Campbell, 2020), rodocrosita, cerusita, dolomita, azurita, entre otros (Cornelis and Cornelius, 2018). La concentración de este tipo de sales en el suelo está influenciada por la acción antrópica (Martínez *et al.*, 2019) y las actividades agropecuarias generan un aumento de carbonatos en el suelo (Ramírez, 2020). En la Tabla 12, se presentan los rangos de concentración de carbonatos.

Tabla 12. Niveles de carbonato en el suelo.

Nivel	% de Carbonatos (CaCO₃)
Muy bajo	<5
Bajo	5-10*
Normal	10-20
Alto	20-40
Muy alto	>40

*Concentraciones de $CaCO_3 > 8\%$ pueden significar una limitante para la producción agrícola.

Fuente: Andrades and Martínez (2014).

1.3.9. Velocidad de infiltración

Se denomina infiltración al proceso mediante el cual el agua penetra las capas de suelo, y por lo tanto, la velocidad de infiltración, es el tiempo en el que un volumen de agua determinado ha penetrado la superficie de suelo (Zapata, 2020). La infiltración depende de las características del suelo, de forma que, puede producir escorrentías o mantenerse como humedad en el perfil de suelo (Alvarado *et al.*, 2017). En la Tabla 13 se presentan las categorías de la velocidad de infiltración.

Tabla 13. Velocidad de infiltración en los suelos.

Clase	Rango (mm/h)	Interpretación
Muy lenta	< 1	Adecuado para cultivo de arroz. Con el fangueo se debe conseguir una capa impermeable con una infiltración inferior a 0,2 mm/h. Riesgo de erosión elevado en laderas
Lenta	1 – 5	Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
Moderadamente lenta	5 – 20	Óptima para riego de superficie
Moderada	20 – 60	Adecuada para riego de superficie.
Moderadamente rápida	60 – 125	Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdidas de nutrientes por lavado. Baja eficiencia del riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
Rápida	125 – 250	Marginal para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
Muy rápida	> 250	Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.10. Drenaje natural

El drenaje natural de los suelos permite el manejo de las sales del y la evacuación de agua superficial por riego o precipitaciones; permitiendo evitar toxicidad por sales y una correcta aireación de la raíz (Fererres and Villalobos, 2017). En la Tabla 14 se presentan las categorías de drenaje natural.

Tabla 14. Clases de drenaje natural de los suelos (continua).

Clase	Descripción
Excesivo	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.

Tabla 14. Continuación.

Clase	Descripción
Bueno	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.
Moderado	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).
Mal drenado	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.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.3.11. Profundidad efectiva

Es la profundidad por debajo de la superficie, en la cual las plantas pueden desarrollar sus raíces (Moratiel, 2017) sin mayor dificultad para poder encontrar agua y nutrientes (García C, 2017). En la Tabla 15 se presentan las clases con respecto a esta variable geopedológica.

Tabla 15. Clases de profundidad efectiva.

Clase	Interpretación
Muy superficial	La profundidad efectiva de manera perpendicular a la superficie terrestre para esta clase de 0 a 10 cm de profundidad.
Lenta	La profundidad efectiva de manera perpendicular a la superficie terrestre para esta clase de 11 a 20 cm de profundidad.
Poco profunda	La profundidad efectiva de manera perpendicular a la superficie terrestre para esta clase de 21 a 50 cm de profundidad.
Moderadamente profunda	La profundidad efectiva de manera perpendicular a la superficie terrestre para esta clase de 51 a 100 cm de profundidad.
Profundo	La profundidad efectiva de manera perpendicular a la superficie terrestre para esta clase es > 100 cm de profundidad.

Fuente: TRACASA-NIPSA (2014).

1.4. Capacidad de uso de las tierras

Las actividades agropecuarias, agrícolas o forestales dependerán de las características y limitaciones que presente un determinado suelo. MAG/SIGTIERRAS (2017) aplican 8 clases de la capacidad de uso del suelo (Tabla 16), mismas que abarcan las actividades productivas antes mencionadas.

Tabla 16. Clases de capacidad de uso de las tierras (continua).

Clase agrológica		Descripción
Agricultura y otros usos-arables	Clase I	Suelos con pendientes de 2% o menor; de fácil laboreo, sin limitaciones de maquinaria y sin o poca pedregosidad. Tienen buen drenaje y textura “franca”. Estos suelos deben ser usados para agricultura, pecuaria o forestal considerando adaptaciones ambientales
Agricultura y otros usos-arables	Clase II	Suelos con pendiente menor a 5%, con pocas o ninguna limitación de maquinaria. De textura franca o arcillosa, con moderado o buen drenaje, son suelos ligeramente salinos o no salinos. Estos suelos deben ser usados para agricultura, pecuaria o forestal considerando adaptaciones ambientales.
Agricultura y otros usos-arables	Clase III	Suelos en pendientes menores a 12 %, pocas o ninguna limitación de maquinaria. De textura franca o arcillosa, pueden presentar drenaje excesivo, bueno y moderado. Incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos. Por las limitaciones, los cultivos se ven disminuido, y es necesarias prácticas especiales de manejo y conservación.
Agricultura y otros usos-arables	Clase IV	Suelos con pendientes menores a 25%. Esta clase de tierras requiere un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria, pues permiten un laboreo "ocasional", son de textura variable, y de drenaje excesivo a moderado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos.
Poco riesgo de erosión	Clase V	Suelos de pendientes planas y suaves, es decir menores al 12 %, generalmente son suelos poco profundos o profundos con severas limitaciones en cuanto a drenaje y pedregosidad. Estos requieren de un tratamiento "muy especial " en cuanto a las labores de maquinaria ya que presentan limitaciones imposibles de eliminar en la práctica; son de textura y drenaje variable. Suelos no salinos a muy salinos. Se pueden encontrar en áreas propensas o con mayor riesgo a inundación.
Aprovechamiento forestal o con fines de conservación	Clase VI	Pendientes entre 12 y 40 %, e iguales a la clase V. Las labores de maquinaria son "muy restringidas"; son tierras aptas para aprovechamiento forestal, ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos. Son de textura de variable, tienen drenaje de excesivo a mal drenado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos.

Tabla 16. Continuación.

Clase agrológica		Descripción
Aprovechamiento forestal o con fines de conservación	Clase VII	Suelos en pendientes de medias a fuertes (menores al 70%), son poco profundos a profundos, y tienen una pedregosidad menor al 50 %. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pedregosidad y a la pendiente. En cuanto a la textura, drenaje y salinidad éstas pueden ser variables; muestran condiciones para uso forestal con fines de conservación.
Aprovechamiento forestal o con fines de conservación	Clase VIII	Suelos en pendiente que varían desde plana (0 - 2 %) a escarpada (mayor a 100%), son superficiales a profundos, son de textura y drenaje variables. Pueden ser suelos muy pedregosos o no; en cuanto a la salinidad ésta clase de tierras incluye a las de reacción muy salina. Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión.

Fuente: MAG/SIGTIERRAS (2017)

1.4.1. Usos de las tierras

Los usos de las tierras deben estar direccionados principalmente a la explotación de interés, pero protegiendo los recursos naturales del medio. MAG/SIGTIERRAS (2017) con el fin de hacer un uso más objetivo del suelo considera las siguientes opciones (Tabla 17).

Tabla 17. Uso de la tierra.

Usos de la tierra	Tipo
Agrícola	Cultivos anuales Cultivos semipermanentes Cultivos permanentes
Pecuario	Pasto cultivado Vegetación arbustiva (pastoreo) Vegetación herbácea (pastoreo)
Agroforestal	Pasto cultivo con presencia de arboles
Forestal	Plantación forestal (producción) Plantación forestal (conservación-producción)
Conservación y/o protección	Bosque nativo Páramo Patrimonio de áreas naturales del estado Vegetación arbustiva (conservación) Vegetación herbácea (conservación)

Fuente: MAG/SIGTIERRAS (2017)

Con el fin de evitar conflictos agroproductivos en el uso de la tierra MAG/SIGTIERRAS (2017), aplica los siguientes usos de acuerdo a clases de capacidad de suelo y cobertura/uso de la tierra (Tabla 18).

Tabla 18. Cuadro de decisión.

Cobertura y uso de la tierra	Clases de capacidad de uso de las tierras							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Área poblada *	S	S	S	S	A	A	A	A
Cultivos anuales	A	A	A	O1	O1**	O3	O3	O3
Cultivos permanentes	S	S	S	A	O1	O1	O3	O3
Cultivo semipermanente	A	A	A	O1	O2	O2	O3	O3
Pasto cultivado	S	S	S	O2	A	O1	O3	O3
Pasto cultivado con presencia de arboles	S	S	S	A	A	O1	O3	O3
Plantación Forestal (conservación-producción)	S	S	S	S	S	A	O1	O2
Plantación Forestal (producción)	S	S	S	A	A	A	O2	O3
Vegetación Arbustiva (pastoreo)	S	S	S	S	S	A	O1	O3
Vegetación Herbácea (pastoreo)	S	S	S	S	A	O1	O2	O3

*Áreas en proceso de urbanización

**Para el cultivo de arroz se considerará sin conflicto de uso o adecuado “A”

A: Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado

S: Tierras con conflicto de uso por subutilización

O: Tierras en conflicto de uso por sobreutilización

O1: Tierras en conflicto de uso por sobreutilización de ligera intensidad

O2: Tierras en conflicto de uso por sobreutilización de moderada intensidad

O3: Tierras en conflicto de uso por sobreutilización de severa intensidad

Fuente: MAG/SIGTIERRAS (2017).

1.5. Factores limitantes

Son subclases que permiten la agrupación de la capacidad de uso de tierras en base a factores como: erosión (pérdidas presentes y potenciales de partículas de suelo), suelo (limitantes relacionadas a profundidad efectiva, toxicidad, fertilidad y otros), humedad (restricciones vinculadas a la demasía o falta de humedad, o por riesgo de inundación) y clima (condiciones climáticas que afectan el desarrollo de cultivos)(Watler, 2017). En la Tabla 19 se muestra las subclases antes mencionadas.

Tabla 19. Subclases de capacidad de uso de tierras (continua).

Factor limitante	Identificativo	Descripción
Erosión (e)	e ₁	Se utiliza para indicar la limitante de las diferentes clases de capacidad a partir del 12 % de pendiente.
	e ₂	Se utiliza para indicar la limitante de las diferentes clases de capacidad cuando los grados de erosión sean moderados, severos y extremos.

Tabla 19. Continuación.

Factor limitante	Identificativo	Descripción
Suelo (s)	s ₁	Es utilizado para identificar limitantes de profundidad efectiva cuando los suelos son poco profundos y superficiales.
	s ₂	Identifica limitantes de suelo por texturas: arcillo-arenosas, arcillo-limosas, areno-francosas, arcillosas, arcillosas pesadas y arenas.
	s ₃	Es utilizado para identificar limitantes de suelo por pedregosidad, cuando es frecuente, abundante y pedregoso o rocoso.
	s ₄	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando se tengan valores de fertilidad bajos o muy bajos
	s ₅	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando este sea salino, muy salino y extremadamente salino.
	s ₆	Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando exista toxicidad media y alta.
Humedad (h)	h ₁	Utilizado para identificar limitantes de humedad por mal drenaje y drenaje excesivo
	h ₂	Será utilizado para identificar limitantes de humedad por períodos de inundación corto, mediano, largo y permanente.
Clima (c)	c ₁	Será utilizado para identificar limitantes de clima por zonas hiper-húmedas, secas, muy secas y áridas
	c ₂	Será utilizado para identificar limitantes de clima por zonas de temperatura frías (10 a 13 °C) y muy frías (< 10 °C).

Fuente: Proyecto de Generación de geoinformación de para la gestión del territorio a nivel nacional (2011).

1.6. Unidades de manejo (CUT_T)

Las CUT_T representan una subsección de las subclases presentadas en la Tabla 19, tienen el objetivo de orientar las limitaciones que posee un determinado suelo con respecto a actividades pecuarias, agrícolas o forestales (Watler, 2017). En la Figura 2 se indica un ejemplo de la nomenclatura aplicada para la definición de la CUT_T.

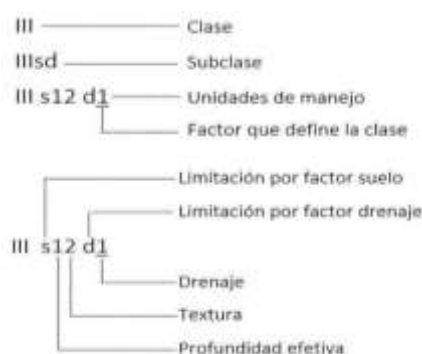


Figura 2. Nomenclatura de las Unidades de manejo.

Fuente: Watler (2017).

1.7. Sistemas de información geográfica (SIG)

Las bases de la sociedad actual radican en el uso de la información y de la tecnología; los SIG representan un avance tecnológico esencial para la utilización de la información geográfica y, de todo elemento que puede ser georreferenciado de forma temporal y espacial. (Vázquez, 2018). Se han posicionado a través del tiempo, como una herramienta necesaria para todo proyecto de investigación, debido a que permiten hacer un uso eficiente de la información, ahorrando tiempo y dinero (Piura, 2018). Según Esri (2019), esta herramienta permite el almacenamiento, gestión y estudio a detalle de datos, permitiendo la identificación de patrones y relaciones que agilicen la toma de decisiones.

Según Radicelli et al. (2019), los SIG están relacionado a distintas asuntos como: estudios militares y de ordenamiento territorial, evaluación ambiental, ciencias de la tierra, navegación, entre otros.

1.7.1. Uso de un Sistema de información Geográfica.

Los usos o apoyo que pueden ofrecer los SIG dependen en cierta forma del interés de la entidad u organización. Según García (2021), estos usos pueden ser los siguientes:

- Guardar, editar, administrar y organizar información de datos espaciales.
- Acceso a información pertinente independientemente del lugar de ingreso.
- Analizar variables desde su componente temática (características, valor) o espacial (ubicación de cada elemento).
- Exportación de datos o información en distintas presentaciones (tablas, mapas, etc.)
- Tomar decisiones en base la información espacial y temporal.

1.7.2. Datos SIG

“Dato” es un tipo de seudónimo de la palabra información cuando nos referimos a los SIG. Un SIG usa por defecto un aspecto geográfico para representar la información, es decir, hace uso de coordenadas para representar la información. Los SIG pueden relacionar una determinada información a un lugar en específico; en otras palabras, permite relacionar un dato no geográfico con un dato geográfico (Valdiviezo, 2019).

1.7.2.1. Datos vectoriales

Los datos vectoriales deben considerarse como: “estructuras de datos utilizadas para almacenar datos geográficos de elementos construidos a partir de vértices como una serie de par coordenadas x , y dentro de la memoria de la computadora. Estos suelen usarse para representar puntos, líneas y áreas” (Valdiviezo, 2019).

1.7.2.2. Datos rásteres

Este tipo de datos se recopilan en rejillas/celdas de valores, dichas rejillas conforman una imagen. En la órbita de la tierra hay mucho satélite con la capacidad de generar fotografías (imágenes) de la superficie, estas fotográficas son rásteres que pueden ser visualizados en un SIG (Valdiviezo, 2019).

1.7.3. Geoprocesamiento de datos

Geoprocesamiento es el empleo de herramientas que permiten el desarrollo de operaciones fundamentales en los datos geográficos, como: extraer, superponer, reprojectar, modificación de tablas de atributos, etc. (Alonso, 2014). Según Fernández et al. (2014), los geoprocesos necesariamente deben empear datos de componentes espaciales, mismos que actúan como información de entrada que producirá una nueva información a través de la acción de herramientas de geoproceso. A continuación, se detallan algunas herramientas de geoprocesamiento (Tabla 20).

Tabla 20. Herramientas de geoprocesamiento (continua).

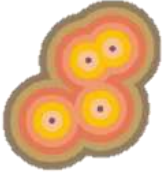
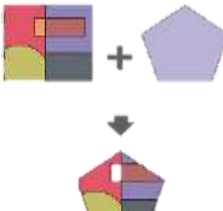


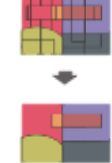
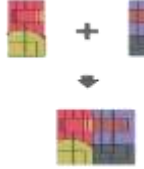
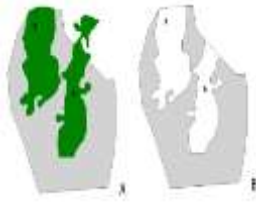

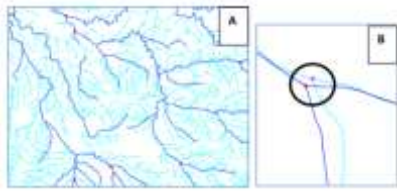
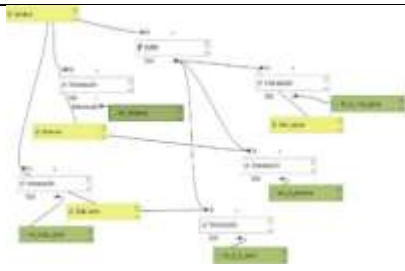
Herramienta de geoproceso	Descripción	Ejemplo
Buffer	Crea una nueva capa vectorial de polígonos, generados como zonas de influencia alrededor de las geometrías de entrada. Las capas de entrada pueden ser de puntos, líneas o polígonos.	
Recortar	Debe haber una capa de ingreso y una de corte. Limitar el ámbito de trabajo de una capa vectorial (da igual que sea de puntos, líneas o polígonos), extrayendo de ésta una zona de interés.	

Tabla 20. Continuación.

Herramienta de geoproceso	Descripción	Ejemplo
Intersección	Hay una capa de entrada y una se solape. La herramienta estudia la geometría de ambas capas y crea una nueva con la zona de intersección.	
Unión	Hay dos capas de entrada y la nueva es resultante de la unión de los dos originales.	
Disolver	Funciona sobre una capa de entrada poligonal. La herramienta fusiona a aquellos polígonos que tengan características idénticas para un campo específico.	
Juntar	Funciona sobre varias capas. La capa resultante de este geoproceso conservará los atributos de una de las capas de entrada.	
Borrar	Puede borrar elementos como puntos, líneas o polígonos de una capa utilizando polígonos de otra capa.	
Diferencia simétrica	Parecido a “borrar”, la diferencia radica en que se borran todas las porciones en común y se mantiene las áreas no comunes de ambas capas.	
Unión espacial	Es la unión de tablas en función de la localización compartida de los elementos de dos capas. Esta operación permite determinar la proximidad entre dos o más elementos de capas.	
Modelizador	Es un constructor de modelos que permite la automatización de las herramientas antes mencionadas para obtener un fin determinado.	

Elaboración propia. Fuente: Alonso (2014), Falla, (2012) y Fernández et al.(2014)

Hablar de Geoprocesamiento comprende tres acciones y/o procesos importantes: desarrollar procesos de automatización, análisis geoespacial y modelación de datos de la realidad. Aunque los procesos parezcan complejos buscan una secuencia lógica y coherente de operaciones que permitan una automatización que relacione datos espaciales de la realidad (Falla, 2012).

1.8. Utilización de los SIG en Ecuador

La utilización de los SIG está basada en el sentido de localización y la información que este pueda dotar. En dependencia del interés de una empresa o municipio los SIG llegan a tener múltiples usos. El Ministerio de Electricidad y Energía usa los SIG para saber: ubicación de fuentes de energía, lugares de riesgo, posibles clientes y clientes estable. Ciertos municipios de Ecuador lo usan para impulsar lugares estratégicos de turismo y acciones publicitarias. El Ministerio de Agricultura y Ganadería los emplea para comprender: usos del suelo, limitaciones territoriales, planificación y ordenamiento territorial (Ruiz, 2013).

Los SIG pueden ser empleados para áreas o temas básicos; sin embargo, su uso puede llegar a ser un poco más complejo y especializado. En una investigación realizada por Rodríguez, Vázquez and Saltos (2017), expusieron su análisis del potencial de ciertas zonas como fuentes de energía renovable y como estas a través de un ordenamiento territorial podrían representar un futuro amigable y sostenible. Pinos (2017) utilizó imágenes satelitales Landsat para estudiar la evolución de la cobertura vegetal entre 1991-2001, y a la vez desarrollo modelos de simulación centrados en una construcción de escenarios. Delgado et al. (2017) en un afán por obtener información más detallada, actualizada y que se de utilización para posibles planificaciones rurales y de uso eficaz para los agricultores utilizó en el cantón Pucará (Azuay) los SIG para estudiar la ocupación de los suelos y determinar categorías de ordenación de uso.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación y descripción del lugar

El trabajo de investigación se enfocará en el Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Península de Santa Elena, de la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena; de coordenadas geográficas 01°50'32" latitud sur, 80°44'22" longitud oeste, con una altura de 12 msnm (Salinas and Tomalá, 2014). En el Figura 3, se puede observar la localización del sitio de estudio.

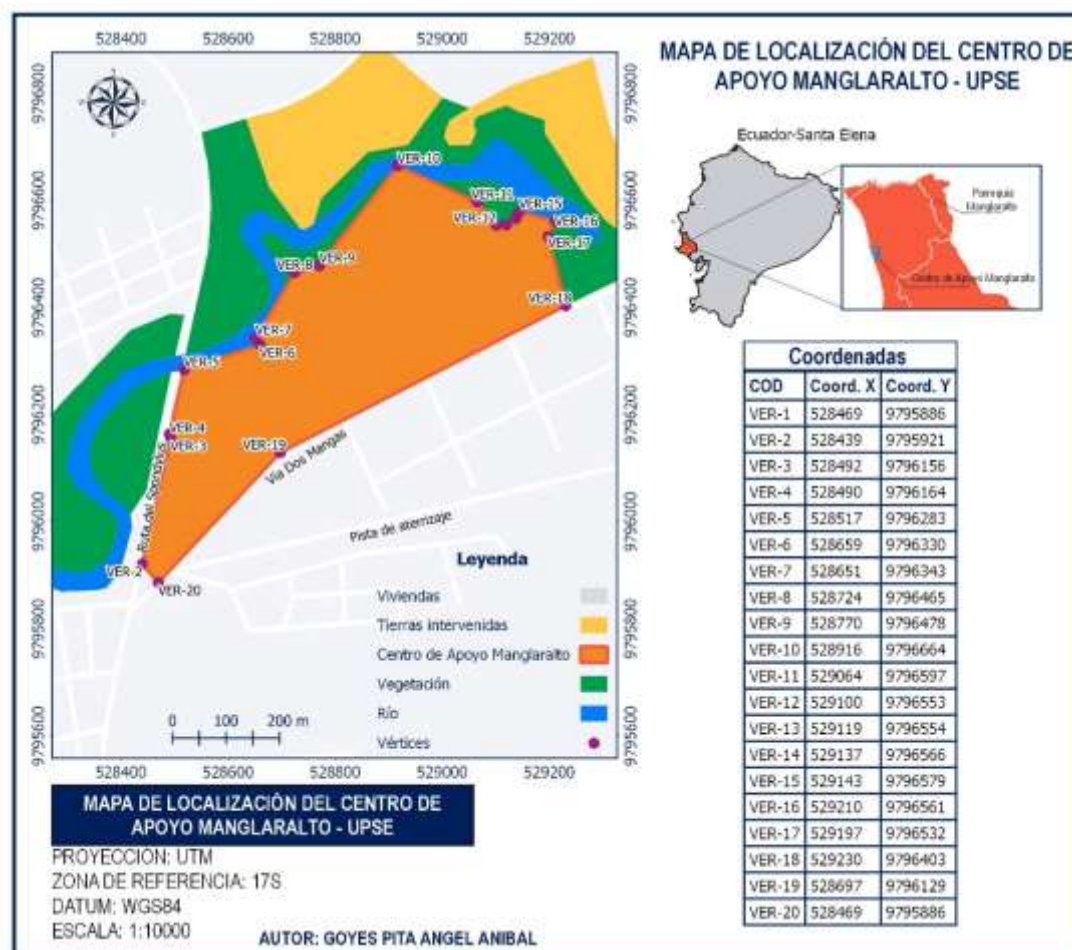


Figura 3. Mapa de ubicación de Centro de Apoyo Manglaralto UPSE.

2.1.1. Caracterización del Centro de Apoyo Manglaralto

Según INAMHI (2017), los promedios anuales de los factores climáticos de la zona son los siguientes:

- Precipitación: 385,2 mm
- Temperatura media: 23,4 °C
- Evaporación: 1459,2 mm
- Heliofanía: 112,9 horas

El Centro de Apoyo Manglaralto posee un total de 22,34 ha, y presenta suelos tipo Tierras misceláneas y Fluventic Eutrudepts, siendo este último el de mayor predominancia espacial. Las Tierras misceláneas no son consideradas como unidades de suelo; en cambio, los suelos Fluventic Eutrudepts, presentan características agro productivas, como: suelos francos en superficie y francos arcillosos a profundidad, buen drenaje, pH ligeramente alcalino y fertilidad alta (Figura 4).

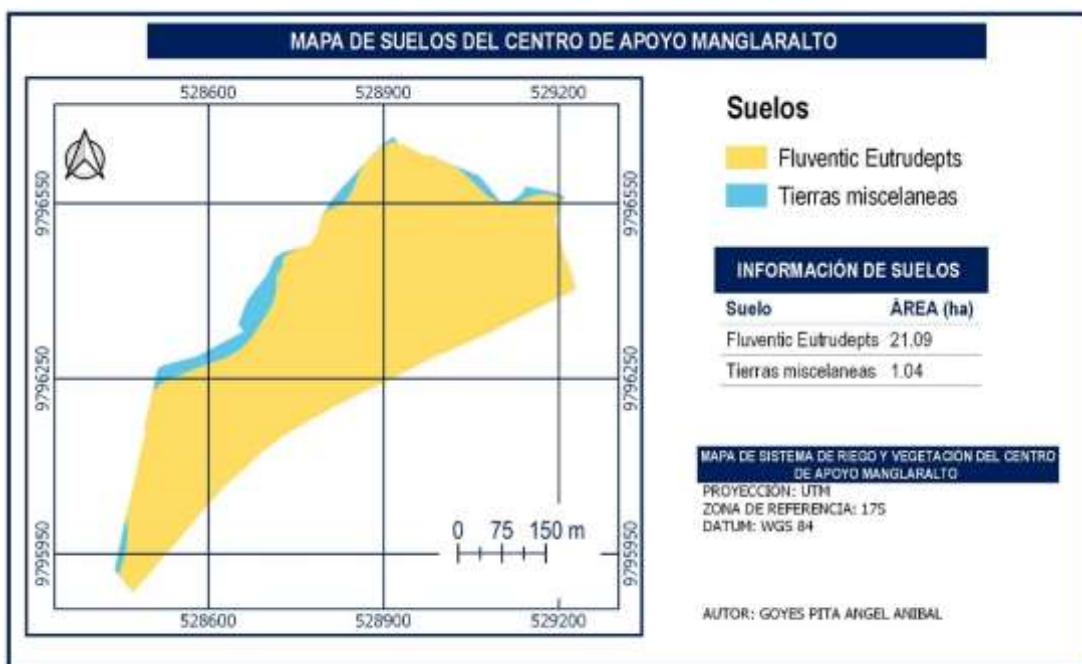


Figura 4. Mapa de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

El sitio de estudio presenta un sistema de riego cuya fuente de abastecimiento es un pozo ubicado dentro del territorio del Centro de Apoyo, y está conformado por: 1 maestra (de 4 tramos), líneas de riego superficiales, enterradas y secundarias para cultivos cortos y perennes, minicañones (4 unidades), cabezales (7 unidades) y aspersores (265 unidades); mismos que son utilizados para proporcionar agua a cultivos de tipo ciclo corto (maíz, frijol, algodón), anuales (algodón), semiperenne (plátano) y perennes (moringa, cacao, café, entre otros pastos) (Figura 5). Además, presenta 22 infraestructuras en distintos puntos de su territorio, destacando instalaciones para fines pedagógicos y educativos, agrícolas y pecuarios (Figura 6).

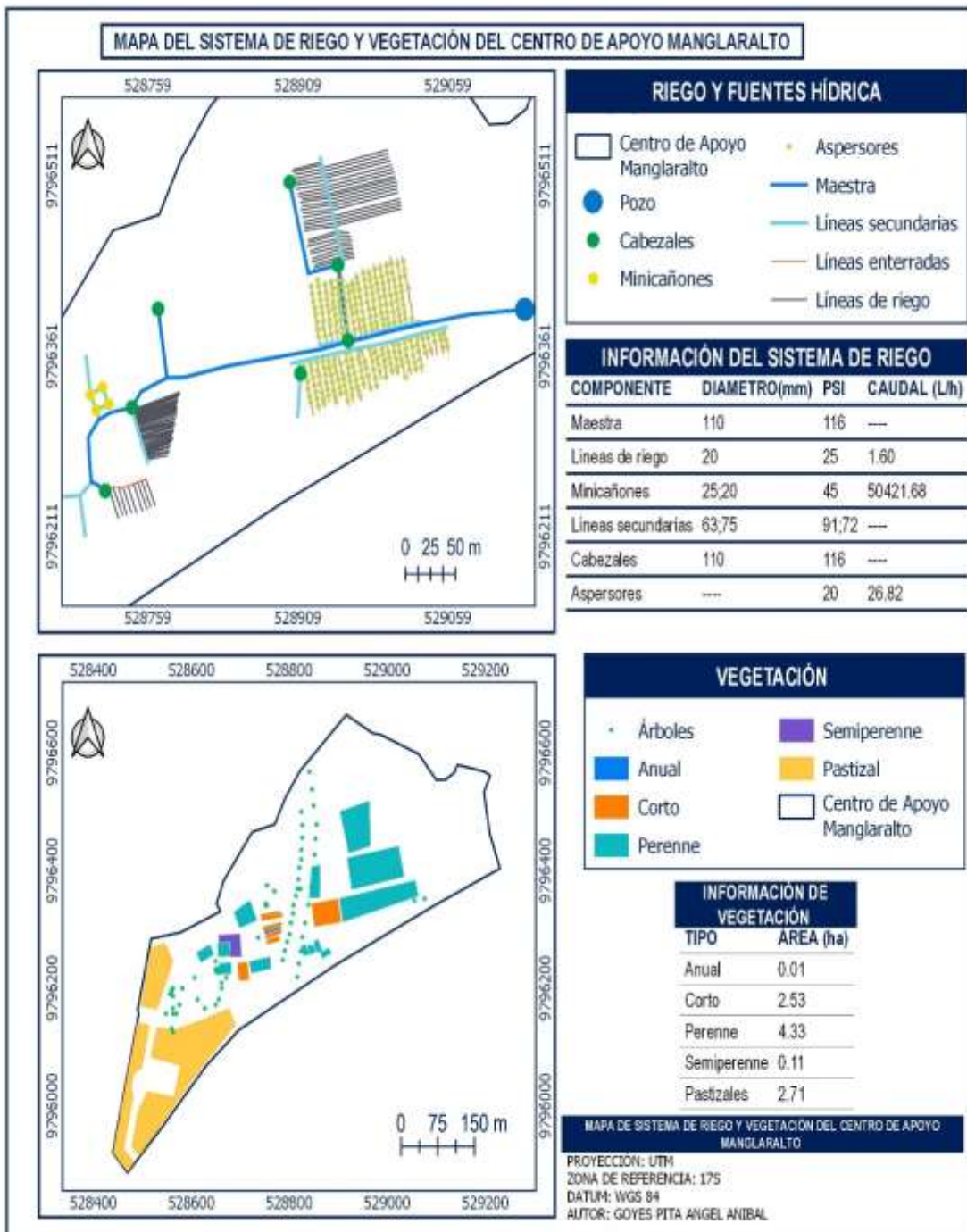


Figura 5. Mapa de vegetación y sistema de riego del Centro de Apoyo Manglaralto.

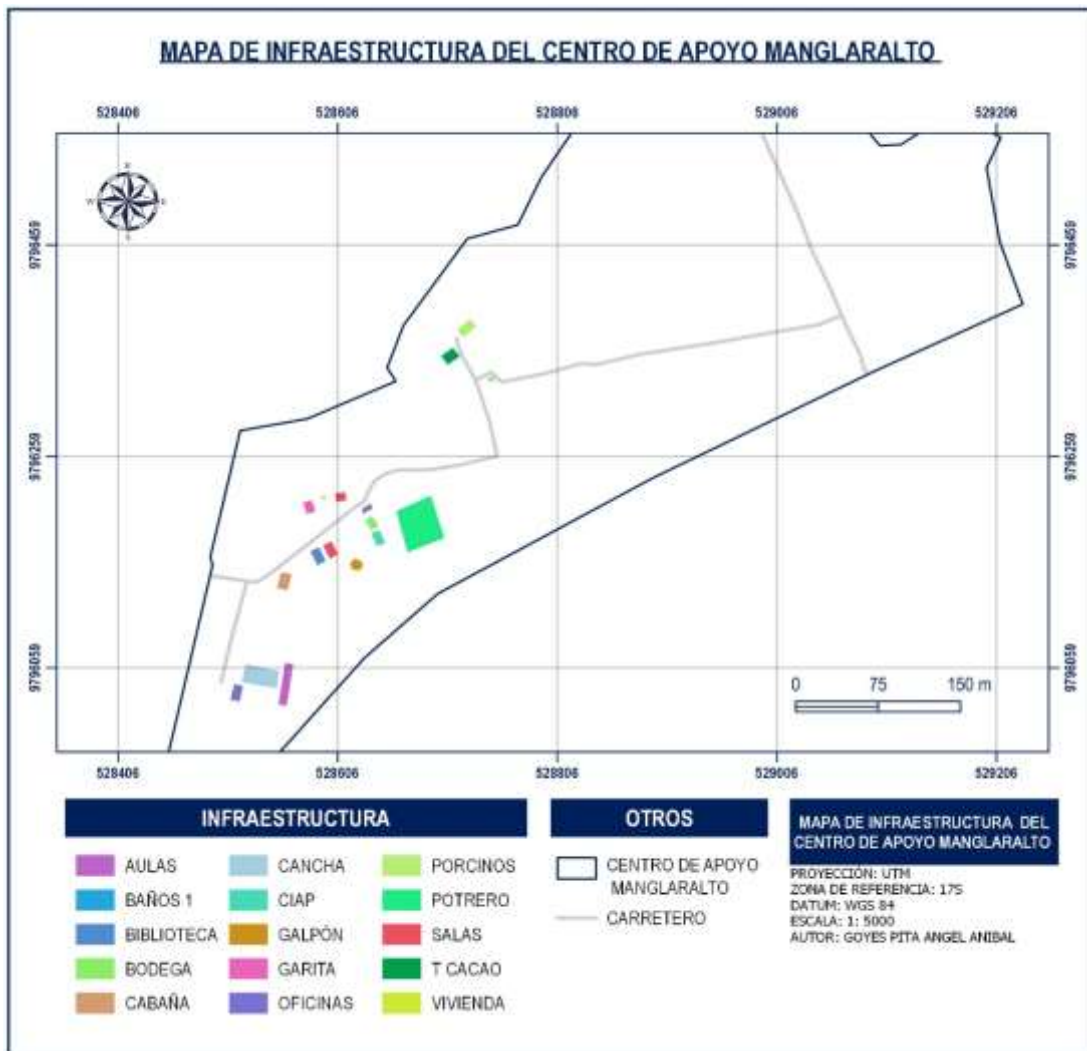


Figura 6. Mapa de infraestructura del Centro de Apoyo Manglaralto.

2.2. Tipo y manejo de la información

La información empleada corresponde a variables geopedológicas y otros elementos esenciales para la etapa de valoración de uso de tierras; así como, para el desarrollo de la propuesta de ordenamiento. La información fue manejada en Proyección UTM, Zona referencial 17S y Datum: WGS84, y el origen y tipo de esta se ilustran en la Tabla 21.

Tabla 21. Información empleada en la etapa metodológica (continua).

Mapa	Descripción
Santa Elena. Geopedología (1:25000)	Fuente: Geoportal IGM Representación: vectorial (polígono) Campos a recuperar: geopedología, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, drenaje Tipo de información: textual

Tabla 21. Continuación.

Mapa	Descripción
Vegetación	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto y polígono) Campos a recuperar: cultivos anuales, perenne, semiperenne y pastizales Tipo de información: textual
Sistema de riego	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto y polígono) Campos a recuperar: Maestras, líneas principales de riego, etc. Tipo de información: textual
Infraestructura	Fuente: UPSE Representación: vectorial (polígono) Campos a recuperar: oficinas, departamentos, galpones, etc. Tipo de información: textual
Infiltración	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto) Campos a recuperar: velocidad de infiltración y textura superficial Tipo de información: numérica y textual
Conductividad eléctrica y pH	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto) Campos a recuperar: conductividad eléctrica (por pasta saturada de suelos 0-20cm) y pH (suelos 0-20cm) Tipo de información: numérica
Carbono en el suelo	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto) Campos a recuperar: concentración de carbonatos (suelos de 0-30cm) y contenido de materia orgánica (suelos de 0-30cm) Tipo de información: numérica
Perfiles de suelo	Fuente: UPSE Representación: vectorial (punto) Campos a recuperar: profundidad efectiva Tipo de información: numérica
Uso de suelo	Fuente: UPSE Representación: vectorial (polígono) Campos a recuperar: oleoductos, zonas antrópicas y zona de conservación y protección. Tipo de información: textual
Modelo de elevación (DEM)	Fuente: ASF Data Search. Satélite Representación: raster (pixel 12.5 x 12.5 m) Campo a recuperar: pendiente Tipo de información: numérica.

2.3. Manejo de la investigación

La investigación se agrupó en 2 etapas: evaluación o valoración de la capacidad de usos de las tierras del Centro de Apoyo Manglaralto y desarrollo de la propuesta de ordenamiento agroecológico. Es necesario aclarar que la evaluación de suelos se utilizó como base para el ordenamiento agroecológico.

2.4. Etapa I: valoración de la capacidad de uso de las tierras

La valoración de la capacidad de uso de las tierras del Centro de Apoyo Manglaralto fue determinada empleando información de variables geopedológicas (materia orgánica, velocidad de infiltración, textura superficial, pH, salinidad, toxicidad, saturación de bases, CIC y fertilidad), misma que fue tratada en Qgis siguiendo el siguiente proceso (Figura 7).

Proceso:

- a. Importación de información a Qgis: se importaron formatos shp (tipo punto y polígono) con información referencial a las variables geopedológicas y otros (sistemas de riego).
- b. Interpolación: aplicación de la opción interpolación IDW de datos o campos numéricos (materia orgánica, velocidad de infiltración, pH, salinidad, toxicidad por carbonatos y profundidad efectiva) para obtener mapas temáticos que expliquen la variabilidad espacio temporal de los datos.
- c. Generalización de la información: para el caso de campos cuya información fue de tipo texto como: saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico textura superficial y drenaje; fue generalizada para todo el Centro de Apoyo en base a las clases de cada variable según TRACASA-NIPSA (2014).
- d. Reclassificar: reclasificación de los mapas temáticos generados en el literal b utilizando la opción “reclasificación por tabla” siguiendo los parámetros mencionados por Andrades and Martínez (2014) y TRACASA-NIPSA (2014) que se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Parámetros de reclasificación para variables geopedológicas.

Variable	Valor	Nivel /Categoría	Rango
Toxicidad por carbonatos (%)	1	Muy bajo	<5
	2	Bajo	5-10
	3	Normal	10-20
	4	Alto	20-40
	5	Muy alto	>40
Potencial hidrógeno (pH)	1	Muy ácido	0 a <5
	2	Ácido	5 a 5.5
	3	Medianamente ácido	>5.5 a 6.0
	4	Ligeramente ácido	>6.0 a 6.5
	5	Prácticamente neutro	>6.5 a 7.5
	6	Ligeramente alcalino	>7.5 a 8.0
	8	Medianamente alcalino	> 8.0 a 8.5
	9	Alcalino	>8.5
	Salinidad (dS/m)	1	No salino
2		Ligeramente salino	2 – 4
3		Salino	>4 – 8
4		Muy salino	>8 – 16
5		Extremadamente salino	> 16
Profundidad efectiva (cm)	1	Muy superficial	0-10
	2	Lenta	11-20
	3	Poco profunda	21-50
	4	Moderadamente profunda	51-100
	5	Profundo	>100
Materia orgánica (%)	1	Bajo	1
	2	Medio	1 – 2
	3	Alto	> 2
Velocidad de infiltración (mm/h)	1	Muy lenta	<1
	2	Lenta	1 – 5
	3	Moderadamente lenta	5 – 20
	4	Moderada	20 – 60
	5	Moderadamente rápida	60 – 125
	6	Rápida	125 – 250
	7	Muy rápida	> 250

- e. Conversión de mapas temáticos: los mapas resultantes del literal d, fueron convertidos de mapas en formato raster a shp aplicando la opción “Poligonizar (raster a vectorial)”.
- f. Tratamiento de áreas: a través del uso de las opciones de edición de polígonos como: “borrar parte y remodelar objetos” y “selección por atributos”; se eliminó polígonos con áreas agroproductivos menores a 0.5 ha en los mapas temáticos de

las distintas variables, con el fin de trabajar con áreas con valores más significativos.

- g. Aplicación de herramientas de geoprocetos: se aplicó la herramienta de geoproceto “intersección” mencionada por Alonso (2014), Falla, (2012) y Fernández et al.(2014), con los mapas resultantes del literal f.
- h. Identificación de fertilidad de los suelos: la fertilidad de los suelos fue determinada con la información producto del literal g, y considerando los aspectos mencionados por TRACASA-NIPSA (2014) para la identificación de los niveles de fertilidad; mismos que, fueron establecidos en dependencia del factor más restrictivo.
- i. Identificación de áreas de riego: empleando como base la información del sistema de riego del Centro de Apoyo Manglaralto, se identificó y las áreas de riego actual, áreas de riego potencial y áreas sin potencial de riego.
- j. Identificación de capacidad de uso de las tierras: empleando la información resultante de los literales g, h, i; se identificó y desarrollo el mapa temático de unidades de manejo del Centro de Apoyo Manglaralto, siguiendo los aspectos mencionados por Watler (2017) y el Proyecto de Generación de geoinformación de para la gestión del territorio a nivel nacional (2011). Cabe mencionar, las áreas con riego actual y de riego potencial fueron excluidas del factor limitante “clima”, debido a que estas zonas presentan accesibilidad o dotación de agua.

2.5.Etapa II: desarrollo de la propuesta de ordenamiento agroecológico

2.5.1. *Análisis multicriterio: proceso analítico jerárquico*

a. Identificación de criterios de ordenamiento agroecológico

Para realizar el ordenamiento agroecológico, se planteó criterios de ordenamiento considerando el objetivo del trabajo, el entorno del problema a resolver y la experiencia de los tomador de decisiones (Dávila and García, 2017); siendo así, la determinación de los siguientes criterios:

- Agroforestería y silvopastoril
- Producción de cultivos de ciclos cortos

- Producción de cultivos de ciclos perennes
- Producción de granos (para la alimentación del ganado)
- Experimentación agrícola y prueba de insumos
- Explotación bovina
- Explotación porcina
- Explotación avícola

Entre los criterios empleados, se incluyeron criterios restrictivos o limitantes (Santos, 2020) relacionados a áreas de conservación y protección, de valor cultural y de interés productivo, como los siguientes:

- Áreas protegidas por valores florísticos y edáficos
- Área protectora de oleoducto
- Áreas de experimentos permanentes o cultivos permanentes

b. Encuesta

Se realizó una encuesta a especialistas relacionados con Centro de Apoyo Manglaralto. La encuesta fue estructurada con los criterios de ordenamiento y los parámetros calificativos de la escala de Satty siguiendo la estructura empleada por Dávila and García (2017) (véase anexo).

c. Construcción de matriz de comparación pareadas y determinación de razón de consistencia de las encuestas

Con las opiniones de los especialistas acerca de los distintos criterios, se ejecutó el siguiente proceso a cada una de la encuestas realizadas, siguiendo la indicaciones de Márquez and Baltierra (2017) y Gómez et al. (2019):

1. Construcción de la matriz de comparaciones pareadas
2. Cálculo de los vectores propios o autovalor de cada criterio
3. Determinación del índice de consistencia
4. Determinación de la razón de consistencia (CR)

La CR es un valor que permite evaluar si los juicios aplicados son aceptables y consistentes. Distintos autores como Gómez et al. (2019), Mendoza et al. (2019),

Dávila and García (2017) y Vidal et al. (2012) proponen que: valores de $CR \leq 0.10$ tienen un nivel de inconsistencia aceptable, y $CR \geq 0.10$ presentan inconsistencia no aceptable para los juicios aplicados. Para la investigación, se consideró $CR \leq 0.20$ como el límite máximo de inconsistencia, con esta modificación se incrementó la posibilidad de que los juicios aplicados sean aceptables. Las encuestas con $CR \geq 0.20$ fueron descartadas de los siguientes procesos.

d. Ponderación de criterios por grupo de especialistas evaluados

Posteriormente, se agrupó las encuestas por tipo de especialista, se calculó los vectores propios agregados de cada criterio de los respectivos grupos empleando la media geométrica y se realizó la normalización de los respectivos criterios. De esta forma, se obtuvo las ponderaciones normalizadas; mismas que, sirvieron para el diseño de las distintas propuestas de ordenamiento según la inclinación de los especialistas.

2.5.2. Propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Manglaralto

Se elaboró 4 propuestas de ordenamiento agroecológico considerando las ponderaciones finales de cada criterio por cada grupo de especialistas y la opinión global de los mismos. Las propuestas fueron desarrolladas considerando las reglas mencionadas en el ítem 2.6.

2.6.Reglas relacionadas al ordenamiento agroecológico

Regla 1: las áreas relacionadas con corrientes naturales de agua (río) deben ser protegidas con franjas hidrográficas. En la investigación se empleó el uso de buffer de 5m para identificar las franjas dentro del territorio del sitio de estudio. Estas áreas están descartadas de las áreas disponibles consideradas en la propuesta de ordenamiento.

Regla 2: en el ordenamiento agroecológico se descartaron del área disponible de ordenamiento los siguientes aspectos: boques, zonas con infraestructura, franjas hidrológicas y zona del oleoducto.

Regla 3: las áreas disponibles para ordenamiento según los criterios de ordenamiento se distribuyeron de la siguiente forma (Tabla 23).

Tabla 23. Distribución empleada para los criterios de ordenamiento.

Zona de distribución	Criterio
1*	Experimentación agrícola y prueba de insumo
	Producción de cultivos de ciclo perenne
	Producción de cultivos de ciclo corto
	Producción de granos
2	Agroforestería y silvopastoril
	Explotación bovina
	Explotación porcina
	Explotación avícola

*Zona con accesibilidad a agua

2.7. Software aplicado

En la investigación se empleó software Quantum GIS versión 3.14.16 “Pi”. Es un software de código abierto para actividades educativas o empresariales centrado en la explotación de los SIG. Los formatos que Quantum GIS maneja son: datos tipo ráster y vectoriales; además, al ser de libre acceso permite a los usuarios con conocimientos de programación implementar nuevas herramientas, en función del uso y proceso a que son sometidos los datos (Piura, 2018).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Etapa I: valoración de la capacidad de uso de las tierras del Centro de Apoyo Manglaralto

3.1.1. Evaluación de variables geopedológicas

a. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

En la Figura 7 se ilustra el estado o condición de esta variable en el Centro de Apoyo Manglaralto. Los suelos del área de interés presentan un nivel “muy alto” con respecto a la capacidad de intercambio catiónico; misma que, abarca un área total de 21.104 ha.

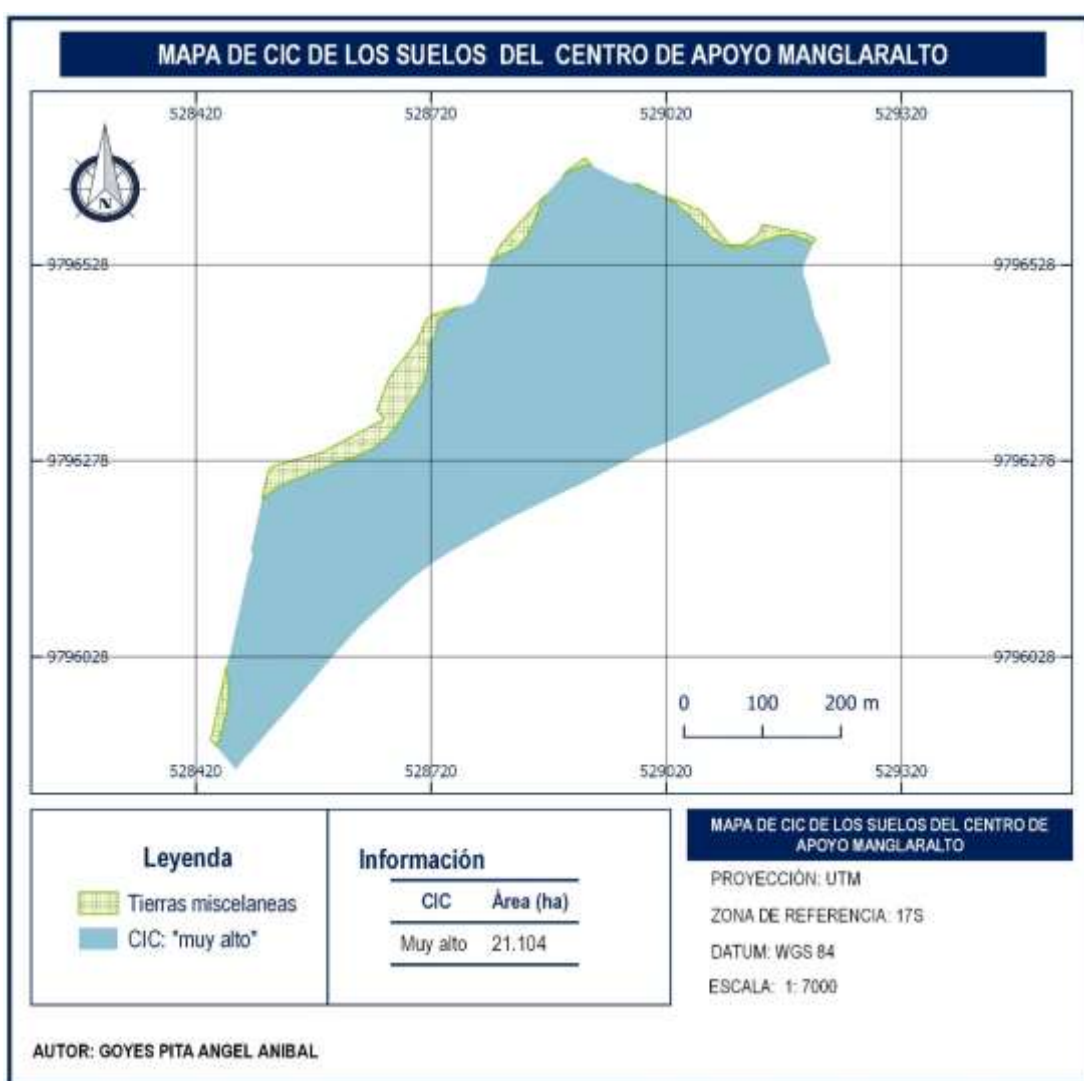


Figura 7. Mapa de CIC del Centro de Apoyo Manglaralto.

El nivel de CIC de los suelos comprende a valores mayores 30cmol/kg de suelo seco (TRACASA-NIPSA, 2014). Valores altos de CIC representan menor pérdida de iones

por lavado y una rápida reposición de estos en el complejo de cambio (Aguilar, 2018), produciendo una mayor capacidad del suelo en la retención y acumulación de nutrientes disponibles para el desarrollo de las plantas (Bueno and Fernández, 2019); en cambio, niveles bajos de CIC son característicos de suelos con arenosos o con bajo contenido de materia orgánica (FAO, 2021b).

b. Potencial de hidrógeno (pH)

En la Figura 8 se muestra el resultado obtenido de la reclasificación y la generalización de áreas de la información de la variable geopedologica; demostrando que el Centro de Apoyo Manglaralto presenta en toda su extensión un pH neutro o prácticamente neutro con un rango entre 6.5 a 7.5.

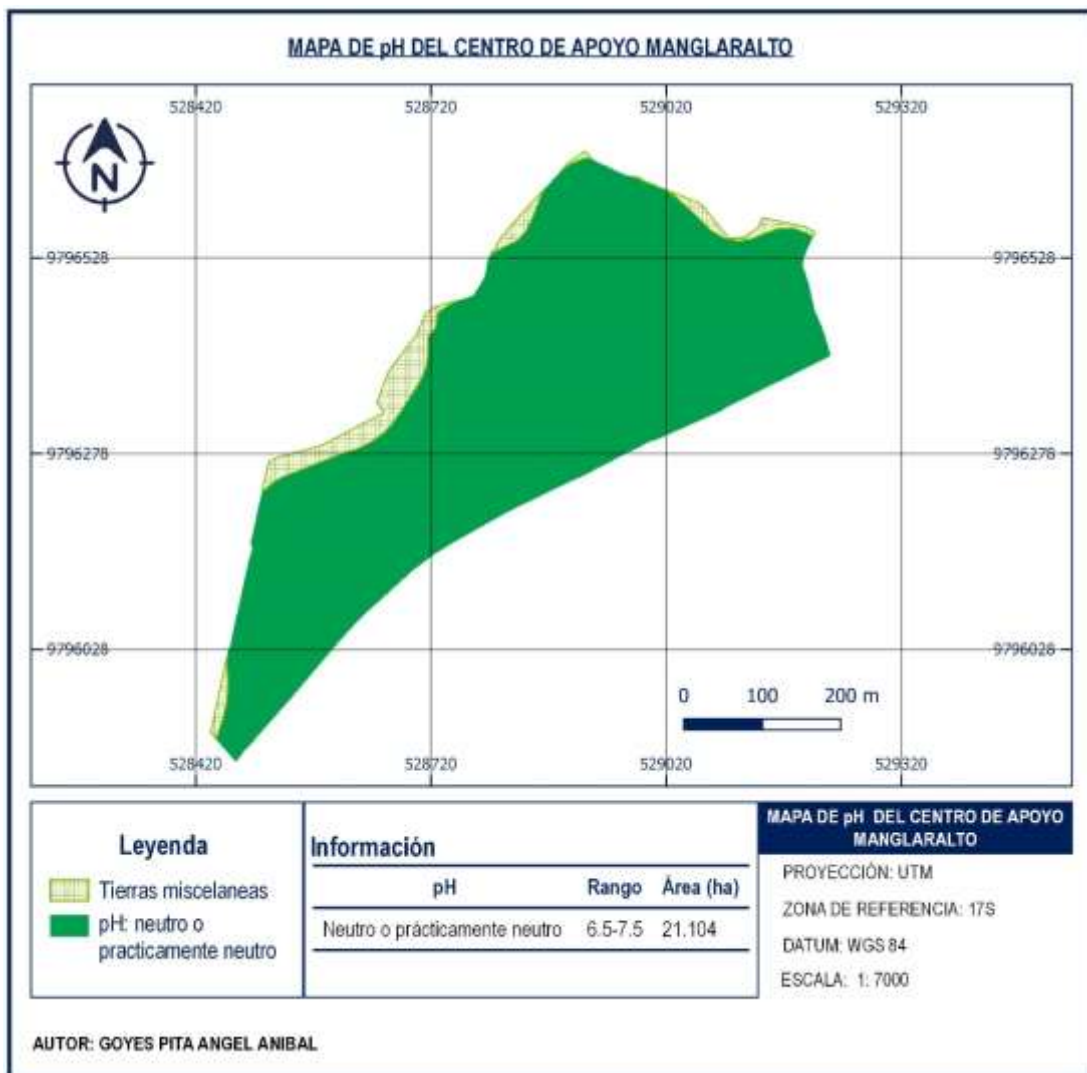


Figura 8. Mapa de pH del Centro de Apoyo Manglaralto.

El pH presentando en el área de estudio tiene un rango en el cual puede existir una adecuada disponibilidad de Ca, Mg y P, y una carente disponibilidad de microelementos (TRACASA-NIPSA, 2014); sin embargo, posee el estado apropiado para el desarrollo de una variedad de cultivos al permitir la asimilación de nutrientes esenciales (Andrades and Martínez, 2014). Los niveles de pH en el CAM pueden ser afectados si el suelo es sometido a una agricultura intensiva e inadecuado manejo de fertilizantes (Rivera *et al.*, 2018).

c. Saturación de bases

En la Figura 9 se ilustra la situación de esta variable en el Centro de Apoyo Manglaralto. Los suelos presentan un nivel “alto” de saturación de bases; dicha clasificación comprende la totalidad del área de estudio.

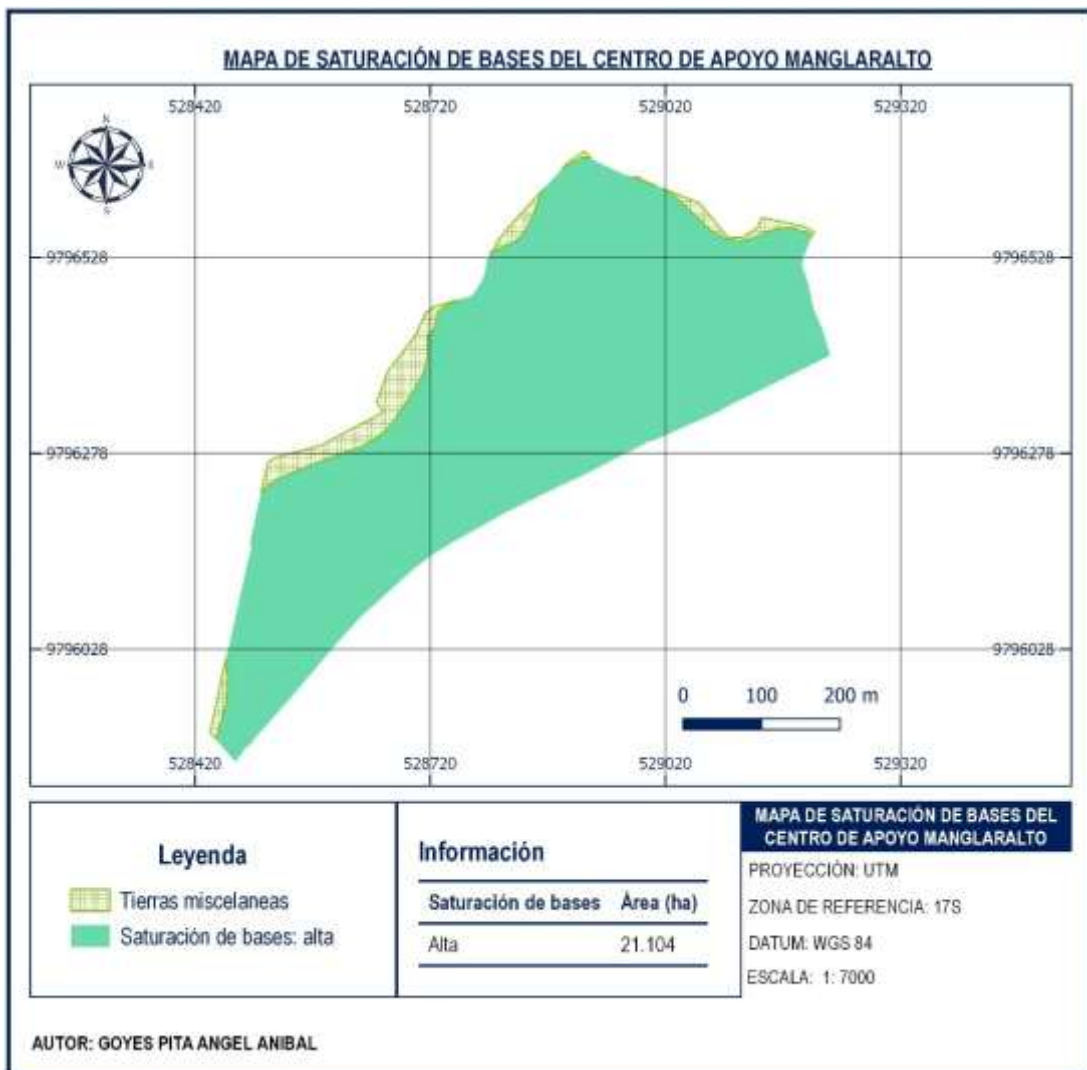


Figura 9. Mapa de saturación de bases del Centro de Apoyo Manglaralto.

Según TRACASA-NIPSA (2014) un nivel alto comprende a suelos neutros cuyo valor de saturación de bases es mayor al 50%. Niveles altos de esta variable representan una mayor disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de los distintos cultivos (Fereses and Villalobos, 2017); además, suelos con pH igual a 7 una saturación de bases del 100% indican una ausencia de iones H^+ en los coloides del suelo (FAO, 2021b).

d. Materia orgánica

En la Figura 10 se presenta el resultado obtenido de la reclasificación y la generalización de áreas según el contenido de materia orgánica; revelando que el Centro de Apoyo Manglaralto presenta 21.104 ha con un alto nivel de materia orgánica con valores mayores al 2%.

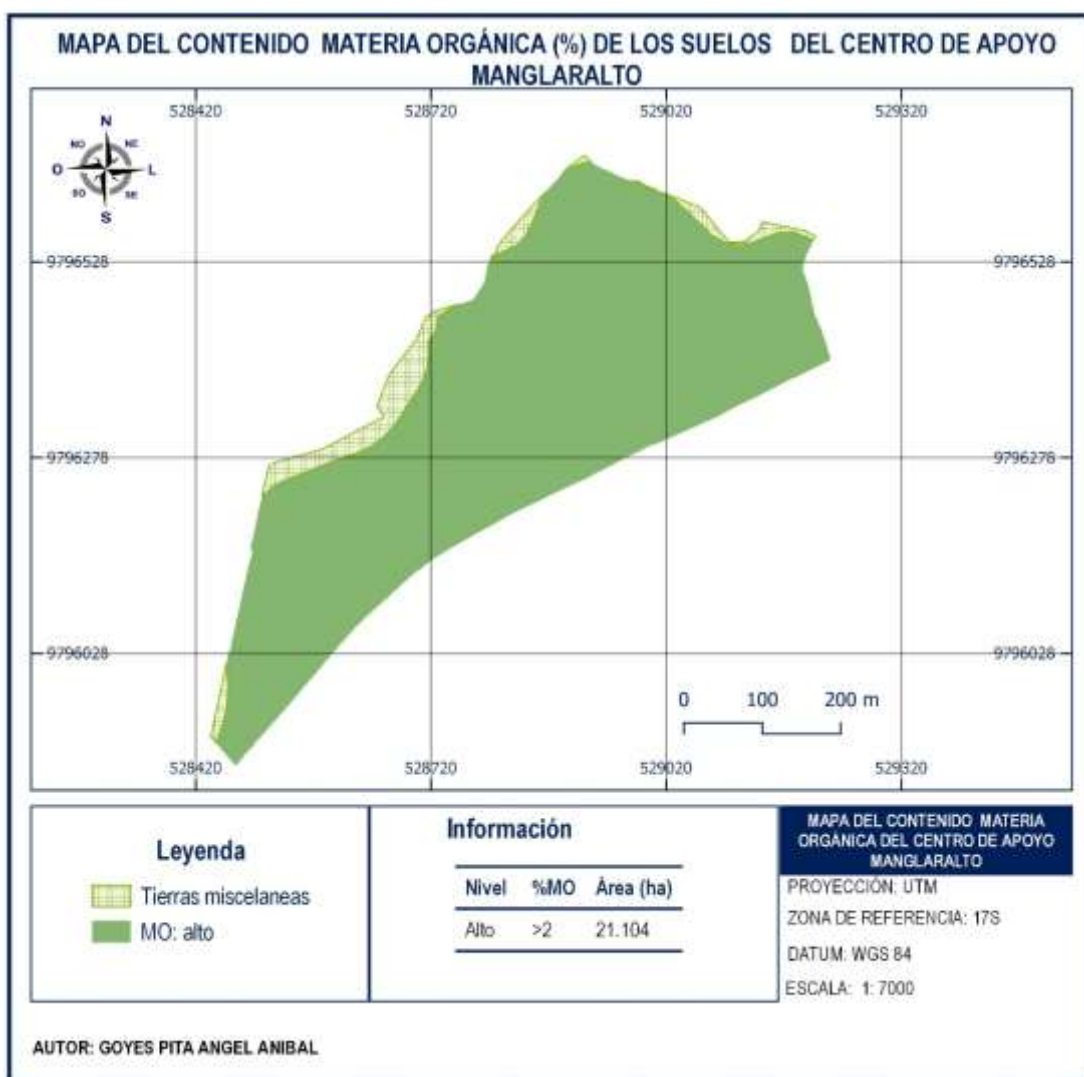


Figura 10. Mapa del contenido de materia orgánica en los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

Según Aguilar (2020) y Trinidad and Velsaco (2016), las aportaciones de materia orgánica benefician las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo produciendo mejoras en la productividad de los cultivos. No obstante, autores como Castelán et al. (2017) y Medina et al. (2017) alegan que suelos con bajos contenidos de materia orgánica presentan bajos rendimientos al evaluar el cierre de un ciclo productivo. Además, el establecimiento de cultivos en pendiente y sobrepastoreo puede afectar los niveles de materia orgánica (Aguilar, 2018), aspecto que es recalado en ciertos áreas del Centro de Apoyo Manglaralto en las investigaciones de Ramírez (2020) y Pozo (2020).

e. Textura

Considerando los tres grupos de textura mencionados por Andrades and Martínez, (2014) y TRACASA-NIPSA (2014), lo suelos del Centro de Apoyo Manglaralto fueron clasificados dentro de la clase textural o tipo de suelo franco, aspecto que puede ser observado en la Figura 11.

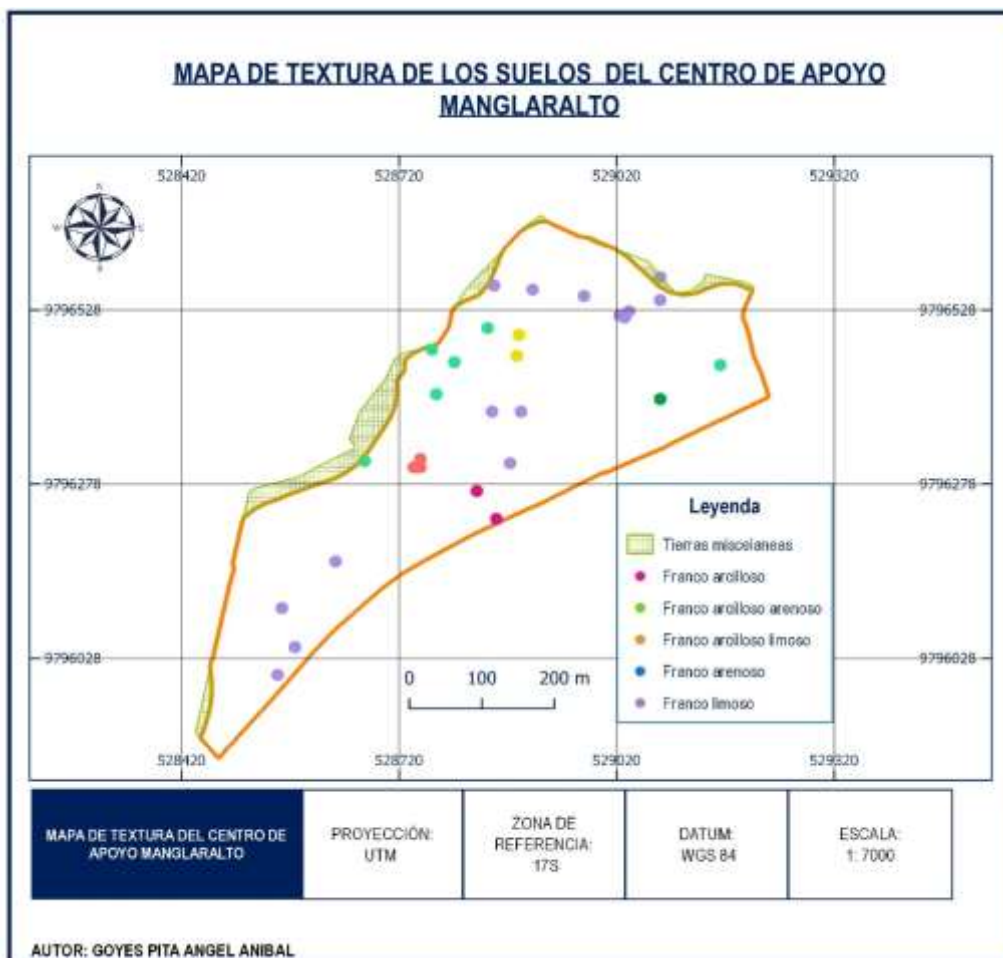


Figura 11. Mapa de textura de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

Los suelos francos son los más idóneas para la actividad agrícola (TRACASA-NIPSA, 2014), por lo general presentan adecuadas condiciones de infiltración, buena retención de humedad, no representa mayores complicaciones al trabajar el suelo (Zapata, 2020), buena aireación y buen desarrollo radicular (Andrades and Martínez, 2014).

f. Salinidad

En la Figura 12 se presenta el mapa de salinidad de los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto. Los niveles de salinidad presentes en el área de estudio comprenden una sola categoría “no salino” con un rango de 0-2 dS/m que abarca una extensión de 21.104 ha.

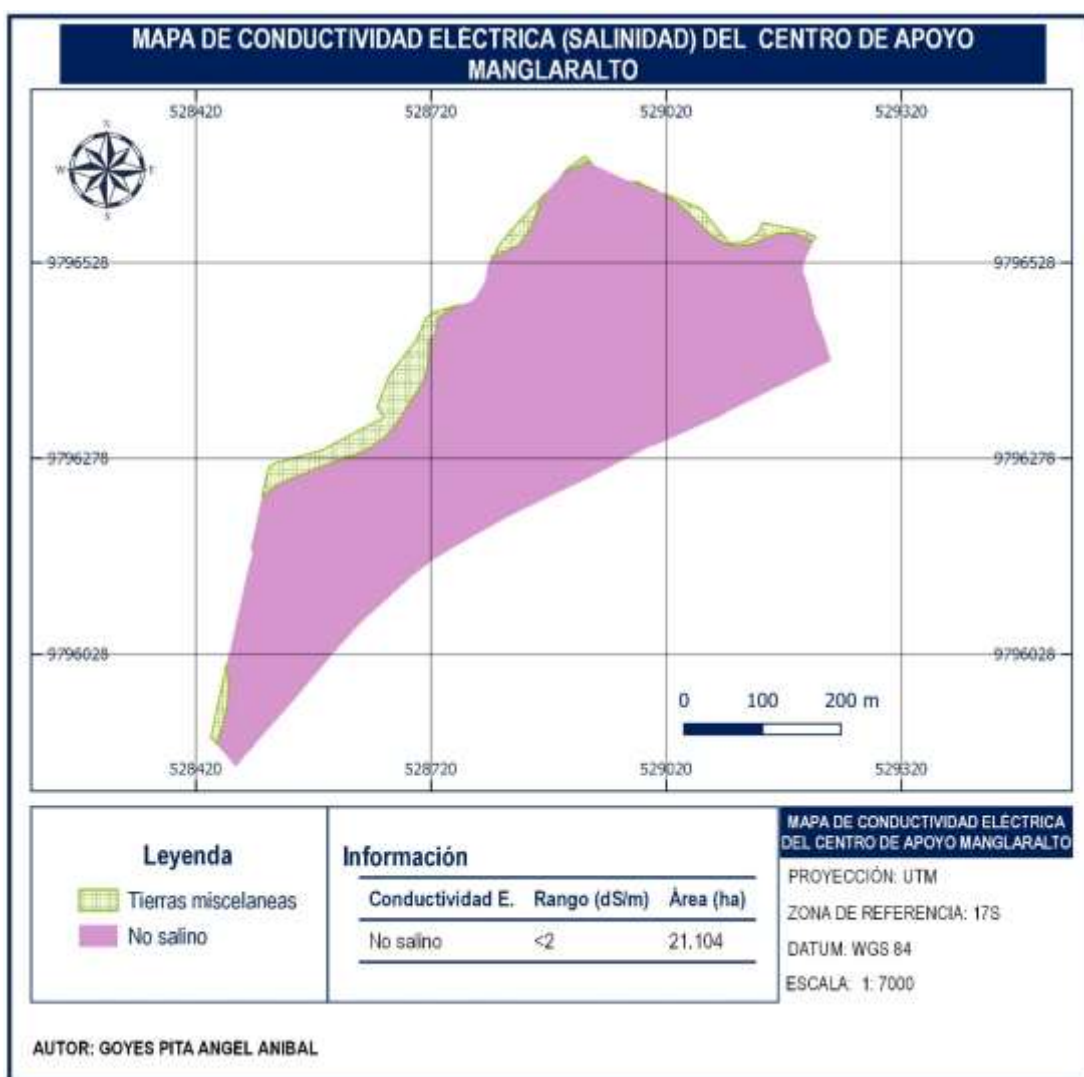


Figura 12. Mapa de salinidad de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

El nivel de salinidad presente en los suelos no representa una limitante agroproductiva que afecte los rendimientos de los cultivos (TRACASA-NIPSA, 2014), aspecto que

concuenda con la investigación de Lino (2019) en donde concluye que el nivel de sales del Centro de Apoyo Manglaralto no representa un impedimento para el establecimiento de cultivos; no obstante, manejos inadecuados en el ciclo productivo pueden generar un aumento proporcional de la sales, incapacitando el desarrollo y rendimiento óptimo de ciertos cultivos no tolerantes a entornos salinos (Andrades and Martínez, 2014).

g. Fertilidad

En la Figura 13 se ilustra los niveles de fertilidad presente en los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto producto de la relación de otras variables geopedológicas. Los niveles hallados comprenden dos categorías: fertilidad baja con un área de 5.46 ha, y fertilidad media con una extensión de 15.64 ha.

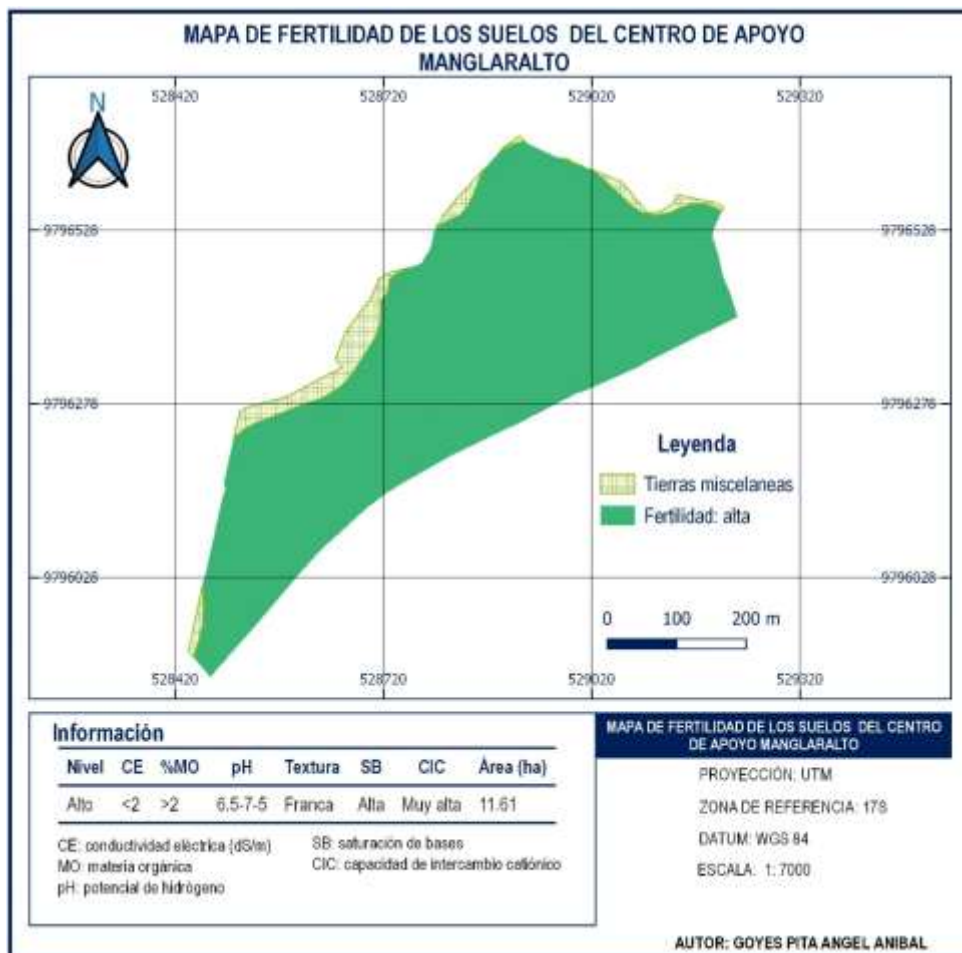


Figura 13. Mapa de fertilidad de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

La fertilidad de los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto presentan niveles intermedios y bajos para la región Costa (TRACASA-NIPSA, 2014), ocasionados principalmente por el contenido de materia orgánica en los suelos. La materia orgánica es esencial para mantener la fertilidad, porque aporta nutrientes y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; es decir, el contenido de materia orgánica es directamente proporcional a los niveles de fertilidad (Eraso, 2019).

Mantener niveles de fertilidad adecuados mejora sustancialmente el rendimiento de los cultivos (Santillano *et al.*, 2019); de forma que, suelos con una riqueza en nutrientes serán la base para un desarrollo prometedor de distintas especies de interés agrícola (Andrades and Martínez, 2014); no obstante, la disminución de la fertilidad puede producirse por la extracción o lixiviado de nutrientes y erosión (Encina, 2016; Porta *et al.*, 2019), por lo tanto, hay que plantear principios agroecológicos que beneficien la eficacia del suelo (Contreras *et al.*, 2019).

h. Toxicidad por carbonatos

En la Figura 14 se muestra el mapa de contenido de carbonatos presente en los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto. El sitio de estudio presenta una sola categoría o nivel de carbonatos “Muy baja”, con un contenido menor a 5% que abarca un área total de 21.105 ha.

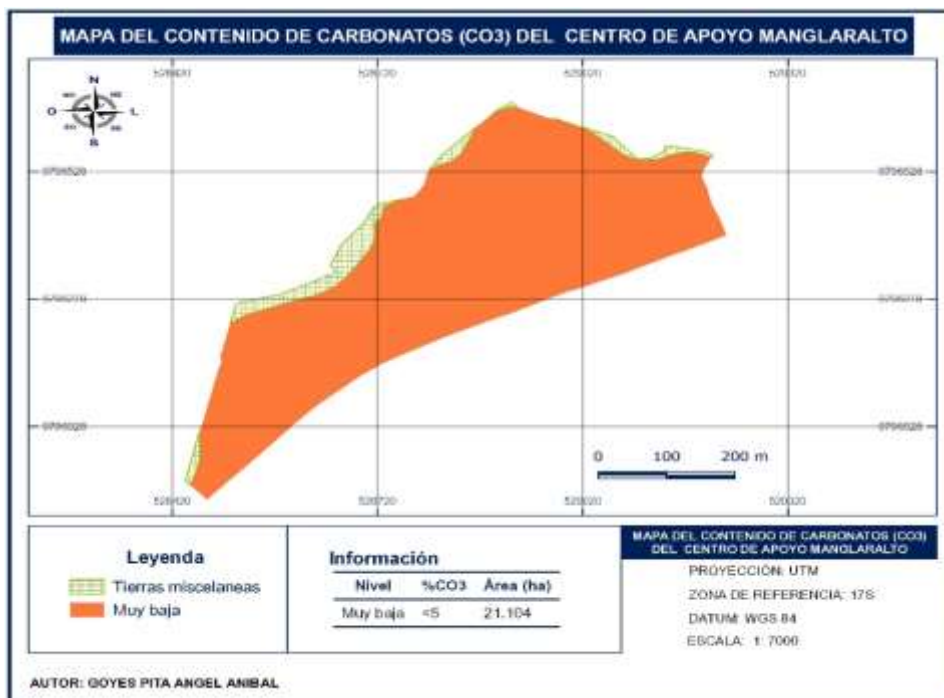


Figura 14. Mapa de contenido de carbonatos del Centro de Apoyo Manglaralto.

El nivel de carbonatos presente en los suelos no representa una limitación productiva, debido a que la concentración es <5%; en cambio, valores superiores a esta clase pueden interferir en el desarrollo de los cultivos (Andrades and Martínez, 2014); además, esta resultante tiene coherencia con los resultados presentados por Ramírez (2020), en donde se manifiesta que el nivel de carbonatos de los suelos del área de interés no aluden a ningún restricción de mucha relevancia.

i. Velocidad de infiltración

En la Figura 15 se visualiza que los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto presentan dos áreas bien definidas con respecto a la variable “velocidad de infiltración”. Las áreas poseen una clase diferente, siendo que la zona con denominación “Moderada” con rango de 20-60mm/h abarca 9.495 ha y la “Moderadamente lenta” con rango 5-20mm/h cubre un área de 11.61 ha.

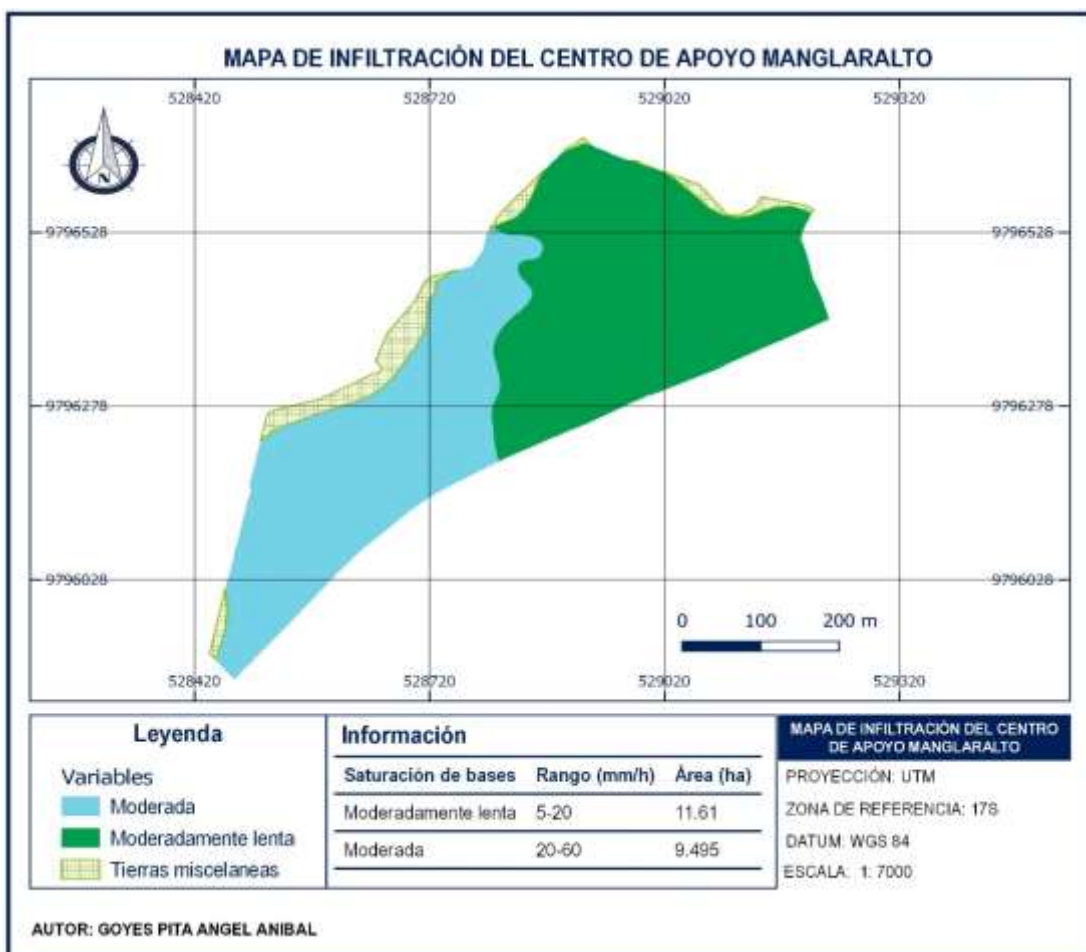


Figura 15. Mapa de velocidad de infiltración del Centro de Apoyo Manglaralto.

Los niveles de infiltración mostrados en la Figura 16, presentan una velocidad adecuada que permite el riego por superficie en el Centro de Apoyo Manglaralto (TRACASA-NIPSA, 2014).

La velocidad de infiltración de los suelos está influenciada por la estructura, textura, temperatura, presencia de vegetación, materia orgánica y precipitaciones (Úbeda and Delgado, 2018); no obstante, la capacidad de infiltración puede ser modificada, pero de igual forma, precipitaciones continuas pueden ocasionar pérdidas de suelo por erosión hídrica, hecho que es más prominente en lugares con pendientes pronunciadas (Rosales *et al.*, 2020). Cabe mencionar, este último aspecto no tiene mayor relevancia para el lugar de estudio al estar ubicado en una zona con precipitaciones anuales de 385,2mm (INAMHI, 2017).

j. Drenaje natural

En la Figura 16 se enseña la situación de la variable en el Centro de Apoyo Manglaralto. El área de estudio presenta suelos clasificados bajo la clase de drenaje “bueno”, abarcando 21.104 ha.

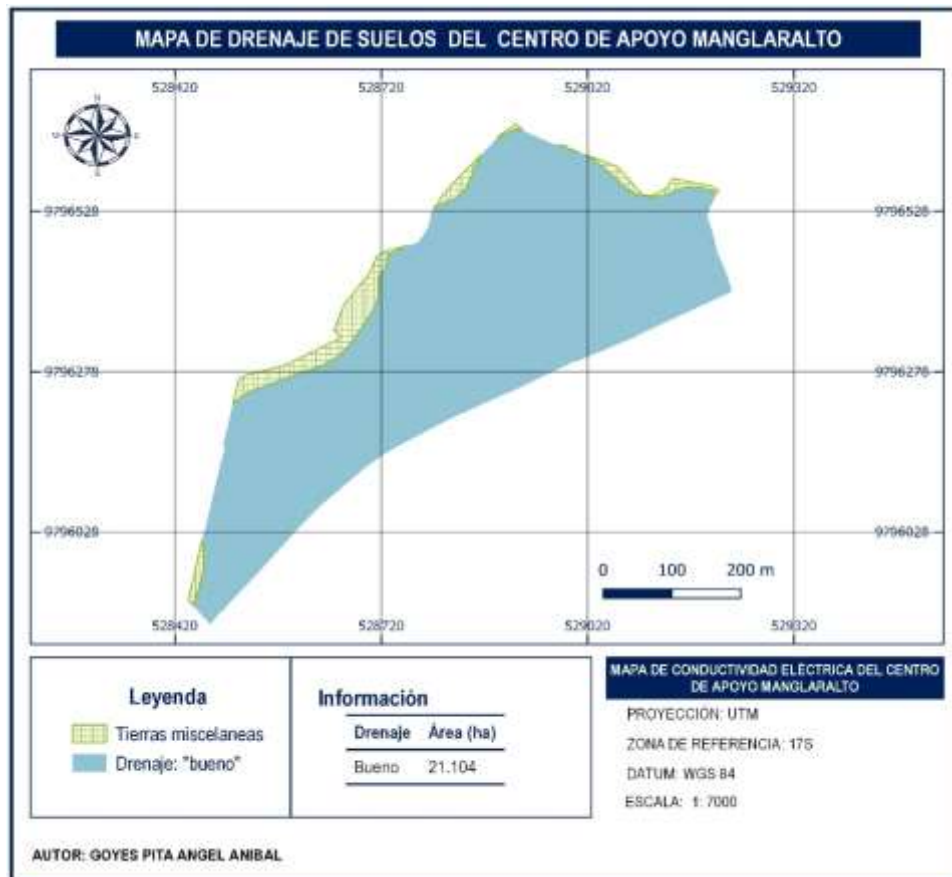


Figura 16. Mapa de drenaje de suelos del Centro de Apoyo Manglaralto.

Según TRACASA-NIPSA (2014), una categoría de “bueno” para drenaje natural es característico de suelos francos, en los cuales existe un fácil control de las aguas lluvias; sin embargo, la eliminación de no es rápida. En cambio, suelos con una inadecuada evacuación de agua, es necesario la aplicación de drenajes superficiales o subterráneos (Fereris and Villalobos, 2017).

k. Profundidad efectiva

En la Figura 17 se muestra que los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto posee una sola categoría con respecto a la variable “profundidad efectiva”; esta abarca la totalidad del lugar de estudio, siendo “Poco profunda” con rango de profundidad perpendicular la suelo de 21-50 cm.

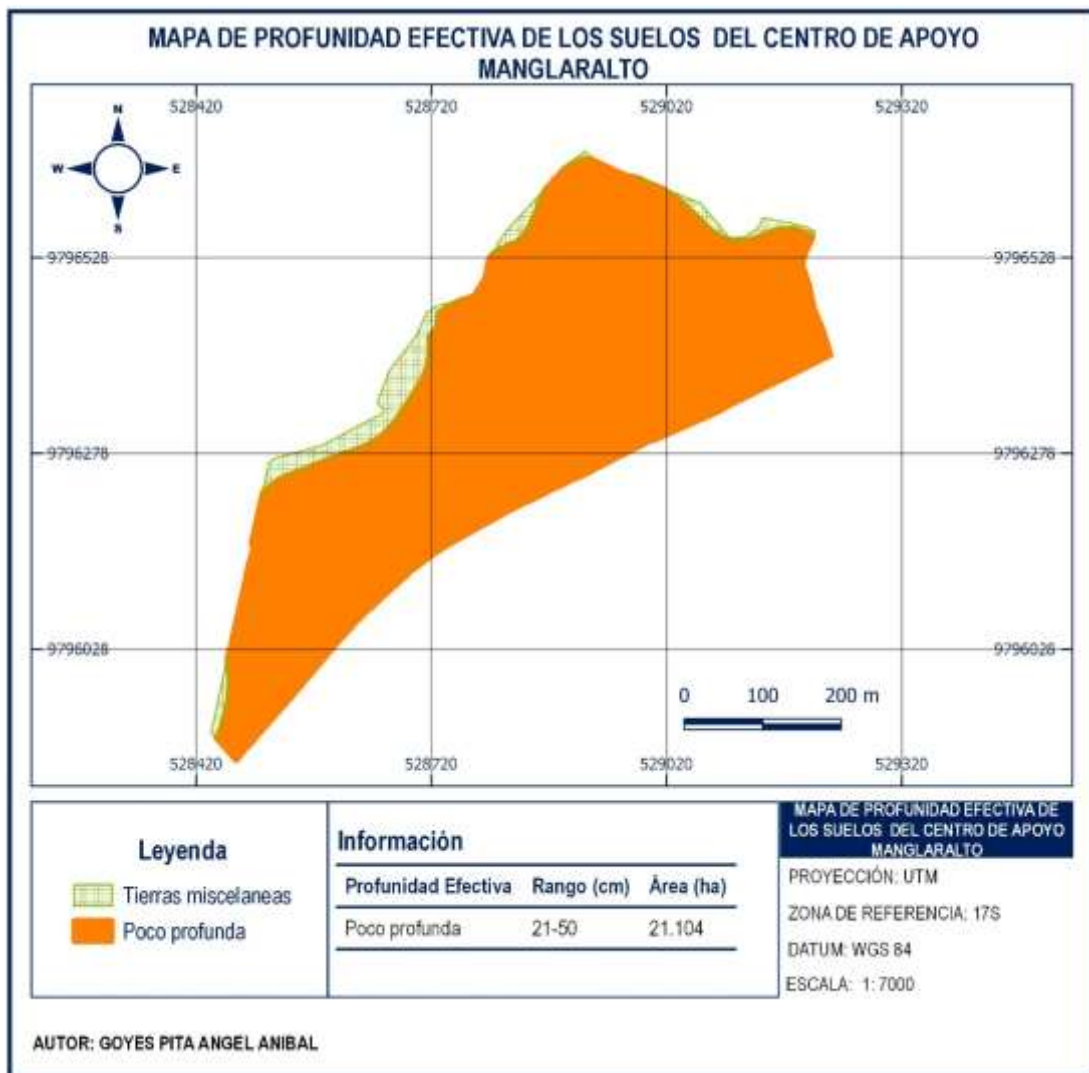


Figura 17. Mapa de profundidad efectiva del Centro de Apoyo Manglaralto.

Los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto presentan poca profundidad, dicho aspecto implica que los cultivos no tengan acceso a nutrientes de capas más profundas afectando su rendimiento (Krüger *et al.*, 2018), y no sean muy tolerantes a temporadas de sequías, puesto que, existe una relación proporcional entre la profundidad y la retención de humedad (García, 2017).

3.1.2. Capacidad de uso del Centro de Apoyo Manglaralto

En la Figura 18 se ilustra que el Centro de Apoyo Manglaralto en dependencia de las características de sus suelos (pendiente, textura, profundidad, drenaje, salinidad) y ubicación (zona climática) se categoriza dentro de la Clase agrologica III con sus respectivos factores limitantes.

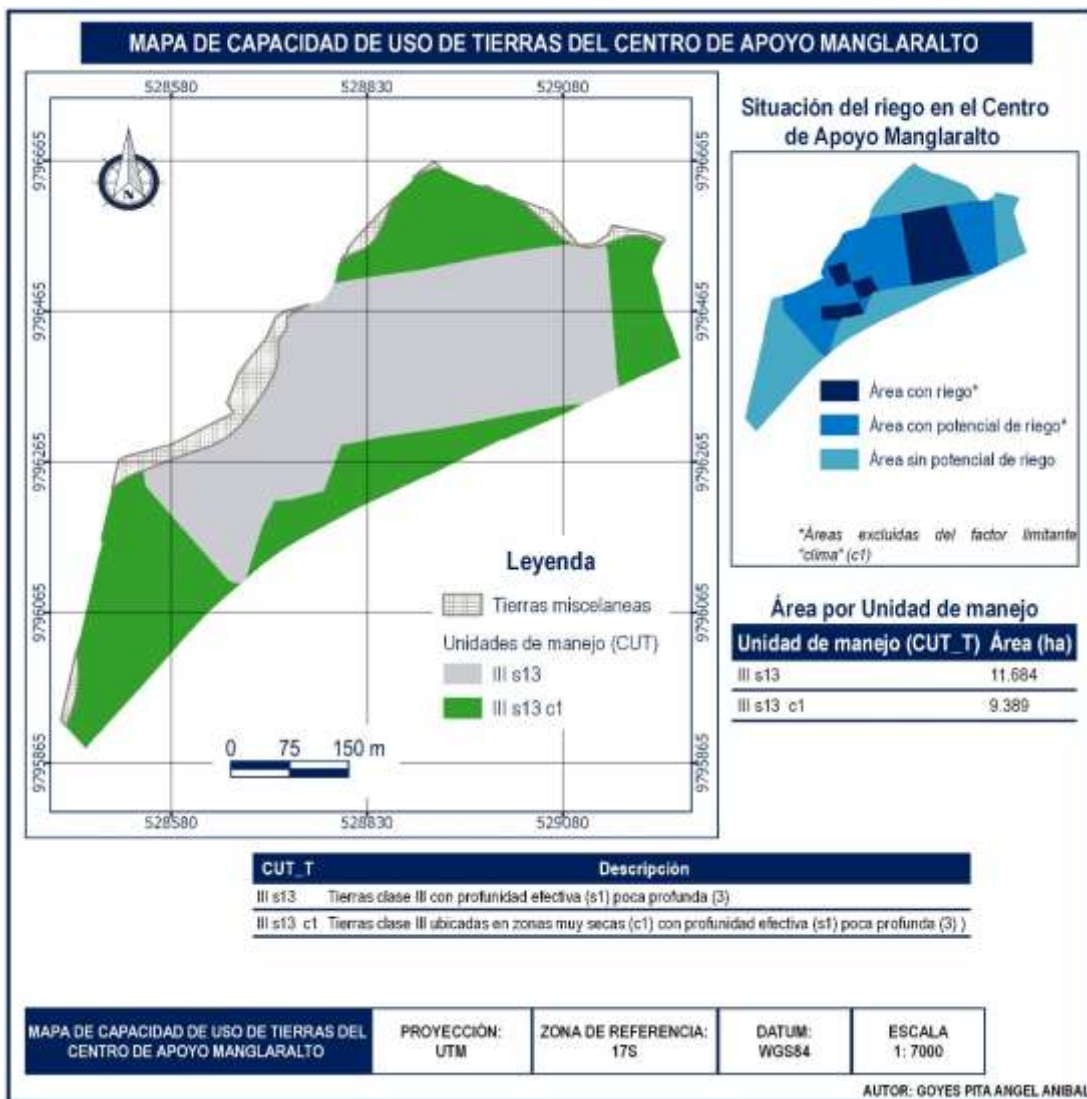


Figura 18. Mapa de capacidad de uso de tierras del Centro de Apoyo Manglaralto.

Los suelos del Centro de Apoyo Manglaralto tiene pendientes menores al 12% (véase anexo), pocos profundos, de textura superficial franca, no salinos, ubicados en zonas muy secas (precipitaciones 300-600mm/año) temperatura cálida ($>22^{\circ}\text{C}$), con limitaciones productivas (TRACASA-NIPSA, 2014). Esta clase no tiene restricciones para el establecimiento de cultivos anuales o semiperennes; sin embargo, tiene conflictos de uso para cultivos perennes, pastos y silvicultura, por lo tanto, es necesarios acompañara las actividades de producción de prácticas de manejo y conservación de recursos atendiendo las restricciones o factores limitantes de cada área (MAG/SIGTIERRAS, 2017).

3.2.Etapa II: propuestas de ordenamiento agroecológico

3.2.1. Resultados de las encuestas por radio de consistencia

En la Tabla 24 se presentan los radios de consistencia (CR) de las respectivas encuestas realizadas a 14 especialistas; en donde, el 42.86% de los encuestados obtuvieron valores $\text{CR} > 0.20$; en cambio, el 57.145% de los especialistas presentaron $\text{CR} < 0.20$.

Tabla 24. Radio de consistencia (CR) de encuestas.

Encuesta	CR	Encuesta	CR
1	0.09	8	0.25
2	0.34	9	1.08
3	-0.66	10	0.83
4	-0.66	11	1.31
5	0.15	12	0.13
6	0.15	13	*N
7	0.19	14	*N

* Encuestas descartadas por falta de juicio en la definición del nivel de importancia de los criterios.

Los resultados reflejados en la Tabla 24, muestran que de la totalidad de encuestas respondidas por los especialistas solo 6 presentan un CR inferior a 0.20, es decir, los juicios aplicados presentan un nivel de inconsistencia aceptable; en cambio, las encuestas restantes con $\text{CR} > 0.20$ no pueden ser aceptadas al superar el límite de inconsistencia establecido (Gómez *et al.*, 2019; Mendoza *et al.*, 2019, Dávila and García, 2017; Vidal *et al.*, 2012). Según Vidal *et al.* (2012), el motivo de que exista inconsistencia en los juicios, es debido a la experticia y el nivel de conocimiento del encuestado en relación al del tema evaluado.

3.2.2. Resultados de encuestas por grupos de especialistas

En la Tabla 25 se presentan los vectores propios o niveles prioridad de cada criterio de ordenamiento en relación al grupo de especialista encuestados.

Tabla 25. Niveles de prioridad por grupo de especialistas.

Especialistas	Criterios							
	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Agropecuarios	0.0617	0.1275	0.1773	0.0715	0.0901	0.0541	0.0710	0.2358
Zootecnistas	0.0108	0.0098	0.0126	0.1449	0.2092	0.3215	0.4013	0.0098
Agrícolas y Forestales	0.2453	0.0297	0.1752	0.1647	0.0804	0.0588	0.0588	0.1224
Global (total)	0.3178	0.1670	0.3651	0.3812	0.3798	0.4345	0.5310	0.3679

a. Grupo 1: especialistas agropecuarios

En la Tabla 26 se muestran presentan los niveles de prioridad y la ponderación normalizada de cada uno de los criterios desde la perspectiva de los especialistas agropecuarios.

Tabla 26. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva agropecuaria.

Criterio	Especialistas: Agropecuarios	
	Nivel de prioridad	Ponderación normalizada
Experimentación agrícola y prueba de insumos	0.2358	0.2652
Producción de cultivos de ciclo perenne	0.1773	0.1994
Producción de cultivos de ciclo corto	0.1275	0.1434
Explotación bovina	0.0901	0.1013
Producción de granos	0.0715	0.0804
Explotación porcina	0.0710	0.0799
Agroforestería y silvopastoril	0.0617	0.0694
Explotación avícola	0.0541	0.0609
Total	0.8890	1.0000

En base a los valores reflejados en la Tabla 26, se puede establecer que los especialistas agropecuarios dan una mayor prioridad a la experimentación agrícola y prueba de insumos al presentar un nivel de prioridad del 26.52%, seguido de producción de ciclo perenne y corto con una relevancia del 19.94% y 14.35% respectivamente, y finalmente, el criterio de explotación avícola presentó el nivel de importancia más bajo

con 5.41%. Estos resultados revelan que los especialistas agropecuarios encuestados tienen una mayor inclinación al desarrollo del componente agrícola.

b. Grupo 2: especialistas médicos veterinarios y zootecnistas

En la Tabla 27 se ilustra la media geométrica y la ponderación normalizada de cada uno de los criterios evaluados desde la perspectiva de los especialistas médicos veterinarios y zootecnistas.

Tabla 27. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.

Especialistas: Médicos veterinarios/Zootecnistas		
Criterio	Nivel de prioridad	Ponderación normalizada
Explotación porcina	0.4013	0.3583
Explotación avícola	0.3215	0.2871
Explotación bovina	0.2092	0.1868
Producción de granos	0.1449	0.1294
Producción de cultivos de ciclo perenne	0.0126	0.0113
Agroforestería y silvopastoril	0.0108	0.0096
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0.0098	0.0088
Producción de cultivos de ciclo corto	0.0098	0.0088
Total	1.1199	1.0000

Con los valores ilustrados en el Tabla 26, se puede mencionar que los especialistas zootecnistas dan mayor importancia al componente pecuario; puesto que, la explotación porcina presenta un nivel de prioridad del 35.83%, seguido de explotación avícola y bovina con una preferencia del 28.71% y 18.68% respectivamente.

c. Grupo 3: especialistas agrícolas y forestales

En la Tabla 28 se muestra la media geométrica y la ponderación normalizada de cada uno de los criterios evaluados desde la perspectiva de los especialistas agrícolas y forestales.

Tabla 28. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva agrícola/forestal (continua).

Especialistas: Agrícolas y Forestales		
Criterio	Nivel de prioridad	Ponderación normalizada
Agroforestería y silvopastoril	0.2453	0.2623
Producción de cultivos de ciclo perenne	0.1752	0.1873
Producción de granos	0.1647	0.1761
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0.1224	0.1309

Tabla 28. Continuación.

Especialistas: Agrícolas y Forestales		
Criterio	Nivel de prioridad	Ponderación normalizada
Explotación bovina	0.0804	0.0860
Explotación porcina	0.0588	0.0629
Explotación avícola	0.0588	0.0629
Producción de cultivos de ciclo corto	0.0297	0.0318
Total	0.9353	1.0000

Considerando los valores reflejados en el Tabla 28, se puede mencionar que los especialistas agrícolas y forestales tienen una mayor inclinación con el componente agrícola; puesto que, agroforestería y silvopastoril tiene el mayor nivel importancia 26.23%, seguido de otras actividades como: producción de ciclo perenne (18.73%) y producción de granos (17.61%).

d. Opinión global de los especialistas encuestados

En la Tabla 29 se muestra la media geométrica y la ponderación normalizada de cada uno de los criterios evaluados considerando la opinión global de encuestados (agropecuarios, médicos veterinarios, zootecnistas, agrícolas y forestales).

Tabla 29. Nivel de prioridad para las alternativas de ordenamiento según la perspectiva global de los encuestados.

Opinión global de los especialistas		
Criterio	Nivel de prioridad	Ponderación normalizada
Explotación porcina	0,5310	0,1803
Explotación avícola	0,4345	0,1476
Producción de granos	0,3812	0,1295
Explotación bovina	0,3798	0,1290
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0,3679	0,1250
Producción de cultivos de ciclo perenne	0,3651	0,1240
Agroforestería y silvopastoril	0,3178	0,1079
Producción de cultivos de ciclo corto	0,1670	0,0567
Total	2,9443	1,0000

En base a lo reflejado en la Tabla 29, la opinión global de los especialistas es priorizar el componente pecuario sobre las actividades agrícolas; siendo que, un 18.03% de prioridad es para explotación porcina seguido de la explotación avícola con un

14.76%; mientras que, el componente agrícola tiene menor relevancia al tener una importancia menor al 13%.

3.2.3. Áreas disponibles y restrictivas para el planteamiento de las propuestas de ordenamiento agroecológico

En la Figura 19 se ilustra la distribución espacial de las áreas disponibles y restrictivas consideradas; así como, las características de los suelos disponibles para las propuestas de ordenamiento agroecológico del Centro de Apoyo Manglaralto.

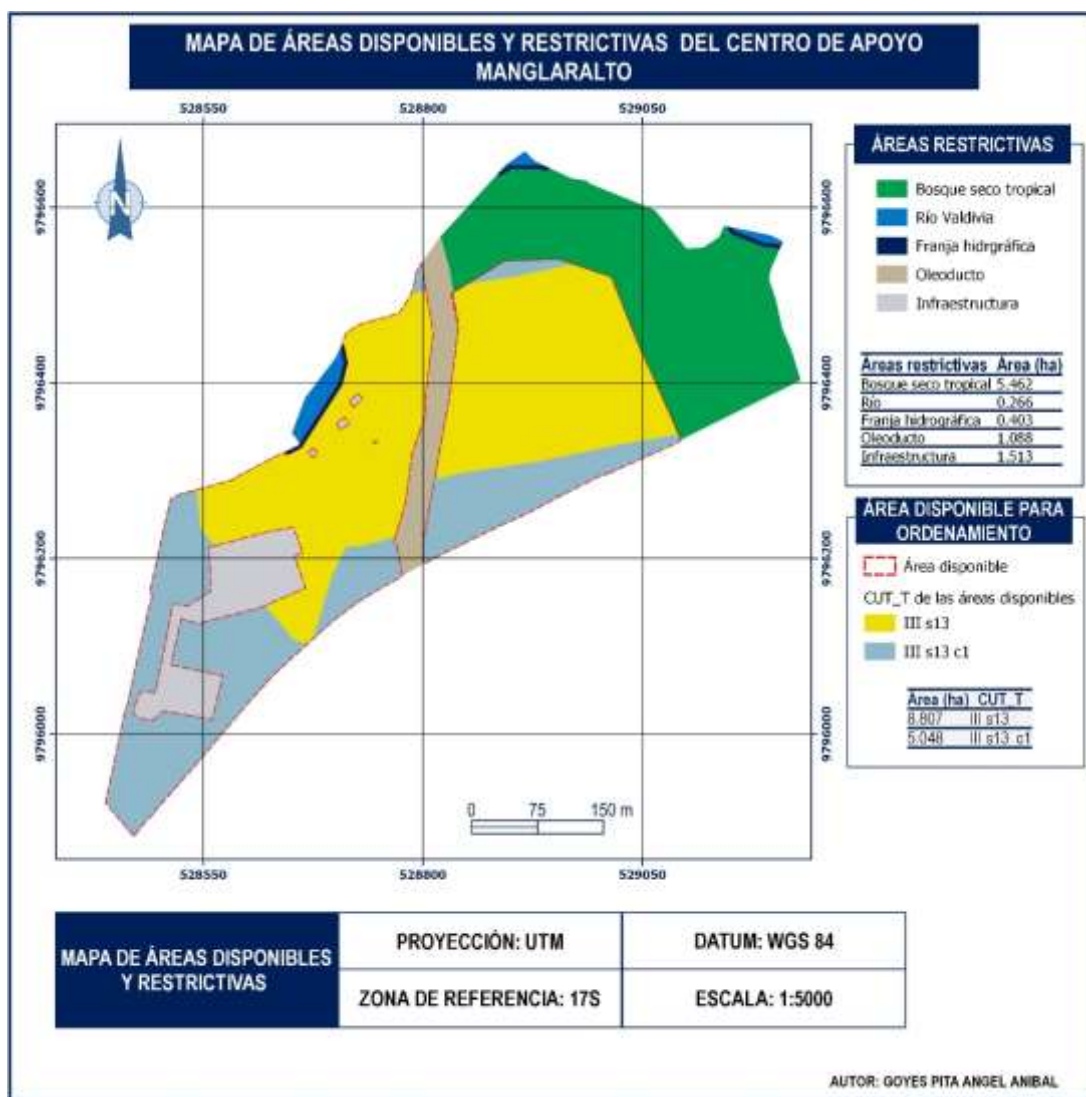


Figura 19. Mapa de áreas disponibles y restrictivas para ordenamiento agroecológico.

Con lo reflejado en la Figura 19, se concreta que los suelos disponibles para las propuestas de ordenamiento pertenecen a la clase agroecológica III, en las cuales se

debe considerar las debidas restricciones o limitantes productivas acordes al área (profundidad efectiva y clima).

En las áreas restrictivas que responden a los criterios de restricción aplicados, existen áreas relacionadas a infraestructuras inmutables (oficinas, bodegas, baños, etc.), zona protectora de oleoducto y una franja hidrológica de 5m generando un área ambiental preventiva contra la erosión de 0.40 ha con relación al río Valdivia. Estas áreas restan un total de 8.70 ha al área disponible para el planteamiento de las propuestas de ordenamiento.

En la Figura 20 y 21, se visualiza información referente a las áreas disponibles para el ordenamiento agroecológico con relación a las alternativas o criterios de ordenamiento empleados para la elaboración de las propuestas.

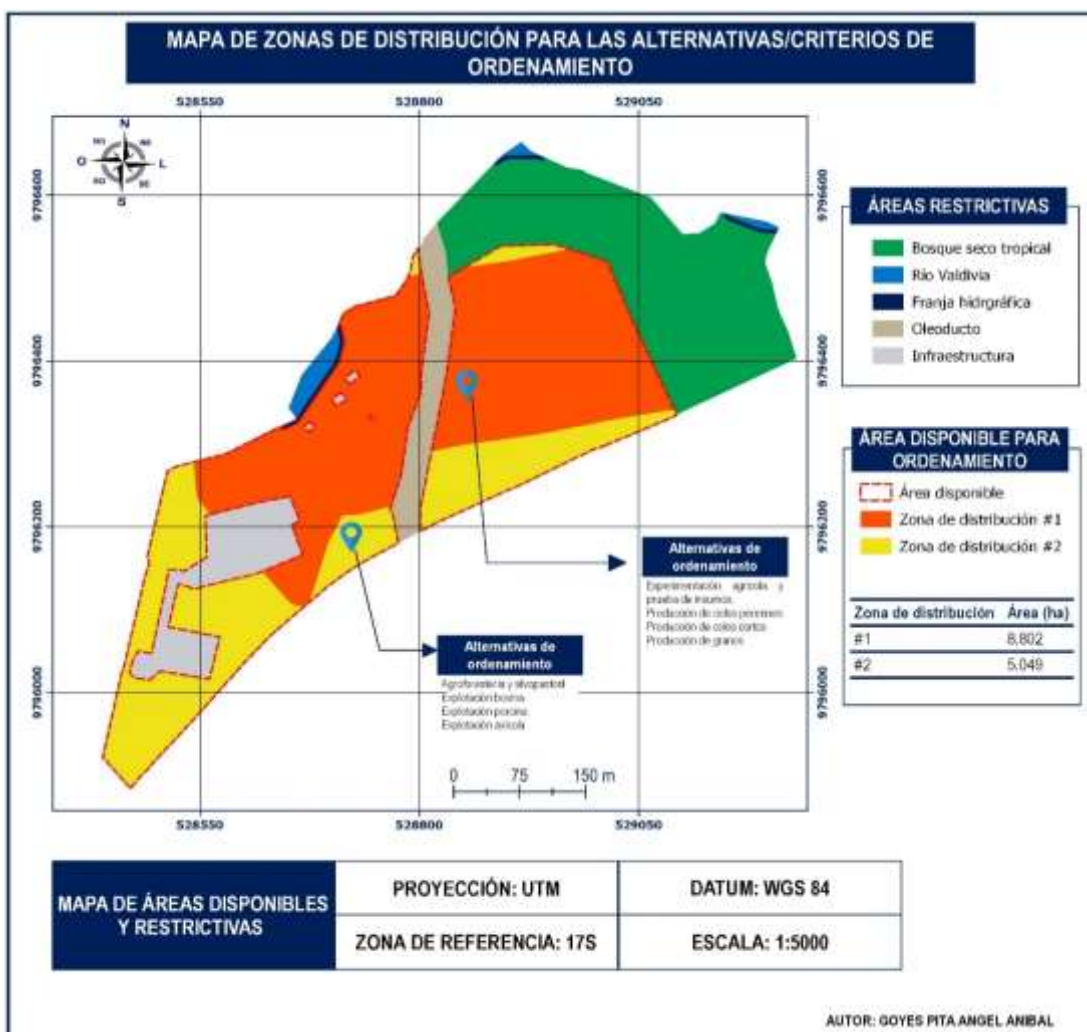


Figura 20. Mapa de zonas de distribución de criterios de ordenamiento agroecológico.

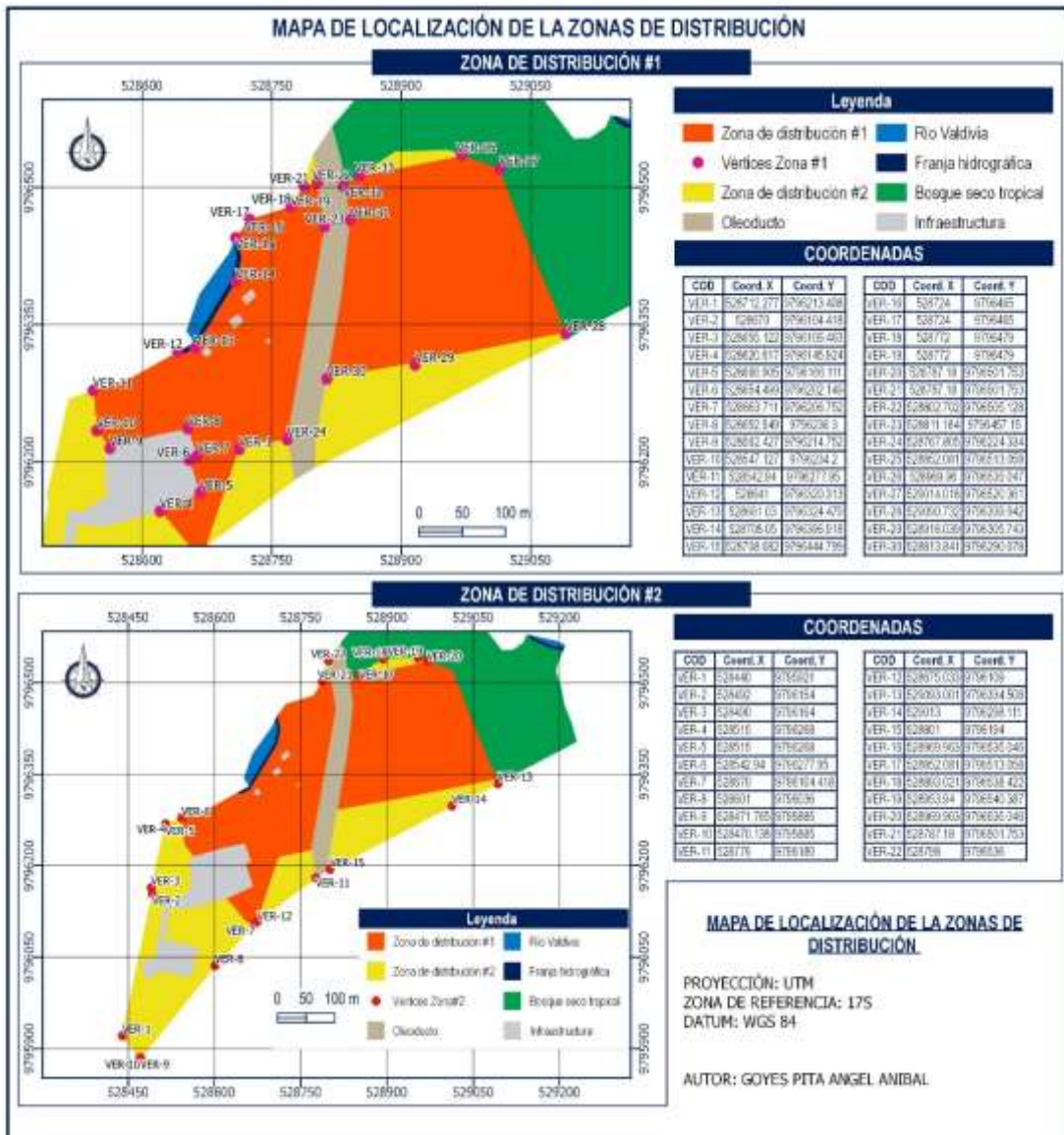


Figura 21. Mapa de localización de la zona de distribución #1 y #2.

Excluyendo los aspectos restrictivos, las áreas disponibles se agrupan en 2 zonas de distribución para las distintas alternativas de ordenamiento. Estas zonas se diferencian por sus factores limitantes, y primordialmente por la accesibilidad a riego; siendo que, las alternativas como: producción de granos, de cultivos de ciclos perennes, cultivos cortos y experimentación y, prueba de insumos sean consideradas para la zona con dotación de agua, debido a que estas actividades productivas demandan el uso de este recurso; esta condición no es muy exigente para los alternativas restantes (agroforestería/silvopastoril, explotación bovina, avícola y bovina), por lo tanto son distribuidas en las zonas sin accesibilidad al sistema de riego.

3.2.4. Propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Manglaralto

a. Propuesta 1: perspectiva agropecuaria

En la Tabla 30 se presentan las áreas correspondientes para los criterios de ordenamiento agroecológico según la perspectiva de los especialistas agropecuarios.

Tabla 30. Distribución de áreas según la perspectiva agropecuaria.

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1*	Experimentación agrícola y prueba de insumo		0.000	3.391	3.391
	Producción de cultivos de ciclo perenne	8.802	4.330	2.550	-1.780
	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	1.833	-0.697
	Producción de granos		0.000	1.028	1.028
#2	Agroforestería y silvopastoril		0.000	0.590	0.590
	Explotación bovina	5.049	0.000	1.125	1.125
	Explotación porcina		0.000	1.643	1.643
	Explotación avícola		0.000	1.295	1.295

*Zona con accesibilidad a riego

Con los valores reflejados en la Tabla 30, las alternativas planteadas para la zona de distribución #1 deben abarcar áreas menores a 5 ha, siendo la producción de ciclos perennes la actividad con mayor área (4.33 ha); en cambio, la zona de distribución #2 las alternativas comprenden áreas menores a 1.7 ha, en donde el planteamiento de explotación porcina engloba un total de 1.64 ha.

b. Propuesta 2: perspectiva médica veterinaria/zootecnista

En la Tabla 31 se presentan las áreas correspondientes para los criterios de ordenamiento agroecológico según la perspectiva de los especialistas médicos veterinarios/zootecnistas.

Tabla 31. Distribución de áreas según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1*	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	0.487	0.487
	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	0.626	-3.704
	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	0.487	-2.043
	Producción de granos		0.000	7.202	7.202
#2	Agroforestería y silvopastoril	5.049	0.000	0.058	0.058
	Explotación bovina		0.000	1.120	1.120
	Explotación porcina		0.000	2.149	2.149
	Explotación avícola		0.000	1.722	1.722

*Zona con accesibilidad a riego.

Según los valores de superficie mostrados en la Tabla 31, la producción de granos debe abarcar un área mayoritaria de 7.2 ha en comparación a los otros usos propuestos para dicha zona; en cambio, las alternativas planteadas para la zona de distribución #2 deben abarcar áreas menores a 2.2 ha, siendo la producción porcina la actividad con mayor superficie de explotación (2.15 ha).

c. Propuesta 3: perspectiva agrícola y forestal

En la Tabla 32 se presentan las áreas correspondientes para los criterios de ordenamiento agroecológico según la perspectiva de los especialistas agrícolas y forestales.

Tabla 32. Distribución de áreas según la perspectiva agrícola y forestal (continua).

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1*	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	2.190	2.190
	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	3.314	-1.016

*Zona con accesibilidad a riego.

Tabla 32. Continuación

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1*	Producción de cultivos de ciclo corto	8.802	2.530	0.531	-1.999
	Producción de granos		0.000	0.335	0.335
#2	Agroforestería y silvopastoril	5.049	0.000	2,794	2.794
	Explotación bovina		0.000	0,916	0.916
	Explotación porcina		0.000	0,670	0.670
	Explotación avícola		0.000	0,670	0.670

*Zona con accesibilidad a riego.

Según los valores mostrados en la Tabla 32, se proyecta un escenario en el cual los criterios de ordenamiento dispuestos para la zona #1 abarcan áreas menores a 3.3 ha, en donde, hay una mayor prioridad para la producción los cultivos de ciclo perenne; en cambio, los criterios planteados para la zona de distribución #2 deben abarcar áreas e menores a 2.8 ha, siendo el establecimiento de sistemas silvopastoriles y agroforestería las actividades con mayor área.

d. Propuesta 4: perspectiva global de los especialistas

En la Tabla 33 se ilustran las áreas correspondientes para los criterios de ordenamiento agroecológico según la perspectiva global del especialista encuestados.

Tabla 33. Distribución de áreas según la opinión global de los especialistas encuestados (continua)

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1*	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	2.528	2.528
	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	2.508	-1.822
	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	1.147	-1.383
	Producción de granos		0.000	2.619	2.619

*Zona con accesibilidad a riego.

Tabla 33. Continuación.

Zona de distribución	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#2	Agroforestería y silvopastoril	5.049	0.000	0.965	0.965
	Explotación bovina		0.000	1.153	1.153
	Explotación porcina		0.000	1.612	1.612
	Explotación avícola		0.000	1.319	1.319

Con los valores presentados en la Tabla 33, se plantea un escenario en el cual los criterios de ordenamiento dispuestos para la zona #1 abarcan áreas menores a 2.62-1.15ha, en donde, hay una mayor prioridad para la producción los granos; en cambio, los criterios planteados para la zona de distribución #2 deben abarcar aéreas entre 1.61-0.96 ha, siendo la explotación porcina la actividad con mayor área.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las variables geopedológicas evaluadas del Centro de Apoyo de Manglaralto pertenecen a rangos o clases aceptables, generando que los suelos del sitio de estudio sean aptos para la producción agrícola; no obstante, hay que priorizar temas como erosión o procesos degradativos, fertilidad de los suelos y niveles de materia orgánica para mantener la productividad y sostenibilidad del medio.

Los suelos del Centro del Apoyo Manglaralto están clasificados dentro de la clase III de la capacidad de uso de las tierras con factores limitantes como: clima, al estar ubicada en una zona con pocas precipitaciones y profundidad efectiva poco profunda, por este motivo es necesario emplear prácticas que se ajusten a las condiciones edafoclimáticas.

El desarrollo de propuestas de ordenamiento sostenibles empleando análisis multicriterio en conjunto con SIG es posible, y genera escenarios según la perspectiva del tomador de decisiones siguiendo las necesidades u objetivos para responder a dicha problemática.

Recomendaciones

Incentivar la realización de investigaciones similares, para formular distintos procesos metodológicos de ordenamiento ajustables a entornos agroproductivos.

Incluir distintos criterios de ordenamiento en futuras encuestas y propuestas como: agroturismo y agro tecnología.

Replicar la metodología aplicada en esta investigación para desarrollar propuestas de ordenamiento agroecológico para el Centro de Apoyo Río Verde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, B., 2020. *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Segunda edición., AGAF0108.: IC Editorial.

Alonso, D. (2014) *Las 10 herramientas de geoprocésamiento que todo Técnico GIS debería conocer. MappingGIS*. Disponible en: <https://mappinggis.com/2014/10/herramientas-de-geoprocésamiento-en-gis/>. Consultado: 2/28/21.

Altieri, M.Á. and Rosset, P., 2017. *Agroecología: Ciencia y política*, La Paz, Bolivia.: Icaria.

Alvarado, B.C., Barahona, P.M., Alvarado, B.C. and Barahona, P.M. (2017) 'Comparación de tres métodos de infiltración para calcular el balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador', *Revista Cuadernos de Investigación*, 9, pp.23–33.

Andrades, M. E., 2014. *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen*. Tercera Edición. Logroño, España: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones.

Balseca, G.A. (2021) *Desertificación de los suelos de Manglralto. Uso de compost como alternativa nutricional para la extensión de UPSE en Manglralto - Santa Elena*. Tesina. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Bueno, B., R. and Fernández, J.C. (2019) 'La capacidad de intercambio catiónico del suelo: una bóveda de nutrición clave en la producción de alimentos', *Revista Ámbito Investigativo*, 4(1).

Campbell, J.E. & Campbell, E., 2020. *De materia verde: Fitoterapia y apiterapia*. Barcelona.: EDHASA.

Castelán, R.D.C., López, L.C., Tamariz, J.V., Linares, G. and Cruz, A. (2017) 'Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México', *Revista Terra Latinoamérica*. 35(3).

Claver, G.J. & Sebastián, M.Á., 2017. *El proceso analítico jerárquico. aplicación al estudio del patrimonio industrial inmueble*. Madrid, España.: Editorial UNED.

Contreras, A., Sánchez, P., Romero, O., Rivera, J.A., Ocampo, I. and Parraguirre, J.F. (2019) 'Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla', *Revista Acta Universitaria*. 29.

Cornelis, K. & Cornelius S., H., 2018. *Manual de mineralogía* Cuarta Edición., Barcelona, España.: Reverte.

Dávila, P.G., García, M.A. (2017) 'Identificación de criterios relevantes para la toma de decisión multicriterio con aplicación del modelo AHP y escala de Saaty', *Revista FIGEMPA Investig. Desarro.* 1, pp. 91–98. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.74>

Delgado, O., Toledo, E., Vélez, B. and Quinde, T. (2017) 'Planificación territorial: uso y ocupación del suelo rural. Caso cantón Pucará, provincia del Azuay', in *Gestión y ordenamiento territorial*, Azuay.

Encina, R. (2016) *Pérdida de la fertilidad natural de los suelos*. abc.com.py. Disponible en: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/perdida-de-la-fertilidad-natural-de-los-suelos---prof-ing-agr-arnulfo-encina-rojas--1487516.html>. Consultado en: 7/30/21.

Eraso, C.C.E., 2019. *Fertilidad del suelo y nutrientes vegetales a "la fiesta es abajo"*. San Salvador, El Salvador: ULS Editores

Esri (2019) *Esri para dummies ¿Qué son los SIG?*. Esri Ecuad. Disponible en: <https://www.esri.com.ec/esri-dummies/sig/>. Consultado: 9/4/20.

Falla, G. J., (2012) *Geoprocesamiento*. Disponible en: https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento_nov_2012.pdf

FAO (2021) *Marco conceptual | Plataforma de Territorios Inteligentes | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. FAO.org. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/>. Consultado: 5/31/21.

FAO (2021) *Propiedades Químicas. Portal de Suelos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* FAO.org. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>. Consultado en: 7/28/21.

Fereres, C. E. & Villalobos, M. F., 2017. *Fitotecnia: principios de agronomía para una agricultura sostenible* Tercera Edición. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros.

Fernández, V., López, N., Aguado, U., D'Angelo, G. (2014) *Taller para Usuario avanzado: Geoprocesamientos y creación de datos con gvSIG*. Disponible en: http://downloads.gvsig.org/download/events/jornadas-uruguay/2014/talleres/Taller-gvSIG_avanzado-presentacion.pdf. Consultado: 31/5/21.

García, C. L.J., 2017. *Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo*. Nicaragua, Managua: Grupo SEVEN.

García, P. (2021) *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* - Blog Geoinnova. Territ. Geoinnova - SIG Medio Ambiente. URL

<https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>. Consultado: 5/20/21.

Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional (2011) Catalogo de objetos. Geopedología y amenazas geológicas.

Gómez, J.A., Soto, R. and Garduño, S. (2019) 'Determinación de las Ponderaciones de los Criterios de Sustentabilidad Hidroeléctrica mediante la Combinación de los Métodos AHP y GP Extendida', *Revista Ingeniería*.24(2).

Hernández, Z.P., Valdez, J.R., Aldrete, A. and Martínez, T.T. (2019) 'Evaluación multicriterio y multiobjetivo para optimizar la selección de áreas para establecer plantaciones forestales', *Revista Madera Bosques*, 25(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521819>

Iglesias, A.M., 2020 *Medios y soportes de comunicación* Primera edición. Madrid, España.: Ediciones Paraninfo, S.A.

Krüger, H.R., Frolla, F.D., Zilio, J.P. (2018) 'Profundidad efectiva del suelo y rendimientos de trigo en el sudoeste bonaerense' in *XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Tucumán, pp. 6.

Lino, J.L. (2019) *Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

LOTUGS, (2016) *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de suelo*. Asamblea Nacional. República del Ecuador, Quito.

MAG/SIGTIERRAS, Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (2017). Mapa Digital, Conflictos de Uso de las Tierras en Ecuador. Escala 1:4 300.000. Quito, Ecuador.

Márquez, B.L. and Baltierra, T.E. (2017) 'El proceso analítico jerárquico como metodología para seleccionar revistas científicas en el área biotecnológica', *Revista E-Ciencias de la Información*. 7(2). <https://doi.org/10.15517/eci.v7i2.26817>

Martínez, A.I., Jiménez, M.N., Fernández, O.E. and Navarro, F.B. (2019) 'Diversidad florística en sistemas tradicionales de acequias y relaciones con el suelo', *Revista Ecosistemas*, 28(3), pp. 81–91. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1733>

Medina M., J., Volke H., V., Galvis S., A., Cortés F., J.I., Santiago C. and Ma.D.J., (2017) 'Incremento de la materia orgánica del suelo y rendimiento de mango en Luvisoles, Campeche, México', *Revista Agronomía Mesoamericana*. 28(2),pp. 499–508

Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., Garcia, D., Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D. and Garcia, D. (2019) 'Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos', *Revista Ingeniare Rev. Chil*, 27(3), pp. 348–360. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2018) Ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo. Disponible en: https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/06/LOOT-UGS-Conceptos-Basicos_oficial_8M.pdf. Consultado: 31/5/2021.

Moratiel, Y., R. 2017. *Riego en cultivos: fundamentos y manejo*, Tercera Edición. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros.

Pinos, N.J. (2017) 'Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial Caso cantón Cuenca', in *Gestión y ordenamiento territorial, CUENCA-ECUADOR*.

Piura (2018) QGIS: Una herramienta SIG para el ordenamiento territorial. Guía Técnica Amigable para el Manejo de Información Cartográfica. Piura-Perú.: Gobierno Regional de Piura. Gerencia de Planeamiento Presupuesto y Acondicionamiento Territorial Sub Gerencia de Bienes Regionales Demarcación y Ordenamiento Territorial.

Porta, C. J., López, A.M. & Poch, R., 2019. *Edafología: uso y protección de suelos* Tercera edición., España, Madrid.: Mundi-Prensa Libros.

Pozo, J.A. (2020) *Caracterización de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto de dos usos de la tierra en el Centro de Apoyo Manglaralto*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Radicelli, G.C., Pomboza, F.M., Boderó, P. E. and Villacrés, C.P. (2019) 'Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: una revisión bibliográfica', *Revista CHAKIÑAN de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8, pp. 24–35.

Ramírez, E.S. (2020) *Evaluación de la presencia y distribución de carbonatos edáficos y su relación con los cambios de usos de la tierra en el Centro de Apoyo Manglaralto UPSE*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rivera, E., Sánchez, M. and Domínguez, H. (2018) 'pH como factor de crecimiento en plantas pH as a growth factor in plants', *Centro Regional de Colón–Universidad Tecnológica de Panamá*. 4, pp. 5.

Rodríguez, G.M., Vázquez, P. A. and Saltos, W.M. (2017) 'La ordenación territorial y las fuentes renovables de energía', in *Gestión y ordenamiento territorial*, Universidad del Azuay.

Rosales N., L., Pérez R., M., Herrera P., J., González R., J.A. and Cid L., G. (2020) 'Efecto del manejo del suelo sobre la infiltración en un suelo Ferralítico Rojo compactado', *Revista Ingeniería Agrícola*. 10(4).

Ruiz, G.C.I. (2013) 'Aplicaciones del sistema de información geo referenciado en el Ecuador', *Revista YACHANA*, 2 (5).

Salazar, J.M. (2018) *Aprovechamiento de recursos y manejo de suelo ecológico.*, Antequera, Málaga. AGAU0108. IC Editorial.

Santillano C., J., Roque D., L.G., Núñez R., F., Grijalva C., R.L., Robles Contreras, F., Macías D., R., Escobosa G., I. and Cárdenas S., V. (2019) 'La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno', *Revista Terra Latinoamericana*. 37, 7–14.

Santos, M.J. (2020) *Sistemas de información geográfica*, Madrid, España.: Editorial UNED.

Terrazas, J.M. (2019) 'Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos', *Revista APTHAPI*, 5(1).

TRACASA-NIPSA (2014) Interpretación de variables cobertura geopedológica. Proyecto levantamiento de cartografía temática escala 1:25 000, LOTES 1 Y 2.

Trinidad S., A. and Velsaco V., J. (2016) Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Revista AgroProductividad*. 9(8), pp.52–58.

Úbeda, J.S. and Delgado, Y. (2018) 'La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura', *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 4(7), pp. 889–896.

UPSE (2018) Centro de Apoyo Manglaralto reabrió sus actividades académicas UPSE. Disponible en: <http://www.upse.edu.ec/webupse2018/index.php/noticias/1216-centro-de-apoyo-manglaralto-reapertura-sus-actividades-academicas>. Consultado:2/26/21.

Valdiviezo, A.L. (2019) *Manejo del software QGIS para gestionar datos de redes de distribución de agua en la Urb. Miraflores*. Tesis. Universidad de Piura.

Vázquez, R.R. (2018) 'Uso de sistemas de información geográfica libres para la protección del medio ambiente. Caso de estudio: manipulación de mapas ráster con datos climáticos', *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), pp. 158–164.

Vidal, C.J., Bravo, J.J., Cajio, E., Meza, P.P., Aragon, S., Franco, D. & Calderón, J.H., 2012. *Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad*. Cali: Sello Editorial Javeriano-Pontificia Universidad Javeriana.

Watler, W., 2017. Clasificación de las Tierras por Capacidad de Uso, Considerando a la Cuenca Hidrográfica como la Unidad de Planificación Territorial.

Zapata, A.J. (2020) Manual práctico de sistemas de riego localizado. España, Madrid.: Mundi-Prensa Libros.

ANEXOS

Criterio	4	3	2	1	0	1	2	3	4	Criterio
Agroforestería y silvopastoril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación porcina
Agroforestería y silvopastoril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de cultivos de ciclo corto.
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de granos (para alimentación del ganado)
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación bovina
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación avícola
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación porcina
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación bovina
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación avícola
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación porcina
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de cultivos de ciclo corto.
Explotación bovina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación avícola
Explotación bovina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación porcina

Figura 1A. Formato de encuestas de criterios de ordenamiento.

Criterio	4	3	2	1	0	1	2	3	4	Criterio
Agroforestería y silvopastoril	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación porcina
Agroforestería y silvopastoril	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de cultivos de ciclo corto.
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de granos (para alimentación del ganado)
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación bovina
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación avícola
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación porcina
Producción de cultivos de ciclo perenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Explotación bovina
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación avícola
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación porcina
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experimentación agrícola y prueba de insumos
Producción de granos (para alimentación del ganado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Producción de cultivos de ciclo corto.
Explotación bovina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Explotación avícola

Figura 2A. Ejemplo de encuesta realizada de forma inadecuada.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/7
Producción de cultivos de ciclo corto	1	1	1/3	1	1	1	1/3	1
Producción de cultivos de ciclo perenne	3	3	1	3	3	1	1/3	1/3
Producción de granos	3	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/5
Explotación bovina	3	1	1/3	3	1	1/3	1/3	1/3
Explotación avícola	3	1	1	3	3	1	1/3	1/3
Explotación porcina	5	3	3	3	3	3	1	1
Experimentación agrícola y prueba de insumo	7	1	3	5	3	3	1	1

Figura 3A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #1.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	5	1	5	1	7	7	1
Producción de cultivos de ciclo corto	1/5	1	1/7	1/7	1/7	1	1	1/7
Producción de cultivos de ciclo perenne	1	7	1	1	1	7	7	1
Producción de granos	1/5	7	1	1	1/7	7	7	1
Explotación bovina	1	7	1	7	1	7	7	7
Explotación avícola	1/7	1	1/7	1/7	1/7	1	1	1/7
Explotación porcina	1/7	1	1/7	1/7	1/7	1	1	1/7
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1	7	1	1	1/7	7	7	1

Figura 4A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #2.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	0	0	0	0	1	1	0
Producción de cultivos de ciclo corto	0	1	0	0	0	0	0	0
Producción de cultivos de ciclo perenne	0	0	1	0	0	0	0	0
Producción de granos	0	0	0	1	0	0	0	0
Explotación bovina	0	0	0	0	1	0	0	0
Explotación avícola	1	0	0	0	0	1	0	0
Explotación porcina	1	0	0	0	0	0	1	0
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 4A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #3.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	0	0	0	0	1	1	0
Producción de cultivos de ciclo corto	0	1	0	0	0	0	0	0
Producción de cultivos de ciclo perenne	0	0	1	0	0	0	0	0
Producción de granos	0	0	0	1	0	0	0	0
Explotación bovina	0	0	0	0	1	0	0	0
Explotación avícola	1	0	0	0	0	1	0	0
Explotación porcina	1	0	0	0	0	0	1	0
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 5A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #4.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	9	1	1	1	1	1	1
Producción de cultivos de ciclo corto	1/9	1	1/9	1/9	0	0	0	0
Producción de cultivos de ciclo perenne	1	9	1	1	1	1	1	1
Producción de granos	1	9	1	1	1	1	1	1
Explotación bovina	1	0	1	1	1	1	1	1
Explotación avícola	1	0	1	1	1	1	1	1
Explotación porcina	1	0	1	1	1	1	1	1
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1	0	1	1	1	1	1	1

Figura 6A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #5.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	9	1	1	1	1	1	1
Producción de cultivos de ciclo corto	1/9	1	1/9	1/9	0	0	0	0
Producción de cultivos de ciclo perenne	1	9	1	1	1	1	1	1
Producción de granos	1	9	1	1	1	1	1	1
Explotación bovina	1	0	1	1	1	1	1	1
Explotación avícola	1	0	1	1	1	1	1	1
Explotación porcina	1	0	1	1	1	1	1	1
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1	0	1	1	1	1	1	1

Figura 7A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #6.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	7	7	5	9	9	9	1
Producción de cultivos de ciclo corto	1/7	1	1	1	3	3	3	1/7
Producción de cultivos de ciclo perenne	1/7	1	1	1/5	5	5	5	1/7
Producción de granos	1/5	1	5	1	1	3	3	1/3
Explotación bovina	1/9	1/3	1/5	1	1	3	3	1/5
Explotación avícola	1/9	1/3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/7
Explotación porcina	1/9	1/3	1/5	1/3	1/3	1	1	1/7
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1	7	1/7	3	5	7	7	1

Figura 8A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #7.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	0	0	1	1	1/7	1/9	0
Producción de cultivos de ciclo corto	0	1	0	0	0	1/7	1/9	1/7
Producción de cultivos de ciclo perenne	0	0	1	1/9	1/9	1/9	1/9	0
Producción de granos	1	0	9	1	1	1	1	1
Explotación bovina	1	0	9	1	1	1/9	1/7	1
Explotación avícola	7	7	9	1	9	1	1	7
Explotación porcina	9	9	9	1	7	1	1	7
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0	7	0	1	1	1/7	1/7	1

"0"= Comparaciones sin respuesta

Figura 9A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #8.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	0	0	0	1/5	1/5	1/9	0
Producción de cultivos de ciclo corto	0	1	0	0	1/9	1/7	1/9	0
Producción de cultivos de ciclo perenne	0	0	1	1/9	1/3	1/5	1/9	0
Producción de granos	0	0	9	1	1	1/9	1/9	9
Explotación bovina	5	9	3	1	1	1	1/5	9
Explotación avícola	5	7	5	9	1	1	1/7	0
Explotación porcina	9	9	9	9	5	7	1	7
Experimentación agrícola y prueba de insumo	0	0	0	1/9	1/9	0	1/7	1

"0"= Comparaciones sin respuesta

Figura 10A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #9.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	9	7	7	1	5	5	7
Producción de cultivos de ciclo corto	1/9	1	1/7	1	1/9	1	1/7	1
Producción de cultivos de ciclo perenne	1/7	7	1	7	1	7	7	9
Producción de granos	1/7	1	1/7	1	1/7	1/3	1/5	1
Explotación bovina	1	9	1	7	1	7	1	7
Explotación avícola	1/5	1	1/7	3	1/7	1	1/7	1
Explotación porcina	1/5	7	1/7	5	1	7	1	7
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1/7	1	1/9	1	1/7	1	1/7	1

Figura 11A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #10.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	9	9	9	9	9	9	9
Producción de cultivos de ciclo corto	1/9	1	1/9	1/9	1/9	1/5	1/5	1/3
Producción de cultivos de ciclo perenne	1/9	9	1	9	1/3	9	9	9
Producción de granos	1/9	9	1/9	1	1/9	9	9	9
Explotación bovina	1/9	9	3	9	1	9	9	9
Explotación avícola	1/9	5	1/9	1/9	1/9	1	5	5
Explotación porcina	1/9	5	1/9	1/9	1/9	1/5	1	5
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1/9	3	1/9	1/9	1/9	1/5	1/5	1

Figura 12A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #11.

CRITERIOS	Agroforestería y silvopastoril	Producción de cultivos de ciclo corto	Producción de cultivos de ciclo perenne	Producción de granos	Explotación bovina	Explotación avícola	Explotación porcina	Experimentación agrícola y prueba de insumo
Agroforestería y silvopastoril	1	0	0	0	0	5	5	3
Producción de cultivos de ciclo corto	0	1	1	5	7	9	9	1
Producción de cultivos de ciclo perenne	0	1	1	5	7	7	7	1
Producción de granos	0	1/5	1/5	1	3	3	3	1/5
Explotación bovina	0	1/7	1/7	1/3	1	5	5	1/7
Explotación avícola	1/5	1/9	1/7	1/3	1/5	1	1	1/7
Explotación porcina	1/5	1/9	1/7	1/3	1/5	1	1	1/9
Experimentación agrícola y prueba de insumo	1/3	1	1	5	7	7	9	1

"0"= Comparaciones sin respuesta

Figura 13A. Matriz de comparaciones pareadas de la encuesta #12.

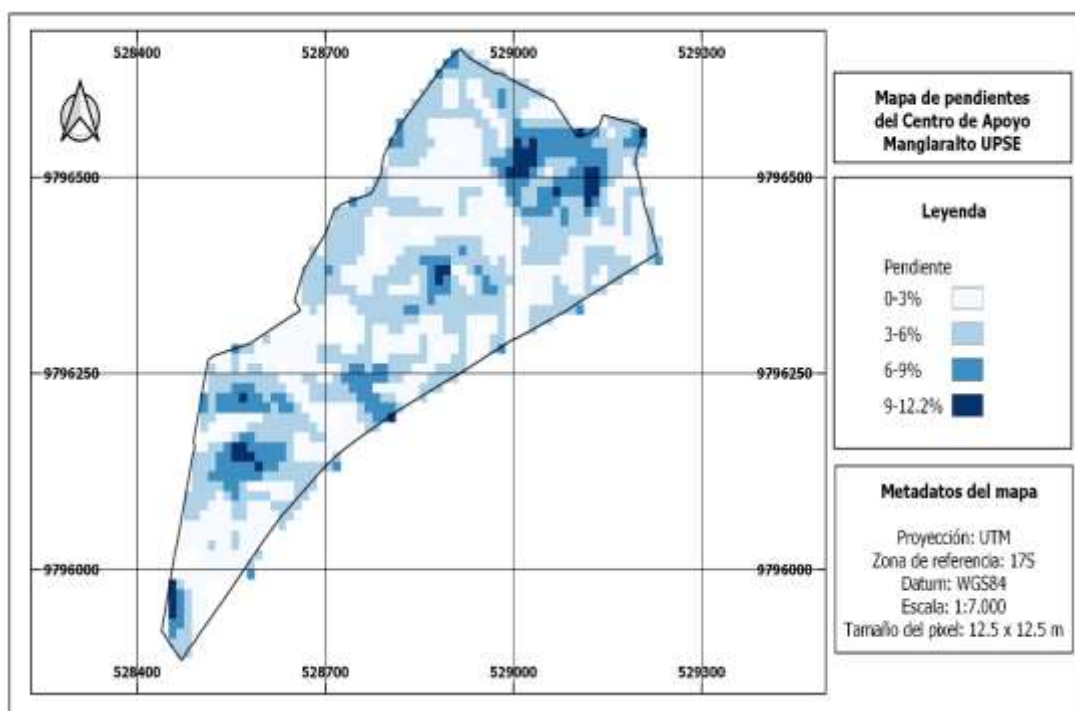


Figura 14A. Mapa de pendientes del Centro de Apoyo Manglaralto.

Tabla 1A. Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva agropecuaria.

Zona de distribución	Criterio	Media geométrica (Nivel de prioridad)	Área disponible (ha)	Área actual de uso (ha)	Ajuste de coeficientes normalizados	Área a asignar (ha)	Área a aumentar o disminuir (ha)
#1	Experimentación agrícola y prueba de insumo	0.2358	8.802	0	0.385	3.391	3.391
	Producción de cultivos de ciclo perenne	0.1773		4.33	0.290	2.550	-1.780
	Producción de cultivos de ciclo corto	0.1275		2.53	0.208	1.833	-0.697
	Producción de granos	0.0715		0	0.117	1.028	1.028
#2	Agroforestería y silvopastoril	0.0617	5.049	0	0.223	0.590	0.590
	Explotación bovina	0.0901		0	0.325	1.125	1.125
	Explotación porcina	0.071		0	0.256	1.643	1.643
	Explotación avícola	0.0541		0	0.195	1.295	1.295

Tabla 2A. Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva médica veterinaria/zootecnista.

Zona de distribución	Media geométrica (Nivel de prioridad)	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Ajuste de coeficientes normalizados	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1	0.1224	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	0.055	0.487	0.487
	0.1752	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	0.071	0.626	-3.704
	0.0297	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	0.055	0.487	-2.043
	0.1647	Producción de granos		0.000	0.818	7.202	7.202
#2	0.2453	Agroforestación y silvopastoreo	5.049	0.000	0.011	0.058	0.058
	0.0804	Explotación bovina		0.000	0.222	1.120	1.120
	0.0588	Explotación porcina		0.000	0.426	2.149	2.149
	0.0804	Explotación avícola		0.000	0.341	1.722	1.722

Tabla 3A. Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva agrícola-forestal.

Zona de distribución	Media geométrica (Nivel de prioridad)	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Ajuste de coeficientes normalizados	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1	0.1224	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	0.249	2.190	2.190
	0.1752	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	0.356	3.314	-1.016
	0.0297	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	0.060	0.531	-1.999
	0.1647	Producción de granos		0.000	0.335	0.335	0.335
#2	0.2453	Agroforestería y silvopastoril	5.049	0.000	0.553	2.794	2.794
	0.0804	Explotación bovina		0.000	0.181	0.916	0.916
	0.0588	Explotación porcina		0.000	0.133	0.670	0.670
	0.0588	Explotación avícola		0.000	0.133	0.670	0.670

Tabla 4A. Ajustes para la distribución de alternativas según la perspectiva la perspectiva global de los especialistas.

Zona de distribución	Media geométrica (Nivel de prioridad)	Criterio	Disponibilidad de para ordenamiento (ha)	Área de uso actual (ha)	Ajuste de coeficientes normalizados	Área a asignar (ha)	Área a incrementar o disminuir (ha)
#1	0.3679	Experimentación agrícola y prueba de insumo	8.802	0.000	0.287	2.528	2.528
	0.3651	Producción de cultivos de ciclo perenne		4.330	0.285	2.508	-1.822
	0.1670	Producción de cultivos de ciclo corto		2.530	0.130	1.147	-1.383
	0.3812	Producción de granos		0.000	0.298	2.619	2.619
#2	0.3178	Agroforestería y silvopastoril	5.049	0.000	0.191	0.965	0.965
	0.3798	Explotación bovina		0.000	0.228	1.153	1.153
	0.5310	Explotación porcina		0.000	0.319	1.612	1.612
	0.4345	Explotación avícola		0.000	0.261	1.319	1.319