

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS  
AMBIENTALES**



**“VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD  
EN TERRITORIOS RURALES.  
CASO: PACOCHE - MANABÍ - ECUADOR”**

**Presentada por:**

**CARLOS ALFREDO SALAS MACÍAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE* EN INGENIERÍA Y CIENCIAS  
AMBIENTALES**

**Lima - Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS  
AMBIENTALES**

**“VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN  
TERRITORIOS RURALES. CASO: PACOCHE - MANABÍ -  
ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR**

*Doctoris Philosophiae*

**Presentada por:**

**CARLOS ALFREDO SALAS MACÍAS**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. César Pizardi Díaz  
**PRESIDENTE**

Ph.D. Julio Alegre Orihuela  
**PATROCINADOR**

Dr. Edgar Sánchez Infantas  
**MIEMBRO**

Dr. Odón Sánchez Ccoyllo  
**MIEMBRO**

Ph.D. Alfonso Pablo Huerta Fernández  
**MIEMBRO EXTERNO**

## ÍNDICE GENERAL

I. ÍNDICE	
II. RESUMEN	
III. INTRODUCCIÓN .....	1
IV. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
4.1. Sostenibilidad.....	3
4.2. Dimensión ecológica.....	5
4.2.1. Carbono almacenado en ecosistemas de bosque .....	7
a. Metodologías para estimar carbono en bosques .....	8
b. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa vegetal .....	9
c. Estudios de caso.....	10
4.3. Dimensión económica.....	16
4.4. Dimensión social.....	17
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
5.1. Tipo de Investigación.....	21
5.2. Diseño de la Investigación .....	21
5.3. Ubicación del área de estudio .....	22
5.4. Diagnóstico biofísico del área de estudios e identificación de los servicios ecosistémicos provistos por el bosque .....	23
5.5. Diagnóstico socioeconómico de los asentamientos humanos en el área de influencia de la zona en estudios .....	27
5.6. Determinación de un índice de sostenibilidad basado en los resultados obtenidos en objetivos anteriores .....	32
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
6.1. Caracterización biofísica.....	36
6.1.1. Ubicación, extensión y límites .....	36
6.1.2. Clima .....	37
6.1.3. Cuencas hidrográficas y recursos hídricos .....	39
6.1.4. Geología .....	40
6.1.5. Topografía .....	41
6.1.6. Suelos .....	42
6.1.7. Formaciones vegetales naturales y cobertura vegetal .....	43
6.1.8. Flora y fauna terrestre .....	47

6.1.9. Degradaciones y amenazas.....	49
6.1.10. Identificación de servicios ecosistémicos provistos por el bosque .....	52
6.2. Caracterización socioeconómica.....	57
6.2.1. Aspectos demográficos .....	57
6.2.2. Servicios Básicos.....	58
6.2.3. Aspectos económicos .....	59
a. Actividades económicas .....	59
b. Tasa de dependencia (TD).....	60
6.2.4. Tenencia de la tierra .....	61
6.2.5. Uso de la tierra y conflictos socio – ambientales .....	62
6.2.6. Correlaciones de Pearson para las variables en estudio .....	63
6.3. Carbono almacenado en las formaciones vegetales en el área de estudios.....	64
6.4. Determinación de un índice de sostenibilidad basado en los resultados obtenidos en objetivos anteriores .....	66
6.5. Propuesta de Plan de acción para mejorar indicadores inmersos en la valoración de sostenibilidad .....	69
VII. CONCLUSIONES .....	82
VIII. RECOMENDACIONES.....	84
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
X. ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de tierras con diferente pendiente por microcuenca dentro de los límites del área de estudio .....	25
Tabla 2: Valores establecidos de consistencia aleatoria según el tamaño de matriz utilizada en el proceso analítico jerárquico (AHP) .....	26
Tabla 3: Valores máximos de RC según el tamaño de matriz utilizada en el proceso analítico jerárquico (AHP) .....	26
Tabla 4: Aspectos a considerarse en las encuestas para caracterización de las poblaciones en estudio.....	28
Tabla 5: Valoración del desarrollo sostenible calculado, identificación y significado. ....	33
Tabla 6: Dimensiones utilizadas en el estudio, los indicadores para cada dimensión y la relación de los mismos con la sostenibilidad.....	34
Tabla 7: Superficie y porcentaje de ocupación de microcuencas dentro de los límites del área de estudio.....	39
Tabla 8: Porcentaje de tierras con diferente pendiente por microcuenca dentro de los límites del área de estudio .....	42
Tabla 9: Tipos de suelo encontrados dentro de los límites del área en estudio. ....	44
Tabla 10: Superficie de ocupación de cada una de las coberturas vegetales presentes en la zona de estudio .....	47
Tabla 11: Aproximación del total de animales de granja en las comunidades ubicadas en el área de estudio .....	51
Tabla 12: Usos de suelo según encuestas en el área de estudios.....	52
Tabla 13: Autovectores para criterios y alternativas y determinación del servicio ecosistémico más importante para los habitantes en la zona de estudio .....	57
Tabla 14: Número de habitantes en las comunidades ubicadas en el área de estudio.....	58
Tabla 15: Coeficientes de correlación de Pearson para las variables en estudio.....	63
Tabla 16: Carbono (Mg/ha) almacenado la biomasa aérea en las formaciones vegetales presentes en el área de estudio.....	64
Tabla 17: Carbono (Mg/ha) almacenado en suelos de las formaciones vegetales en el área de estudio.....	65

Tabla 18: Carbono total almacenado en cada una de las formaciones vegetales en el área de estudios .....	66
Tabla 19: Resultados para cada uno de los indicadores y dimensiones utilizadas en el estudio. ....	67
Tabla 20: Indicadores que necesitan ser mejorados para lograr un mejor estado en cuanto a la sostenibilidad den el área de estudio .....	70
Tabla 21: Programas y proyectos propuestos para mejorar indicadores en el análisis de sostenibilidad en la zona de estudio .....	71
Tabla 22: AHP para criterios (nivel dos del proceso analítico jerárquico). ....	106
Tabla 23: AHP para Alternativas (nivel tres del proceso analítico jerárquico).....	107
Tabla 24: AHP para criterios y alternativas.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico del desarrollo sostenible: un enfoque global de la confluencia de tres factores denominados “los pilares del desarrollo sostenible”. .....	4
Figura 2: Diseño de la investigación. "Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales. Caso: Pacoche - Manabí - Ecuador". .....	22
Figura 3: Ubicación del área de estudio. ....	23
Figura 4: Determinación de niveles, criterios y alternativas para análisis multicriterio mediante el método analítico jerárquico.....	24
Figura 5: Ubicación de las parcelas de carbono en el área de estudio.....	29
Figura 6: Gráfico de telaraña para los indicadores identificados. ....	33
Figura 7: Niveles, criterios y alternativas con autovectores calculados mediante el proceso analítico jerárquico .....	57
Figura 8: Representación gráfica de los indicadores para cada una de las dimensiones utilizadas en el estudio.....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapas caracterización biofísica.....	102
Anexo 2: Análisis multicriterio para determinar preferencia en el área de estudios por un servicio ecosistémico del grupo escogido en la determinación de grupo prioritario.....	106
Anexo 3: Mapa ubicación de poblados que fueron parte del estudio.....	108
Anexo 4: Encuestas realizadas a los habitantes de los poblados en estudio y digitalizadas en sistema web.....	109
Anexo 5: Mapa ubicación de parcelas y resultados de la estimación de carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales en el área de estudio. ....	122
Anexo 6: Resultados de los análisis de laboratorio de suelos. ....	123
Anexo 7: Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador para realizar la investigación en el área estudio. ....	127

## RESUMEN

El presente trabajo propone una valoración de parámetros económicos, ecológicos y sociales de una unidad territorial que permita, posteriormente, orientar la ejecución de estrategias para promover el desarrollo sostenible con una perspectiva multidimensional. Como estudio de caso, se tomó un territorio ubicado en la costa ecuatoriana. Se determinaron tres dimensiones (económica, ecológica y social) que interactúan entre sí para lograr sostenibilidad. Se establecieron entonces, cuatro objetivos interrelacionados y sucesivos. En primera instancia se realizó un diagnóstico biofísico del área por medio de información secundaria, reuniones con actores sociales en la zona, recorridos de campo, sistemas de información geográfica y un análisis multicriterio mediante el proceso analítico jerárquico (AHP) para determinar servicios ecosistémicos de importancia para los pobladores dentro del área de estudios. De igual manera se realizó un diagnóstico socioeconómico de la misma utilizando como herramienta principal una encuesta semiestructurada a una muestra representativa de la población total. Como complemento de los datos obtenidos para la dimensión ecológica se realizó un estudio independiente de carbono almacenado en las formaciones vegetales presentes en el área. Como último paso se determinó un valor independiente para cada dimensión y posteriormente un valor calculado que integre dichas dimensiones ponderando los valores de cada dimensión. La valoración independiente de cada dimensión, el mejor valor se obtuvo en la dimensión ecológica (0,74), estableciendo que en cuanto al aspecto ecológico dentro de la sostenibilidad el área se considera estable. La dimensión económica cuenta con un valor de 0,45 considerado, según la escala de sostenibilidad, como inestable. Con respecto a la dimensión social, el valor obtenido (0,63) ubica al área en una categoría de estable. La valoración integral de la sostenibilidad en el área de estudios obtuvo como resultado un valor de 0,61, lo cual dentro de la escala valorativa de sostenibilidad determina que el área de estudios se encuentra en una situación estable.

*Palabras Clave:* Multidimensionalidad, gestión ambiental, recursos terrestres, desarrollo sostenible, estrategias de desarrollo

## **ABSTRACT**

The present work proposes an assessment of the economic, ecological and social parameters of a territorial unit that allows, later, to guide the execution of strategies to promote sustainable development with a multidimensional perspective. As a case study, a territory was taken located on the Ecuadorian coast. Three dimensions (economic, ecological and social) were identified that interact with each other to achieve sustainability. Four interrelated and successive objectives were then established. In the first instance a biophysical diagnosis of the area was made through secondary information, meetings with social actors in the area, field trips, geographic information systems and a multicriteria analysis through the Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine important ecosystem services for the residents within the area of studies. Likewise, a socioeconomic diagnosis was made using a semi-structured survey as a main tool for a representative sample of the total population. As a complement to the data obtained for the ecological dimension, an independent study of carbon stored in the vegetal formations present in the area was carried out. As a final step, an independent value was determined for each dimension and then a calculated value that integrates these dimensions by weighting the values of each dimension. The independent valuation of each dimension, the best value was obtained in the ecological dimension (0.74), establishing that as regards the ecological aspect within sustainability the area is considered stable. The economic dimension has a value of 0.45 considered, according to the scale of sustainability, as unstable. With respect to the social dimension, the value obtained (0.63) places the area in a stable category. The integral assessment of sustainability in the area of studies resulted in a value of 0.61, which, within the sustainability assessment scale, determines that the area of studies is in a stable situation.

*Keywords:* Multidimensionality, environmental management, land resources, sustainable development, development strategies

## I. INTRODUCCIÓN

El complejo sistema terrestre ha sido motivo de arduos esfuerzos en pro de entender, de alguna manera, los procesos naturales y su relación con actividades antrópicas, es así como un amplio consenso científico ha llegado a elaborar una Evaluación de Ecosistemas del Milenio<sup>1</sup>, enfatizando la relación ambiente - bienestar humano. A la fecha, este estudio representa el esfuerzo internacional más importante a nivel científico para conocer el estado actual de los ecosistemas del mundo. Su enfoque integral, tiene como objetivo tomar las previsiones necesarias, para lograr adaptación y obtener medios para el resarcimiento de los efectos indeseables.

Conforme a ello, es importante destacar la conclusión de que cada año se producen significativas modificaciones en los ecosistemas naturales (que cumplen con funciones económicas, ambientales, sociales y culturales) o simplemente las áreas destinadas exclusivamente a conservación son intensamente transformadas (Schlegel et al. 1994, Sánchez et al. 2007, Pulido y Bocco 2011, Bazant 2013, Martín y Montes 2013, Ferrer 2014, Foladori 2014) provocando desbalances entre los factores asociados al sistema. ¿Dichas perturbaciones, principalmente, se podrían atribuir a la continua búsqueda de sustentar las necesidades de una población en constante aumento?, como menciona Malthus en su “*Ensayo sobre el principio de la población*” (Malthus 1798). De ser así, es posible preguntarse entonces, si como última opción ¿podría ser necesario inclinarse por el control del crecimiento de la población humana y adoptar una postura mucho más restrictiva en cuanto al uso de recursos naturales y energía?

Más allá de cualquier postura, lo cierto es que los ecosistemas cumplen sus funciones no sólo permaneciendo intocados, sino también siendo utilizados por el hombre de una manera apropiada, sostenible y no destructiva, lo cual exige una gestión más activa para mantener sus funciones ecológicas. El reto radica en mantener la armonía entre conservación y

---

<sup>1</sup> Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and human well-being: Synthesis, Island Press, Washington D.C., 2005. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

aprovechamiento de los recursos, buscando soluciones a varias escalas que consideren tanto los factores ecológicos como económicos y sociales. Esta compleja interacción, presenta varios desafíos metodológicos y operacionales. Posiblemente uno de los retos mayores sea diseñar instrumentos que permitan realizar estimaciones que integren la multidimensionalidad del proceso.

El presente trabajo propone una valoración de parámetros económicos, ecológicos y sociales de una unidad territorial que permita, posteriormente, orientar la ejecución de estrategias para promover el desarrollo sostenible ya sea por medio de programas de inversión o planificación de gobiernos locales con una perspectiva multidimensional y de mediano o largo plazo. Como estudio de caso, se tomó un territorio ubicado en la costa central ecuatoriana, misma que incluye un área de reserva perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y las poblaciones circundantes que de una u otra forma podrían ejercer presión sobre los objetivos conservacionistas del Estado.

Para llevar a cabo la investigación se propusieron los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

Evaluar un área rural con base en parámetros económicos, sociales y ecológicos para determinar el grado de sostenibilidad del territorio en estudio.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico biofísico del área de estudios e identificar los servicios ecosistémicos provistos por el bosque.
- Efectuar un diagnóstico socioeconómico de las poblaciones cercanas al área de estudio.
- Estimar el carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales del área de estudio.
- Determinar una valoración de la sostenibilidad basado en los resultados de los anteriores objetivos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Sostenibilidad

A nivel mundial existe una guerra que el ser humano insiste en luchar desde hace varios cientos de años; una guerra contra su propio hábitat, que lastimosamente parece que estamos ganando. Su inicio podría establecerse a mediados del siglo XVIII, cuando emprende la mecanización de la producción a fin de obtener alimentos más rápido y en mayor cantidad. Su culminación, incierta hasta ahora, podría extenderse hasta el fin mismo de la humanidad convirtiéndose en un mal necesario, por llamarlo de alguna forma. No obstante, los efectos de este creciente deterioro ambiental podrían disminuir su velocidad de ocurrencia si damos un vuelco al rumbo que el *desarrollo humano* ha tomado, teniendo como ejemplo: el uso indiscriminado de agrotóxicos en la producción de alimentos y los trastornos que ocasiona este hecho al ambiente y salud humana (Suquilanda 1996); pérdida de biodiversidad por consumo de recursos forestales y especies que pudieren tener un papel importante en la regulación y provisión de servicios específicos dentro del ecosistema, así como de microorganismos útiles para mantener los procesos que vitalizan el suelo, entre muchos otros factores que forman una cadena causa-efecto tan larga, que sería casi imposible de citar.

En este contexto, es innegable el hecho de que debemos recordar principios como los de *utilizar sin extinguir y producir sin contaminar*. Es entonces y bajo estas premisas, que hace ya unas décadas se propuso el concepto del *desarrollo sostenible*, mismo que en resumidas palabras tiene implícito *el aprovechamiento de los recursos presentes sin afectar su disponibilidad futura* (Brundtland 1987) siendo considerado desde entonces, como un ideal conciliador entre el desarrollo y el ambiente.

Dada la importancia de este concepto<sup>2</sup> y su amplio uso, es necesario analizar todo aspecto relacionado, desde sus inicios hasta sus aplicaciones. En este contexto, el concepto de sostenibilidad (como objetivo) y de desarrollo sostenible (como proceso), tienen sus inicios en 1987 cuando la Comisión de las Naciones Unidas para el Ambiente y el Desarrollo

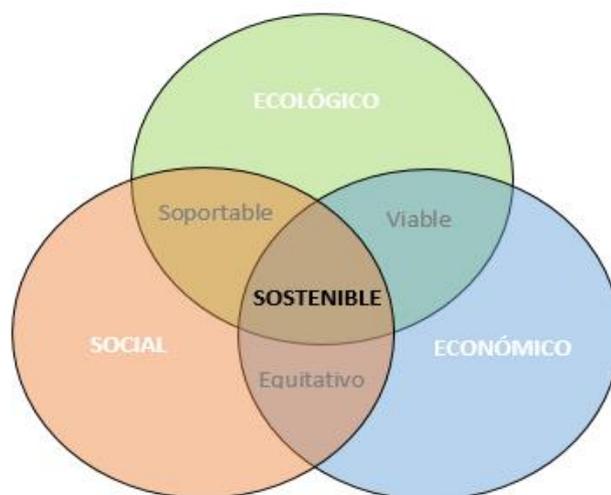
---

<sup>2</sup> Para efectos de conciliación de la información recabada, en este documento se utilizará el término *sostenibilidad*, pese a la problemática en cuanto al uso de alguna sinonimia, debido a que es el término aceptado por el diccionario de la lengua española, y la redacción del presente documento se realiza en este idioma.

(PNUMA) lo utilizó por primera vez en el *informe Bruntland* y desde entonces, esta visión integral y multidimensional ha servido para guiar muchas investigaciones y abordar de mejor manera los problemas de la sociedad.

Desde entonces, el término junto al compromiso por lograrlo se ha reafirmado en conferencias internacionales dentro de las cuales se puede citar a: la cumbre de Río de Janeiro o Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (junio de 1992) donde nace el Programa o Agenda 21, junto al convenio sobre el cambio climático y el convenio sobre la diversidad biológica y la declaración sobre principios relativos del bosque; la cumbre de Copenhague o Conferencia Mundial sobre Desarrollo Social (marzo de 1995); la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (diciembre 1997); la Cumbre del Milenio en Ginebra (junio de 2000); la cumbre de Johannesburgo o Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, Río +10 (agosto de 2002); las Conferencia anuales de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (cada año desde 1995); entre otras reuniones que han podido reformular su definición.

En lo concerniente al tema de la reformulación del concepto con respecto al original del *Informe Bruntland*, quizás la reunión con mayor influencia fue la cumbre de Río de Janeiro o Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en junio de 1992, donde se dirigió la idea hacia *tres pilares fundamentales* (el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente), cuya integración era determinante para alcanzar la sostenibilidad (Figura 1).



**Figura 1:** Gráfico del desarrollo sostenible: un enfoque global de la confluencia de tres factores denominados “los pilares del desarrollo sostenible”.

**Fuente:** Bernoux y Chevallier 2014.

La mayoría de las definiciones de sostenibilidad incluyen por lo menos tres criterios:

- Mantenimiento de la capacidad productiva del agroecosistema.
- Preservación de la diversidad de la flora y la fauna.
- Capacidad del agroecosistema para automantenerse.

En este sentido y referido a los agroecosistemas, una característica de la sostenibilidad es la capacidad del agroecosistema para mantener un rendimiento que no decline a lo largo del tiempo, dentro de una amplia gama de condiciones. La mayoría de los conceptos de sostenibilidad requieren el rendimiento continuo y la prevención de la degradación ambiental. Estas dos demandas a menudo se perciben como si fueran mutuamente incompatibles. La producción agrícola depende de la utilización de los recursos mientras que la protección ambiental requiere algún grado aceptable de conservación. El problema es que existe un período de transición antes de que se logre la sostenibilidad y de ese modo, la rentabilidad en la inversión en técnicas agroecológicas puede no ocurrir inmediatamente

#### **4.2. Dimensión ecológica**

A lo largo de los años, las afectaciones al ambiente, generadas por actividades antropogénicas han crecido de manera exponencial, tal acción se ve reflejada principalmente en los recursos: aire, agua y suelo, provocando significativas pérdidas al ambiente debido a su contaminación y por ende serias afectaciones a los seres vivos. A causa de estos daños ambientales la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó en 1982 la Carta Mundial de la Naturaleza y creó en 1983 la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (Drexhage y Murphy 2010) y después de varias discusiones y opiniones por todo el mundo aprueban el *Informe de Brundtland* (1987), donde aparece el término de sostenibilidad, que es ampliamente aceptado en la sociedad moderna, por medio del concepto de desarrollo sostenible. Este informe, realizado por la ex-primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland, enfrenta la postura de desarrollo económico actual, con el de sostenibilidad ambiental, con el objetivo de criticar y analizar las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto (Naredo 2006). El Informe de Brundtland conceptualiza el desarrollo sostenible como una visión tridimensional, la dimensión económica, la ecológica y la social.

El informe, en términos generales, manifestó una notable preocupación por los problemas ambientales a escala global, así como la reducción de la capa de ozono, el calentamiento atmosférico, la destrucción de las áreas silvestres y su biodiversidad, entre otros. Su objetivo fue presentar además que la base para un desarrollo radica en los recursos naturales y

considerando los eminentes riesgos ambientales se requiere profundos cambios culturales, mejorar los conocimientos, organización, eficiencia técnica y mayor sabiduría que propendan alternativas para una sociedad sostenible y mejor calidad de vida en armonía con la naturaleza (Brundtland 1987).

A partir de este momento y ante tan grotesca destrucción, se ha promovido la aplicación de medidas preventivas, en pro de la conservación del ambiente y medidas paliativas, post efecto al ambiente. Una de estas medidas paliativas propuesta recientemente es la *agroecología*, una disciplina aplicada en gran magnitud por los países emergentes, en la década de los setenta para la protección del ambiente por la crisis ecológica iniciada en ese entonces. Su filosofía apunta a la agricultura sostenible, y se basa en la conservación de los recursos naturales, englobando tanto el entorno, como a los cultivos de manera natural. Su objetivo principal es reemplazar a la agricultura convencional, principal causante del deterioro en los suelos (mediante el uso indiscriminado de químicos, fertilizantes, prácticas de monocultivos, entre otras) originando graves daños, como la erosión, el empobrecimiento de nutrientes, dejándolo imposibilitado para su crecimiento y abastecimiento de la población (Altieri 1983). La *agroecología* por otra parte rechaza estos mecanismos perjudiciales, incluyendo además de lo ambiental, el aspecto social y económico, proveyendo de empleo a personas que habitan en el entorno, ya sea de los propios cultivadores, distribuidores, recogedores, conceptuándola de una forma holística, donde se vincula con todo y hace responsables a los humanos de la tierra y del trabajo sobre ella y de esa forma minimizar el impacto medioambiental y socioeconómico (Flora 2010). Es importante recalcar que la agroecología como técnica e ideología se creó a fin de buscar mejorar la calidad de vida, respetando al medio ambiente y los seres que lo habitan, recordando los beneficios que la naturaleza ofrece (Schaller 1993).

Varios ejemplos de sostenibilidad podrían estar representados por regiones en las que habitaron algunas de las civilizaciones más prósperas en épocas pasadas, su éxito consistió en el manejo y uso eficiente de su diversidad ecológica y biológica (Sevilla y Holle 2004). Otro ejemplo en este sentido sería la cosmovisión indígena del “buen vivir”<sup>3</sup>; quienes sin conocimiento previo de cualquier terminología utilizada a nivel mundial sobre desarrollo, pobreza y/o riqueza aplican conocimientos ancestrales que se asemejan a estas ideas de sostenibilidad, preservando los recursos naturales, sin sobrepasar la capacidad de carga para

---

<sup>3</sup> Plan Nacional del Buen Vivir. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo de Ecuador (SENPLADES)

las generaciones futuras considerándose ricos, por la biodiversidad que poseen, y por su convivencia con la naturaleza de manera imponderable y feliz, obteniendo un crecimiento económico directamente proporcional al desarrollo, ya que tienen acceso a los servicios básicos, como es la alimentación, la educación, la salud, entre otros (Gudynas 2011).

La agricultura familiar o en pequeña escala constituye también una estructura básica para el desarrollo de una agricultura sostenible ya que establecen un nexo directo con los alimentos, asegurando el mantenimiento de diversas formas de propiedad, sistemas de cultivo, paisajes, culturas y tradiciones. Si bien una crítica a las pequeñas unidades de producción consiste en su poca rentabilidad, al calcular la rentabilidad de la unidad de producción, en el transcurso del tiempo se observa que los rendimientos de los cultivos pueden inclusive verse incrementados y por ende, la rentabilidad de la finca (Rincón et al. 2006).

En esta investigación y a fin de contribuir a la información existente del área, se tratará de manera importante el almacenamiento de carbono en las formaciones vegetales presentes en el área de estudio por ser uno de los servicios ecosistémicos que debido a las características del área en estudio (área protegida) se ha considerado importante. Por lo expuesto, es de importancia agregar una que otra información sobre la temática carbono en este marco teórico.

#### **4.2.1. Carbono almacenado en ecosistemas de bosque**

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular las de CO<sub>2</sub>, ha promovido la investigación en temas relacionados al cambio climático a fin de aportar con conocimientos que apunten a su mitigación (Pérez et al. 2009, Fonseca et al. 2011, Aguilar-Arias et al. 2012). Según el concepto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, estas variaciones, con respecto al clima natural y en periodos de tiempo comparables, son atribuidas directa o indirectamente a las actividades antrópicas.

Dicha problemática es más compleja si se consideran las relaciones entre los procesos presentes (climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos), sin embargo, y a fin de ir recopilando información sobre las opciones para mitigación y adaptación, se cuenta con la premisa de que es posible capturar el carbono atmosférico y retenerlo dentro de los mismos ecosistemas evitando que se acumulen en la atmósfera. Es necesario, entonces, fomentar áreas con capacidad de absorber cantidades considerables de CO<sub>2</sub> y no devolverlo a la atmósfera.

En este contexto, diversos estudios han señalado el potencial que tienen los bosques en cuanto al almacenamiento de carbono se refiere, pudiendo citar a Fosberg et al. (1992), Brown et al. (1996), Chamorro et al. (2012), Brown (1997), Phillips et al. (1998), Ávila et al. (2001), Schimel et al. (2001), Oelbermann et al. (2004), Mutuo et al. (2005), De Britez (2007), Fonseca et al. (2009), Bernoux y Chevallier (2014); entre otros. Es de esta manera como los ecosistemas boscosos se presentan como grandes sumideros de carbono conteniendo más del 80 % del carbono global de la superficie, debido a que contienen aproximadamente el 50 % del carbono global.

Es importante recalcar que los servicios ecosistémicos que prestan estos ecosistemas tropicales son importantes, entre otros aspectos, porque operan a gran escala; la tecnología no los puede reemplazar; se deterioran como resultado de la acción humana y de manera global; requieren de un gran número de especies para operar y, además, los servicios que se pierden por el daño de los ecosistemas son más valiosos que las ganancias que se obtienen mediante las actividades que los alteran (Daily et al. 1997).

Por lo expuesto, se debe consistir esencialmente en la toma de decisiones sobre ecosistemas para conseguir los objetivos señalados y efectuando el seguimiento de los resultados. En última instancia depende de la política forestal nacional, y sus componentes básicos

#### *a. Metodologías para estimar carbono en bosques*

Al momento de realizar estudios ecológicos, la principal preocupación es conocer la respuesta de ecosistemas de bosque tropical al cambio natural o antropogénico (Lugo y Brown 1986, Phillips et al. 1998, Chambers et al. 2001, Houghton et al. 2001, Grace 2004) y, dentro de estos estudios, no se puede dejar de incluir a los relacionados con la estimación de biomasa y carbono almacenado (Houghton 2003, Grace 2004) para lo cual se han establecido un sinnúmero de metodologías y directrices. Este monitoreo requiere una serie de inventarios para cuantificar los cambios a lo largo del tiempo utilizando, frecuentemente, parcelas permanentes de medición como un medio para obtener datos estadísticamente confiables y reducir costos en el monitoreo (Márquez et al. 2000).

Según De Britez (2007), se evalúan diferentes componentes de una determinada tipología vegetal, éstos son encontrados sobre y bajo el suelo (a. sobre el suelo la biomasa viva está constituida por troncos, ramas, flores, frutos y hojas y la biomasa muerta está compuesta por material orgánico depositado sobre el suelo proveniente de la vegetación al igual que de animales muertos; b. al interior del suelo se encuentran las raíces vivas y muertas, la materia

orgánica del suelo y los microorganismos). Los valores finales de todos los cálculos deben representar toneladas de CO<sub>2</sub>, pues ésta es la unidad que se utiliza en los mercados del carbono (Schlegel et al. 2001).

Existen dos métodos comúnmente usados para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto. Dentro del primero está el método destructivo, que consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente. Para la determinación indirecta se utilizan métodos de cubicación del árbol donde se suman los volúmenes de madera, se toman muestras de ésta y se pesan en el laboratorio para calcular los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad o densidad específica.

Otra forma de estimar la biomasa es mediante ecuaciones o modelos basados en análisis de regresión, que utilizan variables colectadas en el campo tales como el diámetro a la altura del pecho, la altura comercial y total, el crecimiento diamétrico, el área basal y la densidad específica de la madera (Fonseca et al. 2009). Con el cálculo de la biomasa se obtiene un valor aproximado de la cantidad de carbono almacenado, ya que existe una estrecha relación entre la biomasa y el carbono (Ciesla 1996). La fracción de carbono en la biomasa es por defecto de 0,5; aunque en niveles metodológicos superiores hay un margen de variación en función de las especies, de los componentes de un árbol o de un rodal (tallo, raíces y hojas) y de la edad del rodal (Penman et al. 2003).

#### *b. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa vegetal*

Este método indirecto para estimar biomasa vegetal consiste en el uso de modelos basados en ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con variables del árbol medibles en pie (DAP, altura total y diámetro de copa principalmente). Para el cálculo de biomasa viva con base en ecuaciones alométricas basta con diseñar un muestreo estadísticamente representativo en el que se midan las variables independientes de la ecuación alométrica seleccionada. Los datos finales pueden ser presentados por clase diamétrica (Salinas y Hernández 2008). El uso de modelos de simulación permite realizar las estimaciones de la dinámica de carbono de una manera más confiable y facilita la creación de escenarios alternativos a corto, mediano y largo plazo (Mohren et al. 1999), sin embargo, existe incertidumbre al momento de estimar biomasa aérea ya que "una hectárea de bosque tropical puede contar con hasta 300 especies" (De Oliveira y Mori 1999) lo que conlleva a pensar en la necesidad de un modelo alométrico estándar. Es así como Chave et al. (2005) en su estudio "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forest"

presenta resultados obtenidos al probar la robustez de ecuaciones de 27 estudios anteriores desarrollando a partir de estos un modelo estándar que pudiera determinar la biomasa aérea en diferentes tipos de bosque tropical.

*c. Estudios de caso*

En Camerún, África, Djomo et al. (2010) realizaron un estudio que proponía obtener ecuaciones de regresión de bosques mixtos, utilizando datos alrededor de 450 muestras. Se desarrollaron modelos que incluían una, dos y tres variables (diámetros a la altura del pecho -DAP-, altura total, y densidad de la madera), se concluyó que cuando se utiliza solo los diámetros, la biomasa se estimó con un error promedio de 7,4%. Con la adición de las variables altura o densidad de madera no mejoraron significativamente las estimaciones y utilizando las tres variables juntas se pudo mejorar la precisión con un error promedio de 3,4%.

Pérez et al. (2009) determinaron el carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra, los sistemas estaban representados principalmente por sistemas agroforestales y bosque secundario y primario de diferentes edades. Los resultados demostraron que el carbono almacenado en los bosques primarios es mayor que en los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y bosques secundarios; además de concluir que el almacenamiento de carbono varía según la edad de los sistemas de uso de la tierra y el tipo de asociación entre las especies agrícolas y forestales.

En Costa Rica, Aguilar-Arias et al. (2012) cuantificaron la biomasa acumulada en la hojarasca sobre el suelo y en la madera muerta, así como el contenido de carbono orgánico en el suelo (COS), en cuatro estadios de sucesión de bosque. Las tendencias mostraron un aumento en la cantidad de biomasa acumulada en la capa de mantillo conforme aumenta el estadio sucesional. La biomasa de madera muerta no mostró diferencias estadísticas respecto a la edad del bosque. El carbono orgánico en el suelo (COS) mostró diferencias estadísticas en bosques de menor edad con respecto a los de mayor edad.

En Guanajuato, México, Franco et al. (2013) establecieron transectos para identificar los tipos de vegetación y registrar especies vegetales y determinar carbono producido en la zona de estudios como consecuencia del cambio de uso de la tierra con respecto al tiempo. Mediante sistemas de información geográfica se elaboraron mapas. El género más abundante en la microcuenca es *Quercus* spp. y se demostró la existencia de formas de producción

sostenibles que permiten continuar con las prácticas agrícolas para la producción de alimentos.

Fonseca et al. (2011) estimaron la biomasa y acumulación de carbono en bosques secundarios jóvenes en el trópico húmedo de Costa Rica y su distribución entre los diferentes sumideros de carbono. El estudio pudo determinar que aproximadamente el 65,2% de la biomasa total se encontró en los componentes del árbol sobre el suelo, mientras que el 14,2% se encuentra en las raíces, el resto en la vegetación herbácea y en la necromasa. En estos bosques, la mayor parte del carbono (51-83%) fue almacenado en el suelo.

Pudiendo ser un caso bastante particular Chave et al. (2005) proporcionaron una reevaluación crítica de la calidad y la robustez de varios modelos para estimar biomasa utilizando un conjunto de datos de 2 410 árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayores a 5 cm provenientes de 27 sitios de estudio en diferentes partes del trópico. Se construyeron ecuaciones que consideren la biomasa como producto de proporcionalidad del diámetro, la densidad de madera y la altura total de los árboles. Además, se desarrollaron modelos que incluyan solo dos de las variables (diámetro y densidad de madera). También desarrollaron un modelo de regresión que implica densidad de la madera y sólo el diámetro del tallo. Con todo el conjunto de datos se pudo determinar ecuaciones para varios tipos de bosque (seco, húmedo, mixto, manglar) con un sesgo de 0,5 a 6,5%. Se determinó además que los predictores más importantes de biomasa de un árbol fueron, en orden de importancia, el diámetro en el tronco, el peso específico de madera, altura total y tipo de bosque.

Montero et al. (2013) en su estudio “Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustados de España” presentan los porcentajes de carbono total obtenidos por el método de combustión seca para 123 especies y 60 géneros botánicos. Luego de contar con la información de la media de carbono por especie, se utilizó el Mapa Forestal Español, para calcular el contenido de carbono para las principales formaciones de matorral y arbustados existentes en España. Los resultados son bastante similares a los encontrados en otros estudios para formaciones de matorral y sotobosque en Australia, USA, México y otros países iberoamericanos.

A fin de aportar al limitado estudio de carbono en ecosistemas semiáridos, Becerril-Piña et al. (2014) desarrollaron ecuaciones alométricas para determinar el carbono contenido en la biomasa aérea de especies en una región semiárida de del centro de México. Para ello se seleccionaron y muestrearon por método destructivo cinco individuos de *Prosopis laevigata*

y *Acacia farnesiana* para estimar biomasa seca total y por componente (hojas, ramas y fuste), los cuales se correlacionaron con parámetros de fácil medición en campo (cobertura de la copa, radio de la copa, altura total y volumen). Mediante información satelital se estimó la distribución espacial del carbono almacenado la zona de estudios. Los resultados sugieren que los ecosistemas semiáridos de la zona central de México representan un potencial considerable como sumideros de carbono.

Schedlbauer y Kavanagh (2008), en su estudio “Soil carbon dynamics in a chronosequence of secondary forests in northeastern Costa Rica” se propusieron encontrar evidencias de aumento gradual en el almacenamiento de carbono en el suelo luego del abandono de pastos. Se utilizaron datos de tres sucesiones tempranas, nueve sucesiones finales con edades comprendidas entre 2,6 a 33 años y cuatro potreros. En cada sitio se obtuvieron muestras de suelo a 30 cm de profundidad, en tres parcelas para determinar densidad aparente, porcentaje de carbono en suelo y valores de isótopos de carbono estables ( $\delta^{13}C$ ). Los resultados demostraron que el almacenamiento de carbono en el suelo no aumenta con la edad del bosque. Se puede concluir, además, que los pastizales almacenan 19% más carbono que los sitios de sucesión inicial y final en los 10 cm superiores del suelo; los sitios sucesionales almacenan 14-18% más que las praderas entre los 10 y 30 cm. En conjunto, los datos indicaron que el almacenamiento de carbono total del suelo se mantiene relativamente sin cambios en la transición de uso de suelo de pastos a bosque secundario.

Yerena-Yamallel et al. (2012) generaron coeficientes de contenido de carbono total por unidad de biomasa, para cada varios componentes (tallos, ramas, ramillas, hojas y corteza) de especies arbóreas y arbustivas en tres áreas con diferente uso histórico (agricultura tradicional, ganadería extensiva y matarasa) en el matorral espinoso tamaulipeco, los cuales permitirán estimar el carbono almacenado en este tipo de ecosistema. Se encontró que el contenido de carbono total en los componentes de la biomasa depende de la especie.

Návar-Cháidez et al. (2013) desarrollaron una ecuación alométrica para la biomasa aérea total (M) de árboles medidos en campo y de sitios inventariados en los bosques secos de Sinaloa, México. Los resultados mostraron que: (a) la ecuación alométrica desarrollada incrementó la precisión en contraste con las ecuaciones convencionales de biomasa, (b) la alometría desarrollada *ex situ* proyecta valores de M que pueden desviarse por cerca del doble de las mediciones de M y (c) las evaluaciones al nivel del sitio también pueden desviarse por más del doble cuando se usan ecuaciones desarrolladas *ex situ*. Se probaron,

además, dos procedimientos para aumentar la precisión en la evaluación de M para árboles y sitios, cuando se ajustan ecuaciones desarrolladas *ex situ*: (i) con el teorema del límite central usar las ecuaciones alométricas disponibles para estimar un promedio y (ii) calibrar las ecuaciones por el ajuste de parámetros a nivel local, los cuales pueden ser calculados con el uso de programas estadísticos.

Yerena-Yamallel et al. (2011) realizaron un estudio en un área con vegetación secundaria para estimar contenido de carbono, para ello se realizaron cuatro parcelas rectangulares de 250 m<sup>2</sup> en cada sistema, se midió el diámetro (> 10 cm) y la altura total (h), la biomasa se calculó mediante ecuaciones alométricas. El matorral primario presentó el mayor contenido de carbono en la biomasa aérea, el valor se reduce drásticamente en los sistemas de matarsa y agricultura tradicional. Se concluyó que el matorral espinoso tamaulipeco tiene un gran potencial como almacenador de carbono y presenta una amplia capacidad de mitigación dada su importante superficie.

Chou y Espeleta (2013) realizaron un estudio cuyo objetivo general fue hacer un análisis del comportamiento de las variables dasométricas fácilmente medibles para predecir biomasa arbórea con datos de dos bosques tropicales de Costa Rica. Se evaluaron 907 árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor a 10 cm en dos bosques. Se realizó un análisis de las variables de los árboles (densidad específica de la madera, altura total y DAP) y su biomasa, con el fin de desarrollar el modelo que facilitara la predicción de ésta. El modelo final utiliza como variables independientes el DAP y la densidad. Para la estimación de este modelo se utilizó una regresión segmentada y cuadrados medios ponderados para resolver el problema de heterocedasticidad. Como conclusión, este estudio propone un enfoque metodológico para estimar la biomasa a nivel general en los bosques, lo cual se considera de utilidad para fundamentar la toma de decisiones sobre el almacenamiento a largo plazo del carbono en los bosques tropicales.

Sobre un total de 62 bosques Montero et al. (2013) implementaron 901 parcelas de 5x4 m (20 m<sup>2</sup>), en las cuales, se procedió a la roza del matorral y a su peso en verde. Estimaron la fracción de cabida cubierta del matorral y su altura media. De cada una de las parcelas se tomó una muestra del matorral de 1,5 a 2,5 Kg. se etiquetó y se envió al laboratorio para determinación de peso en materia seca en estufa a  $102 \pm 2$  °C, hasta peso constante. De cada parcela, se tomó una muestra de tres troncos o tallos para estimar la edad. Con el peso de biomasa seca acumulada en cada parcela se ajustan modelos predictivos de esta variable en

función de la fracción de cabida cubierta y de la altura media del matorral. Los resultados muestran que esta metodología permite estimar con cierta precisión la biomasa acumulada y el crecimiento anual para grandes extensiones de territorio.

Van Breugel et al. (2011) evaluaron el grado de incertidumbre cuando se toman decisiones que incluyen los resultados de proyectos para estimar carbono por medio de ecuaciones alométricas. Para ello, obtuvieron datos de 94 parcelas de bosque secundario en el centro de Panamá y 244 árboles cosechados pertenecientes a 26 especies localmente abundantes. Se concluyó que la elección del modelo es una importante fuente de incertidumbre, de tal manera, modelos locales proporcionan estimaciones más precisas de biomasa que los modelos extranjeros, pero de alta variabilidad en las reservas de carbono a nivel de paisaje. El desarrollo de modelos locales sólo se justifica cuando el muestreo de paisaje es lo suficientemente intensivo.

Pasalodos-Tato et al. (2013) comparan dos métodos para estimar carbono en sistemas forestales, uno basado en la información a partir del crecimiento proporcionado por un inventario forestal y otro comparando dos inventarios consecutivos. Se utilizó la información del II y III Inventario Forestal Nacional de España. En concreto, el caso de estudio es la región de Andalucía, que abarca 2 969 079 ha con superficie forestal y se han analizado las informaciones correspondientes a 11 603 parcelas permanentes del Inventario Forestal Nacional distribuidas en esta superficie. Por el lado de las emisiones, éstas también se han evaluado espacialmente a lo largo de todo el territorio. Los resultados muestran algunas diferencias entre ambas metodologías, así como cambios en la dirección de la captura/emisión en algunas partes del territorio según se considere un método u otro.

Lapeyre et al. (2004) determinaron la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de la tierra en la región de San Martín-Perú, con la finalidad de conocer el potencial de captura de carbono. En cada uno de éstos sistemas en estudio se establecieron al azar cinco transectos donde se evaluó la biomasa arbórea. Dentro de éstos transectos se establecieron cuadrados también al azar para cuantificar la biomasa herbácea y la biomasa de hojarasca. El carbono total en el bosque primario superó ampliamente las reservas del bosque secundario. El nivel de reservas de carbono en la biomasa de hojarasca de los sistemas boscosos, no es significativo al compararlo con el total de las reservas de carbono de la biomasa aérea; sin embargo, si es significativo para sistemas agroforestales. El secuestro de carbono en sistemas agroforestales depende de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de

suelo. Los sistemas agrícolas capturaron poco C (5 Mg C ha<sup>-1</sup>), además generan fugas de gases efecto invernadero (GEI) cuando se usan agroquímicos y quema de rastrojos, entre otros.

En un estudio, Concha et al. (2007) evaluaron la biomasa aérea en seis diferentes sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociado con especies forestales maderables y frutales; con el propósito de conocer el potencial de captura de carbono por cada sistema. En cada sistema se establecieron aleatoriamente cinco cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> cada uno, evaluándose la biomasa vegetal total existente. Para evaluar la ecuación alométrica del cacao se muestrearon siete plantas cuyas edades variaron de uno hasta 22 años. Los resultados en captura de carbono en cada sistema agroforestal varían según la cantidad de árboles presentes en el sistema.

En el Distrito de San Antonio, Provincia de Cañete en Perú, Palomino y Cabrera (2008) estimaron el servicio ambiental de captura del CO<sub>2</sub> de las especie de flora predominante en los Humedales de Puerto Viejo. Se establecieron al azar 5 transectos donde se tomaron las muestras de flora dentro de estos transectos y se establecieron cuadrantes también al azar para cuantificar la biomasa herbácea de los Humedales de Puerto Viejo.

Riofrio y Grijalba (2013) en un trabajo titulado “*Modelos para estimar la biomasa de especies forestales en sistemas agroforestales de la ecorregión andina del Ecuador*” ajustaron un conjunto de ecuaciones que permiten estimar la biomasa aérea total de cuatro especies forestales. Los mejores modelos para las distintas fracciones (fuste, ramas gruesas, ramas delgadas y hojas) de cada especie se ajustaron de forma simultánea según la metodología SUR (Seemingly Unrelated Regressions). Todos los modelos mostraron un ajuste elevado (en términos de coeficiente de determinación). La inclusión de la altura y diámetro como variables explicativas en los modelos mejoró su capacidad de predicción y amplía su rango de aplicación, ya que puede expresar la variabilidad en las estimaciones de biomasa en función de las condiciones de competencia, características del rodal y sitio.

Gómez-Díaz et al. (2012) realizaron la evaluación de los almacenes de carbono del piso forestal en tres estados sucesionales de un bosque de encino y de un bosque tropical seco de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Para el bosque de encino, los contenidos de carbono en el piso forestal fueron significativamente diferentes en la cronosecuencia. En el bosque tropical seco sólo se encontraron materiales orgánicos característicos de la capa L y los contenidos de C fueron significativamente menores que en

el bosque de encino. Los contenidos de carbono resultaron significativamente mayores en el bosque de más edad y en el más joven, comparados con la del bosque secundario medio.

### **4.3. Dimensión económica**

Desde hace muchos años la naturaleza ha sido concebida únicamente como fuente de recursos para el progreso económico y con el pasar del tiempo, los importantes empresarios se arraigaron a tal idea, al punto de considerarla como la única fuente de producción (Arndt 1989). Tan incontrolado y poco diversificado ha sido el aprovechamiento de los recursos, que como era de esperarse empezaron a surgir consecuencias de igual magnitud que las acciones de explotación, poniendo al límite los recursos que se creían inagotables.

Conforme a ello y en un intento por mitigar los efectos causados surgen mecanismos y herramientas en pro del valor e importancia de la naturaleza concebidos en forma de reuniones mundiales como las de Río y otras Cumbres por la Tierra, donde se trataron y discutieron temas como el cambio climático, la erosión de la biodiversidad, la disminución y contaminación de los recursos acuíferos, la acumulación de residuos tóxicos (Cagri 1986).

Sin embargo, muy de la mano a estos esfuerzos, la globalización y el libre comercio, temas importantes en la actualidad, aunque producían beneficios económicos en países industrializados, también continuaban provocando considerables estropicios ambientales debido al uso en gran magnitud de la tecnología. Este hecho, sin lugar a dudas, significó un retroceso a las alternativas planteadas, revocando así todos los avances en teoría ambiental, aumentando la presión sobre el medio ambiente y originando nuevos riesgos ecológicos. Es importante destacar que los principales afectados por los efectos indeseables, son los países en *vía de desarrollo*, quienes también asumen esta degradación sin provocarla (Enyart 1990). Debido a ello o quizás por coincidencia estos *países desarrollados*, ubicados en el hemisferio norte en su mayoría, son los que controlan la economía internacional.

Bajo este marco de preferencias económicas, sean o no merecidas, intervienen entes internacionales como el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización Mundial de Comercio (OMC), quienes funcionan frente a la crisis socioambiental, misma que exige que la economía global se ajuste a unos límites ambientales y a las necesidades de la supervivencia humana (Costanza 1992). En este contexto, cabe mencionar el incidente que se produjo cuando el Director del Banco Mundial, Summers, dedicado a la economía del medio ambiente y responsable sobre el informe del Desarrollo Mundial, sugiere una peculiar idea que incluía verter sustancias tóxicas provenientes de

industrias del primer mundo en países emergentes (o en sus palabras subcontaminados<sup>4</sup>) para que estos obtengan de esta manera beneficios económicos (Millet y Toussaint 2005), incentivando de esta manera el concepto de “*el norte rico y en el sur pobre*”. Aunque en su defensa, luego de la filtración del documento, definió su contenido como un mensaje sarcástico a los economistas ortodoxos de libre mercado, haciendo hincapié en que la función del Banco Mundial es ser una fuente de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo, reduciendo la pobreza, mediante créditos y préstamos de bajo interés (BID 1997).

Aunque queda en duda las intenciones del documento firmado por el entonces vicepresidente del Banco Mundial, es posible notar la competitividad internacional que se asume con la globalización, donde las mayores compañías pugnan por los recursos naturales en una desigual disputa con países en vías de desarrollo, no tanto por la economía que lideran, sino por la reglamentación de libre comercio que permiten a las empresas emplear las herramientas del estado, para quitarles tiránicamente sus recursos, sin posibilidad de defenderse, todo ello en pro del *crecimiento económico* y con fidelidad la idea erradicar la pobreza. Por lo expresado, parecería irónico que la idea de crecimiento destruye el ambiente y quizás estilos de vida locales ya sostenibles (Castaneda 1999), sería prudente considerar entonces que la globalización, en vez de eliminar pobreza, la crea.

#### **4.4. Dimensión social**

El gran avance tecnológico al que estamos expuestos desde hace algunas décadas ha producido un enorme impacto en la sociedad, ya que estos originan transformaciones económicas, ecológicas y sociales. Muchas de estas transformaciones sugieren migración de la sociedad, como por ejemplo hacia zonas de producción agrícola industrial, afectando superlativamente a la zona urbana, pero incrementando en un gran porcentaje los recursos económicos per cápita. Este proceso denominado *Revolución Industrial*, produjo beneficios económicos desiguales y dejó como secuela la jerarquía social de la civilización (los dueños de la producción o burguesía por un lado y por otro las clases que incluyeron trabajadores industriales y campesinos pobres como parte del proletariado).

Esta *Revolución* aportó en gran parte a la sobreexplotación de los recursos y a la utilización de productos y técnicas poco amigables con el ambiente, tal como en la agricultura donde se implementaron nuevas técnicas de cultivo que implicaba el uso de agroquímicos y la implementación de maquinarias que afectaron en gran medida al suelo. Esta forma de

---

<sup>4</sup> Office Memorandum from Lawrence M. Summers, Subject: GEP, the World Bank/IMFMIGA, 12 Dec. 1991

progreso, sin embargo, logró vislumbrar en gran medida que no es posible el crecimiento continuo en un planeta limitado; legó además varias modificaciones entre las relaciones fundamentales del progreso económico y gran alteración de la interrelación de los humanos con la naturaleza (Naredo 1987).

No obstante, la problemática fue notificada en 1972 por una institución preocupada por mejorar el futuro del mundo a largo plazo de manera interdisciplinaria y holística, denominada el *Club de Roma* quienes propusieron alternativas basadas en los límites del crecimiento (Naredo y Valero 1999) y a partir de este momento se desarrollaron varias investigaciones que sirvieron de postulados que en cierta manera llevarían luego a la idea del concepto de sostenibilidad.

*Desarrollo*, fue el primer término designado, con sus correspondientes despliegues, siendo una propuesta teórica y práctica del sistema político-económico, cuya estrategia utilizada fue la industrialización, con enfoque monetarista y productivista con vocación universal. Pese a que existen detractores, como por ejemplo, Wolfgang (2007), quien, con respecto al término desarrollo, comenta que: <<*desarrollo significa ya casi cualquier cosa, desde levantar rascacielos, hasta instalar letrinas, desde perforar por petróleo hasta perforar por agua, es un concepto con un vacío descomunal. Es testimonio del poder de las ideas que un concepto tan carente de contenido haya dominado el debate público por medio siglo*>>, a continuación, se esbozará un compendio de los despliegues terminológicos asociados al concepto de desarrollo.

*Subdesarrollo*. Baja renta per cápita, bajo nivel de consumo, escaso desarrollo industrial, dependencia del exterior, desigualdad social, analfabetismo, acarreado de esta forma a uno de los problemas sociales más distintivos a nivel mundial, la pobreza, la cual abarca cuestiones de exclusión, marginación, carencia de recursos, necesidades básicas insatisfechas (Gunder-Frank 1971).

*Maldesarrollo*. Debido al mal uso de los recursos y su sobreexplotación, se llegó a obtener una mala calidad del medioambiente, principalmente sobre sus elementos, aire, agua y suelo, en donde llegó a afectar a los pobladores de manera considerable, aquejando la satisfacción de las necesidades humanas y las oportunidades de las personas, incluso en los países industrializados, expresándose el término maldesarrollo como un fracaso global, sistémico, que afecta a algunos países y a sus interrelaciones (Danecki 1993), es aquí en donde el Club

de Roma realiza el aviso, para mejorar ésta situación y armonizar la relación entre el hombre y la naturaleza.

*Postdesarrollo.* En este punto, se analiza el término desarrollo, de tal forma que lo enfatizan como un fracaso global, ocasionando colosales pérdidas al ambiente, viéndolo con otros términos como es el postdesarrollo o más allá del desarrollo, llegándose también a utilizar el vocablo antidesarrollo, como una manera de expresar la negación rotunda sobre el desarrollo o rechazo a la modernidad, para cuyo mundo industrializado fue creado, condicionando la evolución de las sociedades en algunas partes del mundo (Rist 2002).

El segundo término utilizado fue *ecodesarrollo*, el cual nace en uno de los despliegues de desarrollo, como es el maldesarrollo, donde se prescribe las necesidades de las personas y la utilización racional de los recursos, para así mantener las condiciones de habitabilidad de la tierra (Sachs 1981). Esta expresión fue incorporada debido a la notable contaminación subyacente en el medio ambiente, afectando directamente a los recursos que se poseen. Es una forma de incrementar el desarrollo a largo plazo, por medio de la protección, conservación y preservación de los recursos naturales, presentándose como una alternativa al modelo consumista depredador de los países desarrollados, siempre enfocados en el crecimiento económico, basado en el aprovechamiento poco moderado de los recursos naturales y contaminando por emisiones de residuos.

El *ecodesarrollo* se direccionaba hacia un modelo más productivo de desarrollo, adaptando las peculiaridades ecológicas y culturales de cada región, considerando que los países emergentes erradiquen su pobreza, y que los países industrializados cambien su modelo de dilapidación, para así reorientar su economía y construir un medio natural amigable con el entorno (Febvre 1992). Pero este término tuvo una serie de controversias culminando con erradicación debido a los países industrializados, no muy de acuerdo con esta palabra realizaron protestas, al ver el concepto como una amenaza a su modelo de crecimiento económico (Alier 1994).

El *decrecimiento* es el tercer término acuñado, y su conceptualización se centra en un proyecto social, político y económico alternativo a la sociedad del consumo y al crecimiento económico ilimitado, influenciado por la atribuida degradación del medio ambiente, su eje gira en torno a la moderación voluntaria y la autolimitación. Cabe recalcar que la eficacia económica no sirve para resolver los problemas ambientales, tomando en cuenta el efecto rebote, que indica: que aunque disminuye el impacto en el consumo de recursos por unidad

de producto, en términos absolutos, este consumo sigue incrementándose, por ejemplo, actualmente se fabrican carros de bajo consumo y gasolina sin plomo, pero aumenta el número de carros, de kilómetros recorridos y de autopistas (Latouche 2008).

No hay que entender al decrecimiento como una alternativa concreta al modelo actual, sino una llamada de atención sobre los riesgos de la situación que vivimos, de la misma forma hacer conciencia y establecer los posibles cambios para un futuro mejor, uno de ellos que plantea éste término, es vivir de una forma alegre en armonía con la naturaleza, disminuyendo el consumo innecesario, y obtener solo los productos que necesitemos. Dado que el progreso, el crecimiento y el consumo ya no son una elección consciente, sino una droga a la que estamos todos acostumbrados y a la que es imposible renunciar voluntariamente, solo una catástrofe “práctica” y el fracaso histórico de la civilización fundada sobre ellos pueden ayudarnos a abrir los ojos de los adeptos fascinados (Latouche 2008).

El último término y el que se utiliza actualmente, tanto en los artículos científicos como en leyes, es la *sostenibilidad*, la cual, si fue aceptada por los países desarrollados, ya que el término no afectaba su producción económica. El desarrollo sostenible es definido por dos autores de maneras distintas; Dixon y Fallon (1991), expone que “la sostenibilidad parece ser aceptada como un término mediador, diseñado para tender un puente sobre el golfo que separa a los desarrollistas de los ambientalistas. La engañosa simplicidad del término y su significado aparentemente manifiesto ayudaron a extender una cortina de humo sobre su inherente ambigüedad”, por otra parte, O’Riordan (1988), expone que “... parece que lo que más contribuyó a sostener la nueva idea de la sostenibilidad fueron las viejas ideas del crecimiento y el desarrollo económico que tras la avalancha crítica de los setenta necesitaban ser apuntaladas”. Estas definiciones manifiestan que el ambiente y el factor social van a la par para un desarrollo y crecimiento sostenible, cuyo objetivo radica en la valoración de los recursos naturales y ambientales, obteniendo productos netamente necesarios, para que no se dé el consumismo y así no empobrecer las generaciones futuras (Solow 1991).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1. Tipo de Investigación**

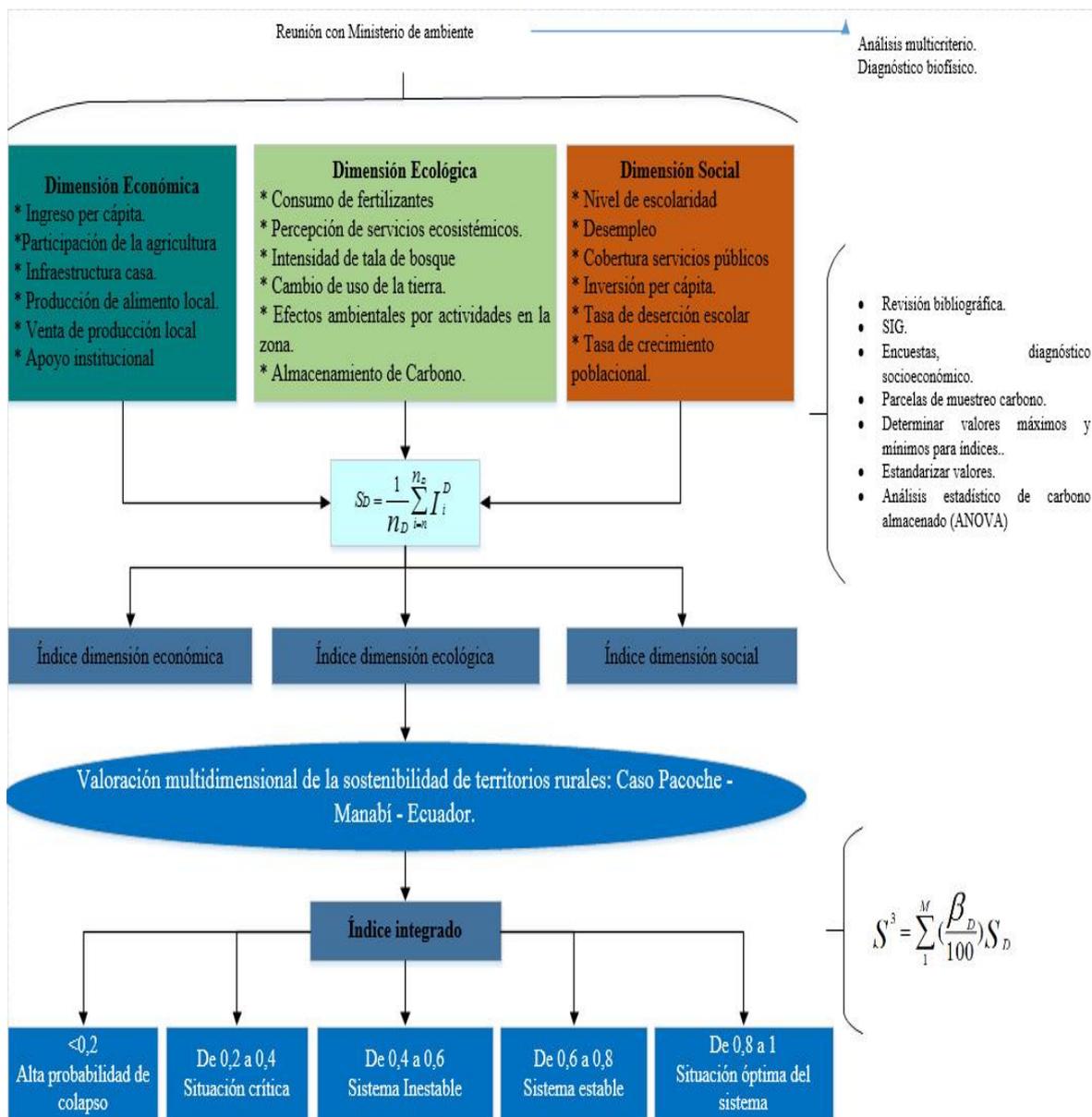
Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación de campo transversal y transdisciplinaria. De acuerdo a la naturaleza del estudio, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo.

#### **5.2. Diseño de la Investigación**

La investigación inició con una caracterización biofísica de la zona de estudios, seguida de una caracterización socioeconómica. Una vez obtenida la información necesaria se utilizaron cinco indicadores para cada una de las dimensiones (pilares del desarrollo sostenible), dimensión ecológica, dimensión social y dimensión económica.

Para cada dimensión se determinarán cinco indicadores que reflejen coherentemente las variables explicativas para cada dimensión, estableciendo, además, si éste tiene una relación positiva o negativa con el desarrollo sostenible. Uno de los objetivos incluyó la estimación del carbono almacenado en la zona de estudios, para ello la muestra estará compuesta por cuatro tratamientos y cinco repeticiones de parcelas de muestreo de 250 m<sup>2</sup> cada una.

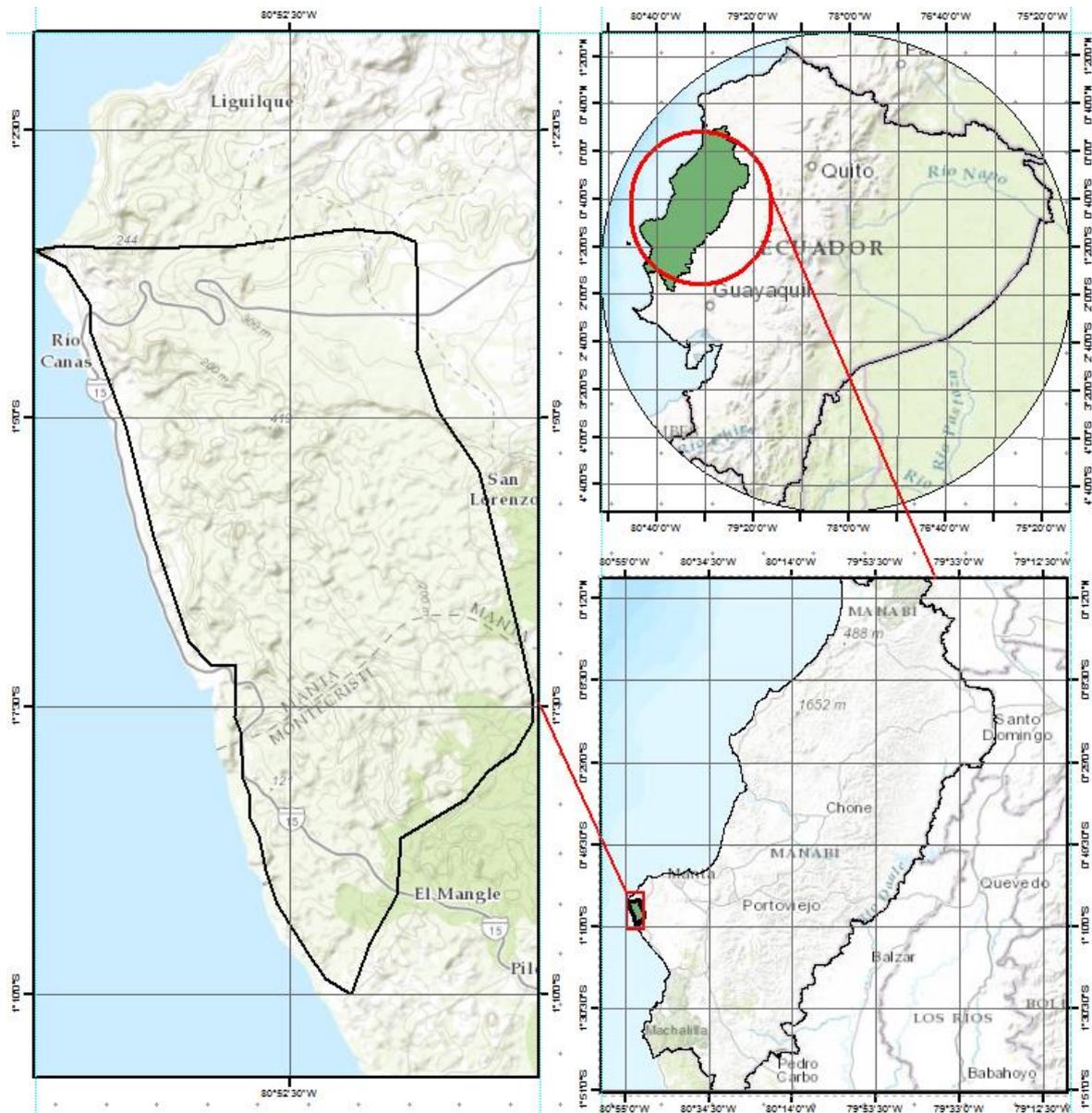
La metodología se validará utilizando como data insumo las encuestas piloto realizadas en las comunidades en estudio. El diseño de la investigación se muestra con mayor detalle en la Figura 2.



**Figura 2:** Diseño de la investigación. "Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales. Caso: Pacoche - Manabí - Ecuador".

### 5.3. Ubicación del área de estudio

El sitio de estudio está representado por la parte terrestre del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche, en la zona costera central del Ecuador a 20 km al sur de la ciudad de Manta en la provincia de Manabí. El área abarca una extensión de 5 096,41 ha ubicados entre los paralelos 9°888 4449 y 9°869 850 metros Norte y los meridianos 503 349 y 517 965 Este, del Sistema de Mercator. Se extiende desde el nivel del mar hasta los 363 m de altitud. Es atravesado longitudinalmente por la Vía E15 o *Marginal de la Costa*, que conecta a Manabí con las provincias Península de Santa Elena al Sur y Esmeraldas al Norte (Figura 3).



**Figura 3:** Ubicación del área de estudio.

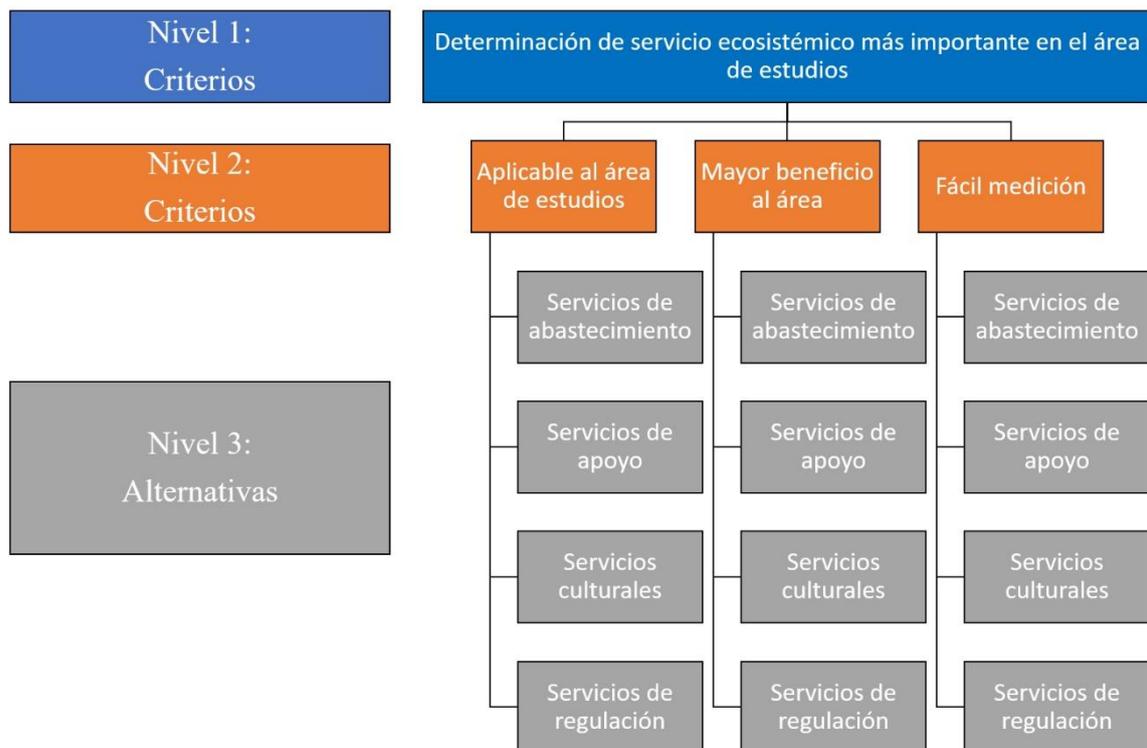
#### **5.4. Diagnóstico biofísico del área de estudios e identificación de los servicios ecosistémicos provistos por el bosque**

Se logró este objetivo teniendo como base principal la información secundaria y entrevistas a actores vinculados al área en estudio. Inicialmente, se realizó una recopilación de información básica sobre los aspectos biofísicos del área (clima, hidroclimatología y sedimentos, geología, geomorfología, suelos, información forestal, área silvestre, aspectos ambientales, entre otros) del área en estudios. Dicha información fue analizada, organizada y verificada por medio de recorridos de campo, imágenes satelitales y fotografías aéreas.

Como complemento del estudio se elaboraron mapas (Anexo 1) utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) e información del Instituto Geografico Militar (IGM) del Ecuador, los cuales permitieron conocer de una forma gráfica las características más relevantes del área, de igual manera, se presenta la ubicación de los poblados (Anexo 3) que fueron considerados en este estudio.

De la mano a la caracterización biofísica del área y a fin de determinar los servicios ecosistémicos que el área presta a las poblaciones aledañas, se desarrollaron reuniones con actores (los habitantes de las poblaciones en estudio) y tomadores de decisiones. En dichas reuniones, se establecieron las variables a utilizar para la integración de los factores que se utilizaron en este estudio.

La determinación de los servicios ecosistémicos más importantes en el área, se realizó utilizando un análisis multicriterio mediante el proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process), el cual consiste en la selección de alternativas en función de una serie de criterios, los mismos se detallan en la Figura 4. Dicho método utiliza comparaciones pareadas entre alternativas, para ello se rige a una escala de valores definidos por Thomas Saaty (1980), desarrollador del método (Ospina 2012), misma que se muestra en la Tabla 1.



**Figura 4:** Determinación de niveles, criterios y alternativas para análisis multicriterio mediante el método analítico jerárquico.

Partiendo de esta escala fundamental se construye una matriz de  $n \times n$ , donde  $n$  es el número de criterios o características y cada elemento de esta matriz es el cociente resultante de comparar el criterio fila con el criterio columna, por ejemplo: si el criterio fila tiene importancia esencial o fuerte sobre el criterio columna, el elemento correspondiente sería 5/1, si fuese lo contrario (es decir que el elemento columna tuviera una importancia esencial o fuerte sobre el criterio), la notación sería 1/5. Existen varios puntos a considerar al momento de formar la matriz, uno de ellos es que la matriz es recíproca, es decir, si el elemento resultante de comparar el criterio 1 con el criterio 2 es 1/3; el elemento de comparar el criterio 2 con el 1 deberá ser 3/1. De igual manera, el resultado será 1 cuando se compara criterios con sí mismo.

**Tabla 1:** Porcentaje de tierras con diferente pendiente por microcuenca dentro de los límites del área de estudio

<b>Escala numérica</b>	<b>Definición</b>
1	Ambos elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre el otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores
2	Entre igualmente y moderadamente preferible
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y muy fuertemente preferible
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible

**Fuente:** (Saaty 1980)

Luego de definida la matriz de comparaciones entre criterios (matriz A), se obtuvo a partir de ésta, una matriz normalizada (matriz B). Dicha normalización se realizó dividiendo cada uno de los valores obtenidos, para el resultado de la suma de los valores en la columna donde está situado. Una vez obtenida la matriz normalizada, se promediaron los datos para cada uno de los criterios (filas), obteniendo de esta manera el peso de cada criterio (autovector). Este autovector obtenido indica el peso o importancia relativa que cada uno de los criterios utilizados tiene en la valoración del conjunto de alternativas sobre las cuales se va a trabajar.

Uno de los factores más importantes del AHP (Analytic Hierarchy Process) es la capacidad de comprobar la coherencia del proceso mediante la determinación de la consistencia de la matriz planeada. Es decir que, si A con respecto a B es 1/3 y B con respecto a C es 1/3, entonces A con respecto a C tiene que ser 1/9, si da un valor diferente se está incurriendo en

una inconsistencia (Aznar et.al. 2012). Para llevar a cabo esta comprobación, es necesario calcular:

- $\lambda_{\max}$ . - Para obtener este valor, es necesario multiplicar cada uno de los datos de la matriz inicial (matriz A) por el autovector, obteniendo una nueva matriz (matriz C), cuyos valores (filas) serán sumados para luego dividir cada uno de ellos por el autovector. La suma de estos cocientes es el  $\lambda_{\max}$ .
- Coeficiente de inconsistencia (CI). - utilizando la siguiente formula:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

Donde:

CI = coeficiente de inconsistencia

$\lambda_{\max}$  = valor calculado a partir de la matriz C

n = número de criterios en el análisis

Una vez obtenido el CI, se procede a calcular el índice de consistencia o ratio de consistencia (RC), para ello es necesario utilizar los valores establecidos de consistencia aleatoria según el tamaño de la matriz analizada, éstos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Valores establecidos de consistencia aleatoria según el tamaño de matriz utilizada en el proceso analítico jerárquico (AHP)

Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,49	1,49

Fuente: (Aznar y Guijarro 2012)

El índice de consistencia (RC), es el cociente entre el CI calculado y el valor de consistencia aleatoria según el tamaño de la matriz analizada. Se considera que existe consistencia cuando este valor no supera los porcentajes que se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Valores máximos de RC según el tamaño de matriz utilizada en el proceso analítico jerárquico (AHP)

Tamaño de la matriz	Índice de consistencia o Ratio de consistencia
3	5 %
4	9 %
≥ 5	10 %

Fuente: (Aznar y Guijarro 2012)

### 5.5. Diagnóstico socioeconómico de los asentamientos humanos en el área de influencia de la zona en estudios

En primera instancia se realizó una revisión y análisis de la información existente, a través de fuentes secundarias como: censos, estimaciones y proyecciones de población, documentos, monografías, Tesis de grado, revistas, libros, entre otros, a fin de recopilar información (aspectos sociales, infraestructura de desarrollo, producción agropecuaria, economía, aspectos institucionales), que permitió caracterizar las poblaciones en estudio.

Luego de revisar información existente se procedió a la observación directa y aplicación de una encuesta semiestructurada directamente a los pobladores. Para ello se estimó una muestra para poblaciones finitas utilizando como dato demográfico los presentados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el año 2009 y utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * P * q}{d^2 * (N-1) + Z_a^2 * P * q}$$

Donde:

- N = total de la población
- Z<sub>a</sub> = 1.96 (si la seguridad es del 95%)
- P = proporción esperada (en este caso 5%)
- q = 1 – p (en este caso 1 - 0.05 = 0.95)
- d = precisión (en este caso 5%)

Para este caso la fórmula calculó 357 encuestas, lo cual indica que, si se encuesta a 357 personas, el 95% de las veces el dato real estará en el intervalo de ± 5% respecto al dato observado. Pese a lo expuesto y debido a que se quería tener la mayor cantidad de datos para disminuir el error experimental, se realizaron en total 610 encuestas. Dichas encuestas tenían dos objetivos:

- a) Obtener la mayor cantidad de información sobre aspectos que aporten a la caracterización de las poblaciones en estudio, como por ejemplo los listados en la Tabla 4
- b) Obtener información sobre percepción local de los indicadores que se utilizarían en la valoración de sostenibilidad. Para ello, las encuestas contaban con preguntas con una escala del 1 al 5: donde 1 = muy malo, 2 malo, 3 = regular, 4 = Bueno y 5 = muy bueno.

**Tabla 4:** Aspectos a considerarse en las encuestas para caracterización de las poblaciones en estudio

<b>Dimensión Ecológica</b>	<b>Dimensión Económica</b>	<b>Dimensión social</b>
Consumo de fertilizantes	Ingreso per cápita	Nivel de escolaridad
Percepción de servicios ecosistémicos	Participación de la agricultura	Desempleo
Intensidad de tala de bosque	Infraestructura/casa	Atención salud
Cambio de uso de la tierra	Producción de alimento local	Cobertura servicios públicos
Efectos ambientales por actividades en la zona	Venta de producción local	Transporte público
Consumo de agua por habitante	Infraestructura de riego	Nivel de escolaridad
	Apoyo institucional	Servicios básicos

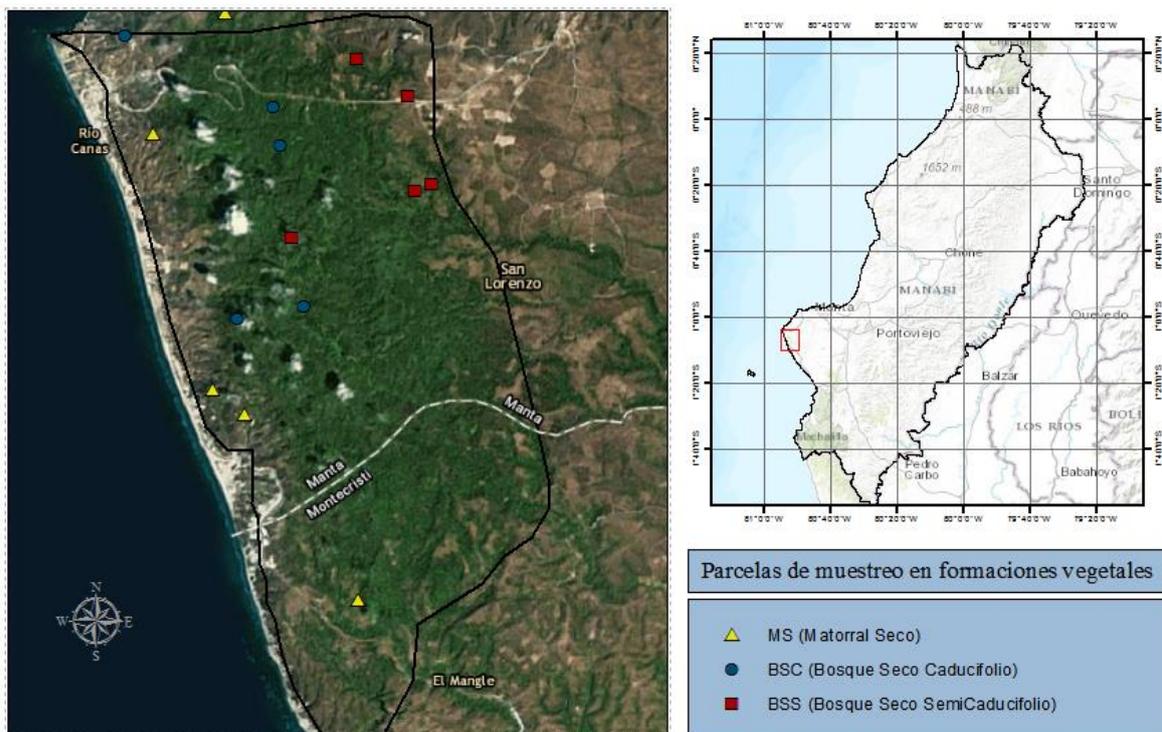
Adicionalmente se realizó correlaciones de Pearson entre las variables en estudio para comprobar la asociación entre ellas.

La estimación de biomasa y carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales responde a un intento por incluir mediciones de este tipo en la metodología para establecer un índice de sostenibilidad en territorios rurales, de tal manera, los muestreos en campo trataron de ser lo más simples posibles considerándose de tipo exploratorio como muchas metodologías que se desarrollan para este fin (Schlegel et al. 2001). No obstante, la metodología se ha desarrollado teniendo como premisa las buenas prácticas del IPCC (Penman et al. 2003), la estratificación, alometría y métodos analíticos.

#### **Determinación del tipo y número de parcelas**

La determinación del tipo y número de parcelas estuvo supeditada al tipo de cobertura, precisión requerida, disponibilidad de recursos para el desarrollo de actividades de campo y análisis de laboratorio (Rügnitz et al. 2009) a los objetivos de la investigación (IDEAM 2010, Yepes y Duque 2011). Debido al propósito exploratorio, el número de parcelas e intensidad de muestreo tiene como referencia los muestreos mínimos para investigaciones de estimación de carbono para áreas con baja densidad de árboles y diámetros pequeños (Rügnitz et al. 2009). No obstante, los cálculos fueron comprobados con “*Winrock sample plot calculator spreadsheet tool*”, una herramienta desarrollada en el marco MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) para calcular el número de parcelas de muestreo para estimar almacenamiento de carbono (Walker et al. 2014).

Con base a lo expuesto, se determinaron parcelas temporales, que son generalmente utilizadas en muestreos rápidos de tipo exploratorio, donde la información recabada obedece a registros puntuales, para lo cual no se necesita delimitar la unidad o marcar los individuos para una evaluación periódica (Melo y Vargas 2003). Dichas parcelas tuvieron un área de 250 m<sup>2</sup> (10 m x 25 m) y se instalaron cinco repeticiones (MINAM 2009) en cada una de las formaciones vegetales determinadas con anterioridad (Figura 5). La intensidad de muestreo se estableció en +/-20% (Pearson et al. 2005) del promedio de carbono a un nivel de confianza de 95 %<sup>5</sup>. Este hecho indica, por ejemplo, que en el 95% de las situaciones en las cuales se identifique un valor de carbono de 100 Mg C/ha, la cantidad real estará entre 80 y 120 Mg C/ha.



**Figura 5:** Ubicación de las parcelas de carbono en el área de estudio.

### Compartimientos de carbono

La selección de los compartimientos de carbono en las diferentes formaciones de bosque se realizó considerando factores logísticos (disponibilidad de recursos financieros, facilidad

<sup>5</sup> Usualmente, para proyectos forestales se utiliza un nivel de precisión (error de muestreo) de +/-10% del valor promedio de carbono a un nivel de confianza de 95%. No obstante, si se trata de proyectos del tipo MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) forestal en pequeña escala, puede utilizarse un nivel de precisión de +/-20% (Emmer 2007, Pearson et al. 2005).

para el transporte de muestras a laboratorios, y aspectos técnicos para proyectos REDD<sup>6</sup>). En este contexto se determinaron dos compartimientos de los cinco que pueden ser medidos (Brown 2002, Rüginitz et al. 2009, IDEAM 2010, Yepes y Duque 2011), la biomasa aérea viva y el carbono contenido en suelo.

### **Carbono almacenado en biomasa aérea**

Se utilizó un método indirecto, considerando su bajo costo, tiempo y recursos, en comparación con los métodos destructivos. Además de ello al ser un área protegida resultaba imposible utilizar un método directo. De esta manera, se utilizó la ecuación alométrica para bosques secos mixtos propuesto por Chave et al. (2005), la cual requiere medir variables en los árboles dentro de las parcelas para ser reemplazadas luego en el siguiente modelo:

$$BA_{est} = \exp (-2,187 + 0,916 \times \ln (\rho D^2 H)) \equiv 0,0112 \times (\rho D^2 H)^{0,916}$$

Donde:

$BA_{est}$  = biomasa aérea estimada (kg M.S./árbol)

$\rho$  = densidad de madera (g/cm<sup>3</sup>)

$D$  = diámetro a la altura del pecho (cm)

$H$  = altura total del árbol (m)

### **Medición de variables dasométricas**

Una vez instaladas las parcelas de muestreo, se realizaron las medidas dasométricas necesarias para alimentar el modelo alométrico. Dicho modelo comprende medidas de altura total (m), DAP (cm) y densidad de madera (g/cm<sup>3</sup>). Se midieron árboles con diámetros a la altura del pecho (DAP)  $\geq 5$  cm.

Para el caso de la densidad de madera se realizó la identificación de las especies presentes en cada una de las parcelas de muestreo y luego se utilizó la “*Global wood density database*” (Zanne et al. 2009). Se trató de obtener la densidad de madera a nivel de especie, sin embargo, en casos donde esta no existe en la base de datos ni información en otras fuentes bibliográficas, se utilizó la densidad del género o de la familia (Honorio y Baker 2010).

### **Calculo del stock de carbono en la biomasa aérea por hectárea**

---

<sup>6</sup>En proyectos de carbono es indispensable incluir la biomasa aérea como sumidero, ya que es el compartimiento que mayores cambios sufre como consecuencia de la deforestación/degradación de los bosques (BioCarbonFund 2008).

Luego de calcular la biomasa aérea (kg MS/árbol), se calcula la biomasa total en megagramos por hectárea (Mg/ha), multiplicando el valor obtenido por parcela, por el factor de conversión según el tamaño de la parcela empleado.

$$BA = (\sum AU / 1\ 000) \times (10\ 000 / \text{área de la parcela})$$

Dónde:

- BA = Biomasa arbórea sobre el suelo (Mg MS/ha)  
 $\sum AU$  = Sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela (kg MS./área de la parcela)  
 Factor 1 000 = Conversión de las unidades de la muestra de kg MS / Mg MS  
 Factor 10 000 = Conversión del área (m<sup>2</sup>) a hectárea

Para realizar la conversión de biomasa aérea a Carbono se consideraron los lineamientos definidos por la guía de buenas prácticas para uso de suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura del IPCC (Penman et al. 2003), que asume el contenido de carbono es el 50% de la biomasa aérea de cada árbol vivo (Jew et al. 2016, Hetland et al. 2016, Rajput 2016, Tashi et al. 2016, Vijayakumar et al. 2016, Yatskov 2016, Barrett 2014, Barrett y Christensen 2011, Paladinić et al. 2009, Fearnside y Laurance 2004, Karsenty et al. 2003, Clark et al. 2001, Malhi y Grace 2000, Phillips et al. 1998, MacDicken 1997), teniendo entonces que:

$$\Delta BA = (BA * FC)$$

Dónde:

- $\Delta BA$  = Cantidad de carbono en la biomasa aérea (Mg C/ha)  
 BA = Biomasa arbórea sobre el suelo (Mg MS/ha)  
 FC = Fracción de carbono (Mg C/tMS). El valor estándar es 0,50

### **Carbono en el suelo**

Para la estimación del carbono almacenado en el suelo, se utilizaron cilindros metálicos de volumen conocido para determinar la densidad aparente a diferentes profundidades (0 - 10; 10 - 20 y 20 - 30 cm). Al mismo tiempo se tomaron tres muestras de suelo, las cuales fueron homogeneizadas en un mismo recipiente para luego retirar una muestra compuesta de 200 g que sería posteriormente analizada en laboratorio para determinar carbono orgánico mediante el método de Walkley Black (método de oxidación húmeda).

La estimación de las reservas de carbono en el suelo por unidad de superficie en una parcela se realiza mediante la siguiente fórmula (Eggleston et al. 2006, Rüginitz et al. 2009):

$$COS_t = \sum_{\text{horizonte}=i}^{\text{horizonte}=n} \left( \left[ \left( BD_i * TH_i * \left[ 1 - \frac{CR_i}{100} \right] \right) * C_i \right] * 100 \right)$$

Donde:

$COS_t$  = Carbono orgánico del perfil completo (Mg ha<sup>-1</sup>)

$BD_i$  = Densidad aparente del horizonte i (g/cm<sup>3</sup>)

$TH_i$  = Espesor del horizonte i (m)

$CR_i$  = Volumen de fragmentos gruesos del horizonte i (vol. %)

$C_i$  = % de carbono orgánico del horizonte i (%)

### **Carbono almacenado en cada formación vegetal**

El carbono total almacenado en cada formación vegetal estuvo dado por la sumatoria de los componentes medidos, de tal forma:

$$C_T = C_S + C_{BA}$$

Donde:

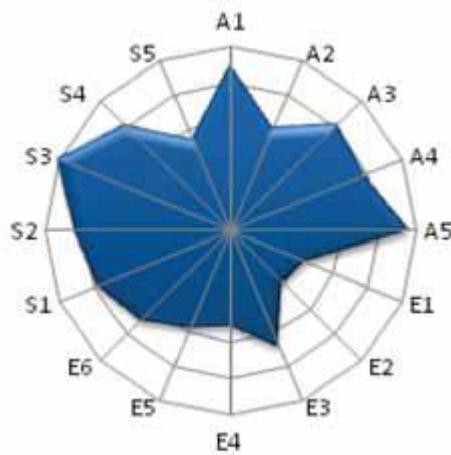
$C_T$  = Carbono total (Mg C / ha)

$C_S$  = Carbono almacenado en suelo (Mg C / ha)

$C_{BA}$  = carbono total almacenado en biomasa aérea (Mg C / ha)

### **5.6. Determinación de un índice de sostenibilidad basado en los resultados obtenidos en objetivos anteriores**

Se utilizó una variante de la metodología *Biograma* creada por el Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria (IICA) y que cuenta con una actualización del 2008. Esta metodología busca explicar procesos complejos en los cuales se requiere el análisis simultáneo de varias dimensiones. Dicha metodología está compuesta por una imagen en telaraña (Figura 6) con valores de entre 0 y 1 (siendo 0 el valor mínimo de desempeño y 1 el máximo), que representa los indicadores definidos con anterioridad para cada uno de los componentes en análisis y un índice integrado de desarrollo sostenible ( $S^3$ ) que en conjunto pueden llevar a una idea del grado de desempeño de una unidad territorial.



**Figura 6:** Gráfico de telaraña para los indicadores identificados.

La finalidad de presentar en una imagen todos los factores en análisis ofrece la oportunidad de identificar los desequilibrios en el sistema y determinar la posible solución al mismo. La Tabla 5 muestra el estado del sistema conforme al valor calculado mediante los indicadores utilizados en el estudio.

**Tabla 5:** Valoración del desarrollo sostenible calculado, identificación y significado.

Valor del Índice calculado	Estado del sistema
< 0,2	Alta probabilidad de colapso
De 0,2 a 0,4	Situación crítica
De 0,4 a 0,6	Sistema inestable
0,6 a 0,8	Sistema estable
0,8 a 1	Situación óptima del sistema

Esta metodología presenta un gran reto; el de analizar indicadores con métricas diferentes, considerando aquello, se utilizará un tipo de función de relativización para estandarizar los valores a una misma escala. Esta función, se basa en la metodología planteada por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) para calcular el Índice de Desarrollo Humano.

Para el caso en que los indicadores presentan una relación positiva se adoptó la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{x - m}{M - m}$$

Donde:

x = valor de la variable o indicador

m = valor mínimo de la variable  
M = nivel máximo de la variable

Para el caso en que los indicadores presentan una relación inversa, se modificó la fórmula anterior con el fin de mantener sus propiedades:

$$f(x) = \frac{x - M}{m - M}$$

Donde:

x = valor de la variable o indicador  
m = valor mínimo de la variable  
M = nivel máximo de la variable

Dado que este índice es creado a partir de los indicadores seleccionados para cada dimensión (ecológico, social, económico) también es posible obtenerlo en forma separada para cada componente, determinando así su contribución al índice total de sostenibilidad y al igual que el gráfico de telaraña expone la dimensión que necesita ser potencializada.

Para el desarrollo y consecución de este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

- a. Selección de unidad de estudios. Representada por la zona que se delimitó en el objetivo 1 y en la cual se aplicaron encuestas (objetivo 2 y muestreos (objetivo 3).
- b. Definición de las dimensiones. Una vez definida el área de estudios y considerando la multidimensionalidad de la sostenibilidad en cualquier territorio, se determinaron los indicadores que se utilizarían para cada una de las dimensiones dentro del estudio (ecológica, social y económica), los mismos que servirían posteriormente para el análisis y valoración de la sostenibilidad en el área. Dichos indicadores se muestran en la Tabla 6. En el mismo cuadro se presenta la codificación para cada uno de los indicadores, el indicador *per se* y la relación (positiva o negativa) que éste tiene con la sostenibilidad. Es decir, el aumento del valor del indicador refleja una situación mejor o peor para la dimensión. De esta forma, si un aumento en el valor del indicador resulta en una mejoría del sistema, se considera que se tiene una relación positiva (+). Por el contrario, si un aumento en el valor del indicador empeora la situación, se tiene una relación inversa o negativa (-).

**Tabla 6:** Dimensiones utilizadas en el estudio, los indicadores para cada dimensión y la relación de los mismos con la sostenibilidad.

	<b>Codificación</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Relación</b>
<b>Dimensión Ambiental</b>	<b>A1</b>	Importancia del bosque para su vida	+
	<b>A2</b>	Tala de bosque	-
	<b>A3</b>	Uso de agroquímicos	-
	<b>A4</b>	Carbono en bosque	+
<b>Dimensión Económica</b>	<b>E1</b>	Ingreso económico (mensual)	+
	<b>E2</b>	Aporte de la agricultura al desarrollo económico	+
	<b>E3</b>	Producción local de alimento	+
	<b>E4</b>	Capacitaciones	+
	<b>E5</b>	Satisfacción con nivel de vida actual	+
<b>Dimensión Social</b>	<b>S1</b>	Calidad de la educación	+
	<b>S2</b>	Salud	+
	<b>S3</b>	Provisión servicio eléctrico	+
	<b>S4</b>	Transporte público	+
	<b>S5</b>	Apoyo institucional (ONG's, Estado, entre otras)	+

- c. Establecer valores máximos y mínimos. Estos valores máximos y mínimos servirán como referencia en el estudio y provendrán de los mismos datos tomados en campo (objetivo 2 y 3).
- d. Valoración de cada dimensión. Los resultados para cada indicador se obtuvieron por medio de preguntas con opción escalar (del 1 al 5) y se registraron respuestas para cada una de las 610 encuestas realizadas. Posteriormente, para obtener la valoración para cada dimensión, se calculó primero el promedio de cada indicador, obteniendo 610 valores, los cuales fueron promediados para conseguir un solo valor que representaría la valoración general de la dimensión ( $S_D$ ).
- e. Valoración integrada de la sostenibilidad. Luego de obtener los valores para todas las dimensiones, las mismas se agregan para obtener el índice integrado. La agregación se realiza ponderando cada dimensión por un porcentaje de importancia.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Caracterización biofísica

#### 6.1.1. Ubicación, extensión y límites

El área de estudios se encuentra ubicada en la costa central ecuatoriana, en la provincia de Manabí (Anexo 1). El límite noroccidental del área corresponde al cabo San Lorenzo, localizado al extremo occidental de la provincia de Manabí (INOCAR 2005). Corresponde al área terrestre del Refugio de Vida Silvestre Marino – Costero Pacoche (RVSMC-Pacoche), conformado por las vertientes orientales y occidentales de los cerros de Pacoche, Los Lugos, Agua Fría y Monte Oscuro, que forman parte del macizo discontinuo de la cordillera costanera en Manabí. Políticamente el área forma parte de las parroquias San Lorenzo y Montecristi, pertenecientes a los cantones de Manta y Montecristi, respectivamente y dentro de la microrregión 4 de la provincia de Manabí.

El perfil costero del área en estudio forma parte de la denominada “Franja Turística Costera Pesca Artesanal”, que se extiende desde Crucita hasta la playa de San José, denominada de esta manera debido a que la actividad principal y común en la zona, es la pesca. Por otra parte, es importante señalar que además, el área seleccionada corresponde a la Zona de Espacios Naturales Abiertos – Bosques (Mendoza et al. 2006).

Cabe resaltar también que por su ubicación (20 km al norte del Parque Nacional Machalilla, y al noroeste de los bosques protectores de Sancán y Cantagallo), esta área se encuentra dentro de una estrategia de planificación regional impulsada por Conservation International, cuyos objetivos apuntan a la conservación y el desarrollo socioeconómico (Andrade et al. 2004).

El área abarca una extensión de 5 096,41 ha ubicados entre los paralelos 9°888 4449 y 9°869 850 metros Norte y los meridianos 503 349 y 517 965 Este, del Sistema de Mercator. Se extiende desde el nivel del mar hasta los 363 m de altitud. Es atravesado longitudinalmente por la Vía E15 o *Marginal de la Costa*, que conecta a Manabí con las provincias Península de Santa Elena al Sur y Esmeraldas al Norte. El límite sur se encuentra a 30 km de *Puerto Cayo*, una pequeña población con importancia turística en la zona. Hacia el norte y a 25 km

del límite, se encuentra la ciudad de Manta, siendo la ciudad más cercana, con gran potencial turístico nacional e internacional. En esta ciudad se encuentra uno de los puertos multipropósito más importantes en la región, por donde ingresan alrededor del 13 % del total de navíos que ingresan al país (Moreno 2007).

### **6.1.2. Clima**

En cuanto a clima, la provincia de Manabí al igual que el resto de la costa ecuatoriana, está influenciada por dos corrientes marinas (Humbolt y Panamá), principalmente, las cuales determinan un clima de tipo tropical megatérmico árido a semiárido, caracterizado por temperaturas medias anuales de 24 °C, con máximas que rara vez superan los 32 °C y mínimas de 16 °C. El gradiente térmico de la zona responde a la ecuación  $T = 24,4 - 3 (h)$ . Donde, T es igual a la temperatura media anual expresada en grados Celsius y h es igual a la altitud expresada en kilómetros.

En términos generales, la provincia de Manabí se caracteriza por sus escasas y variables precipitaciones, sobre las que intervienen otros factores como la elevadas temperaturas y fuerte insolación, que incrementan la evaporación y transpiración, en donde las pérdidas de agua tienen tanta incidencia como la escasez de la lluvia. Sin embargo, se puede afirmar que las precipitaciones van desde los 170 a 500 mm en una estación lluviosa que generalmente se produce en el periodo comprendido entre los meses de enero y abril, variando éste cuando se presentan fenómenos ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) (Pourrut et al. 1995). Las más altas precipitaciones se presentaron en 1982-1983 durante el fenómeno El niño (1 835,1 mm) y en 1998 (1 536.60 mm) (Nouvelot 1995).

Algo interesante de resaltar del área de estudios, es que desde la zona costera y en menos de 5 km se puede pasar desde ambientes áridos a moderadamente húmedos y menos cálidos sobre altitudes no mayores a los 300 msnm con cambios importantes en la vegetación. Las pequeñas superficies desde el nivel del mar hasta los 360 m de altitud hacen a esta zona de transición muy vulnerable a ligeros cambios en los patrones mundiales del clima.

Siendo específicos, se podría decir que en la parte baja (bajo los 200 msnm) se presentan vientos provenientes de las corrientes marinas, mismos que sobre los 200 m provocan una precipitación de baja intensidad (garúa) que humedece la vegetación. Es en esta franja altitudinal (sobre los 200 m.s.n.m. y por debajo de los 300 m.s.n.m.) donde el clima (variaciones intra e inter anuales de precipitación) limita el potencial de la vegetación o su

recuperación después de haber sido utilizada. Es de esta manera como la estacionalidad o variabilidad climática (sobre todo precipitaciones), entre otros factores, determinan el uso de los recursos en la zona de estudio. Por ejemplo, el cultivo de perennes se practica sobre los 200 m de altitud al igual que la ganadería bovina donde existen mesetas con potencial para crecimiento de árboles y pastizales; por otro lado, el ganado caprino aprovecha la poca vegetación en las zonas áridas por debajo de los 200 msnm, mientras que los cultivos de ciclo corto dominan en las partes bajas, en zonas más cercanas a las poblaciones.

Por otra parte, y en torno a los 300 msnm la bruma marina incrementa la cantidad de agua que recibe la vegetación gracias a la orografía del área, aprovechando de esta manera el frente húmedo para dotar de agua a la vegetación durante varios meses al año. A partir de este punto la temperatura desciende un par de grados con respecto a la registrada a nivel del mar.

Es importante señalar que muchas prácticas de producción no sostenible en la zona (sobrepastoreo, quema de vegetación, sobreaprovechamiento de la madera, agricultura inadecuada, de entre otras), son fuente notable del deterioro ambiental, pudiendo provocar cambios desfavorables sobre todos los componentes bióticos del ecosistema. Como ejemplo sustancial, se podría citar las afecciones a la vegetación, cuya alteración repercute en la calidad de los suelos, la retención de agua, el ciclaje de nutrientes, el ciclo hidrológico, entre otros.

En este contexto, el 81,2 % de los encuestados han notado cambios en el clima en los últimos 5 años. De estos, un 43,9 % opina que los cambios que se han notado es la extensión del periodo seco, otro alto porcentaje (37%) opina que se han reducido las lluvias, concordando además en que se ha notado un cambio en la distribución de las lluvias. Este hecho se comprueba con las afirmaciones (39,4%) de que existen riesgos de inundación en el área en el mes de marzo y sequías en mayo y junio y julio.

El 71,3%, se siente afectado por este tipo de fenómenos climáticos. Además de ello, el 55,4% de personas consideran que este tipo de anomalías no son normales y han venido aumentando con el tiempo ya sea por causas naturales (53,2 %), de origen antrópico (11,4%) o por una mezcla de ambos (35,4 %).

### 6.1.3. Cuencas hidrográficas y recursos hídricos

El sistema hidrográfico del área incluye, casi en su totalidad a 15 cuencas (MAE 2009) (Tabla 7) que son:

- En la vertiente septentrional que drenan hacia el Norte: Río Pacoche y Río Liguiqui
- En la vertiente occidental que drenan directamente al mar: Río San Lorenzo, Sin nombre 1, Cañas, Sin nombre 2, Piñas, Punta Colorada, Sin nombre 3, Santa Rosa, La Canoa, El Mangle
- En la vertiente oriental que drenan hacia el oriente: Estero Aguas Frías, Río de Cañas, Río Los Napos.

**Tabla 7:** Superficie y porcentaje de ocupación de microcuencas dentro de los límites del área de estudio

Microcuencas	Superficie (ha)	% del área de estudios
<b>Vertiente Septentrional</b>		
Río Pacoche	357,26	7,01
Río Liguiqui	95,08	1,87
<b>Vertiente occidental</b>		
El Mangle	233,68	4,59
Sin Nombre 2	185,14	3,63
Santa Rosa	243,75	4,78
La Canoa	108,20	2,12
Punta Colorada	9,41	0,18
Río Cañas	359,92	7,06
Río San Lorenzo	462,51	9,08
Sin Nombre 1	42,21	0,83
Piñas	180,85	3,55
Sin Nombre 3	127,96	2,51
<b>Vertiente oriental</b>		
Río Los Napos	701,49	13,76
Río de Cañas	939,58	18,44
Esteros Agua Fría	1049,36	20,59
<b>TOTAL</b>	<b>5096,40</b>	<b>100</b>

FUENTE: Adaptado de (MAE 2009)

Las cabeceras de las vertientes que drenan hacia el Norte se encuentran por debajo de los 200 m de altitud. Las cabeceras de los ríos que drenan hacia el occidente o hacia el oriente nacen de una cordillera con orientación Norte – Sur cuya altitud máxima es de 363 m. El agua proveniente de lluvias y que alimenta los ríos que drenan hacia el oeste, tiene un

máximo en el mes de marzo; mientras que los ríos que drenan hacia el este, en el mes de abril.

El área se caracteriza por suelos con permeabilidad media alta, ya que, según Pourrut y Gómez (1995), la infiltración en esta zona es favorecida por redes geológicas y la presencia de horizontes arcillo – arenosos que favorecen el mantenimiento de una capa freática cercana a la superficie y la formación de manantiales o ciénegas.. Estos autores también mencionan que el agua de escorrentía en el área es de aproximadamente 30 l/s/Km<sup>2</sup> reduciendo este valor en la medida en que se acerca al borde litoral, llegando hasta los 10 l/s/Km<sup>2</sup>.

#### **6.1.4. Geología**

Estudios como los de Cantalamessa y Di Celma (2004), afirman que la mayor parte de la superficie del área en estudio, se formó en el Plioceno, época geológica caracterizada por intensos cambios climáticos hace alrededor de 4 millones de años. Esta área presenta, además, afloramientos de suelos con origen desde el cretácico hasta el reciente y sedimentos cuaternarios o recientes (predominan lutitas, limonitas, arcillas, areniscas, aluviales y coluviales y algunos materiales volcánicos como el basalto). Las formaciones geológicas que se pueden encontrar en el área son:

- Formación Piñón (Kv): de edad Cretácica (145 - 65 millones de años), compuesta de mantos basálticos, utilizados como materiales de construcción. Forma las rocas de la punta del Cabo San Lorenzo y una pequeña área ubicada en la parte oeste de la población de San Lorenzo desde donde se extraía material para construcción.
- Formación San Mateo (Esm): de edad Eoceno (56,5 - 35,4 millones de años), está constituida de turbiditas. Estos afloramientos se presentan en el área de estudio en una superficie de 1 491,23 ha (29,26% del área) que ingresan desde el norte y llega hasta la población de Santa Rosa.
- Formación Canoa (Pc): de edad del Plioceno – Cuaternario, (5,2 millones de años - hasta nuestros días), está constituida por arenas, conglomerados y arcillas, con una superficie total de 2 039,12 ha, que representan el 40,01% de la superficie del área protegida. Ocupa la parte oriental, en la cuenca del estero Aguas Frías y las partes bajas de los ríos Los Napos y Las Cañas.
- Formación Tablazo (Ct): de edad Cuaternaria, (al final del período Terciario, hace 1,64 millones de años hasta la actualidad), constituida por terrazas marinas. Se encuentra desde los 200 m.s.n.m. y se extiende por alrededor de 1 429,75 hectáreas.

- Material Reciente: de edad cuaternaria (desde hace 1,64 millones hasta el presente), se caracteriza por contener de arcillas marinas. Se encuentra en el piedemonte de las cuencas que drenan directamente hacia el mar. Cubre una superficie de 32,20 hectáreas.

Es importante señalar además que las formaciones de Tablazo y Canoa, se forman como sucesiones caracterizadas por abundante fauna compuesta principalmente de conchas de moluscos y otolitos de peces (Di Celma et al. 2002, Cantalamessa y Di Celma 2004, 2004, Di Celma et al. 2005, Bianucci et al. 2006). Este hecho y algunos otros, permiten comprender de mejor manera la conformación geográfica de la zona, así como también, los tipos de suelo y composición de flora y fauna.

En la actualidad, el área forma parte de la *Ecorregión de los Bosques Secos del Ecuador*, *Ecorregión de los Pastizales Inundables de Guayaquil* (Dinerstein et al. 1995) y de la provincia biogeográfica *Ecuador Árido* (Morrone 2004, 2013), muy estrechamente relacionadas con la desertización de algunas partes del perfil costero de Chile, Perú y Ecuador provocada por la corriente fría de *Humbolt* en el Mioceno; y con los cambios cíclicos de la inclinación del eje del planeta (Hernández-Camacho et al. 1992).

#### **6.1.5. Topografía**

Pedoja et al. (2006) sostienen que la topografía del área en estudio es una consecuencia de los levantamientos provocados por la subducción de la cordillera *Carnegie* (cordillera submarina de origen geológico que interactúa entre el hot spot de *Galápagos* y la dorsal oceánica *Cocos Nazca*) a fines del Plioceno. Tal proceso ocasionó la formación de terrazas en las zonas costeras de Perú y Ecuador, de las cuales la cota más alta se la encuentra en la *Península de Manta* (Goyes-Arroyo 2010), misma que recorre desde el Cabo San Lorenzo hasta el cerro de Montecristi siguiendo una orientación este-oeste. La parte más alta de la península comprende territorios con alturas que van desde los 363 m en el Aromo, hasta los 600 m en Montecristi.

A 4,5 km del *Cabo San Lorenzo*, del *domo* (parte más alta de la península de Manta), con dirección sur, se desprende una cadena montañosa de 13 km de longitud y alturas que van desde los 100 a 200 m.s.n.m. y se extienden hasta la localidad de *El Mangle*. La vertiente occidental de la mencionada cadena montañosa, cuenta con relieve agudo, régimen hídrico intermitente y cuencas cortas, que drenan directamente al Pacífico. Su vertiente oriental, por

el contrario, presenta un relieve menos agudo, con ríos y cuencas de mayor tamaño que la vertiente occidental, pero con igual intermitencia del régimen hídrico.

En la extensión total de la *península de Manta* se ubican ocho terrazas marinas con altitudes de entre 25 a 360 m.s.n.m. El área delimitada para ser estudiada, se encuentra en las terrazas T5 (denominada como *El Aromo*) que cubre una superficie de 220 km<sup>2</sup> sobre los 300 m de altitud y en la T4 (llamada terraza *Chispas*) con una extensión de 200 km<sup>2</sup> entre los 230 y 250 m de altitud (Pedoja et al. 2006).

**Tabla 8:** Porcentaje de tierras con diferente pendiente por microcuenca dentro de los límites del área de estudio

Microcuenca	Pendientes (por % de superficie)		
	0 a 25 %	25 a 50 %	>50 %
El Mangle	44	52	4
Sin Nombre 2	49	44	7
Río Los Napos	52	41	7
Santa Rosa	59	39	2
La Canoa	57	39	4
Punta Colorada	70	29	1
Río de Cañas	67	29	4
Estero Agua Fría	69	28	3
Río Pacoche	69	26	5
Río Cañas	72	25	3
Río San Lorenzo	74	23	3
Sin Nombre 1	77	22	1
Río Liguíqui	79	19	2
Piñas	86	13	1
Sin Nombre 3	88	10	2
<b>Porcentaje con respecto al área total</b>	<b>65,95</b>	<b>30,41</b>	<b>3,90</b>

FUENTE: Adaptado de (MAE 2009)

Por lo expuesto en la Tabla 8, se puede resumir que alrededor del 66 % de la zona de estudios posee pendientes que van desde 0 a 25 %, por tal motivo se asume que estas microcuencas son menos vulnerables a la erosión si se las compara con las áreas que tienen pendientes de 25 a 50 % (30 % del área total) y mayores a 50 %, cuya topografía podría favorecer a procesos de erosión hídrica y eólica.

### 6.1.6. Suelos

Los suelos en el área de estudios, como se comentó anteriormente, se formaron en el Plioceno, presentan también afloramientos del cretácico, incluye algunos materiales sedimentarios de origen cuaternarios, predominando las lutitas, limonitas, arcillas, areniscas,

aluviales y coluviales y algunos materiales volcánicos como el basalto. Atendiendo a su régimen de humedad, los suelos en el área de estudios pueden dividirse en arídicos, *údicos* (húmedos) y *ústicos* (secos). La Tabla 9 muestra en detalle los tipos de suelo encontrados en el área de estudio. Es importante que los suelos *údicos* que se encuentran sobre los 200 m de altitud, en colinas con pendientes de 40 a 70% corresponden a los *Paralithic Vertic Eutropep* (*Vxd23*) y los que se hallan en superficies disectadas de las mesas con pendientes entre 25 a 70% corresponden a los *Typic Hapludoll* y *Vertic Hapludol* (*Md9*). Por otra parte, los suelos *ústicos* se encuentran por debajo de los 200 m de altitud, en zonas planas o ligeramente onduladas.

#### **6.1.7. Formaciones vegetales naturales y cobertura vegetal**

Las formaciones naturales de la región Costera del Ecuador y que se encuentran bajo los 1300 m.s.n.m. en las estribaciones occidentales de los Andes han sido subdivididas en tres subregiones (Valencia et al. 1999): subregión Norte (húmeda), Subregión Centro (seca y húmeda) y Subregión Sur (Seca). El área en estudios se encuentra en la subregión Centro y dentro de ésta en la Ecorregión de Bosque Seco ecuatoriano que se extiende desde la línea equinoccial, en la provincia de Manabí hasta los 3° S en la provincia de El Oro. En esta ecorregión los efectos del gradiente climático se ven reflejados no solo en la vegetación también da origen a patrones biológicos y ecológicos que pueden incluir aumento de tamaño de árboles y como consecuencia el aumento de número de estratos; reducción en el número de especies caducifolias, cambios en el tamaño de las hojas, paulatino predominio de especies arbóreas sobre las herbáceas y arbustos y reducción de las especies espinosas, incluyendo las cactáceas.

**Tabla 9:** Tipos de suelo encontrados dentro de los límites del área en estudio.

Características	Profundidad	Régimen de humedad	Taxonomía	Geomorfología	Superficie (ha)	Área (%)
<b>ENTISOLES</b>						
Suelos poco desarrollados, sin horizonte cámbico y con roca meteorizada a menos de 20 cm de profundidad.		Árido	Torriorthent	Zonas con pendientes fuertes > 70%	18,71	0,37
		Ústico	Ustorthent		81,65	1,60
<b>VERTISOLES</b>						
Suelos con horizonte argílico y cambio abrupto de textura entre los horizontes A2 y el Bt. Suelos arcillosos, Bt macizo, duro en seco; pH cerca de 7 o ligeramente inferior, sin CO <sub>3</sub> Ca.		Ústicos	Vertic Paleustalf	Zonas planas o ligeramente onduladas P < 12%	396,86	7,79
Suelo con epipedón mólico. Suelos limo arcillosos a arcillosos; Con pH < 7, sin CO <sub>3</sub> Ca, BI > 20 me/100 g en la profundidad.	Profundos	Údico	Typic Hapludoll y Vertic Hapludoll		93,89	1,84
Suelos con características vérticas: más de 35% de arcilla montmorillonita, estructura maciza en húmedo y grietas abiertas en verano.						
Grietas abiertas menos de 300 días más de 60 días al año. pH > 7, BI 35 – 50 me/100 g. Sin o poca cantidad de CO <sub>3</sub> Ca.	Profundos (>50 cm)	Ústicos	Vertic Ustropet o Ustert	Colinas con pendientes de 12 a 40%	1440,80	28,27
	Poco profundos (<50 cm)	Ústicos	Paralithic Vertic Ustropept	Colinas con pendientes de 40 a 70%	2185,10	42,88
Grietas abiertas menos de 90 días al año. pH < 7, disminuye en profundidad. Sin CO <sub>3</sub> Ca; BI: 25 a 45 me/100 g.	Poco profundos (<50 cm)	Údico	Paralithic Vertic Eutropet	Colinas con pendientes de 40 a 70%	879,40	17,26
<b>TOTAL</b>					<b>5096,41</b>	<b>100</b>

FUENTE: Gordillo et al. (1976)

El área en estudio alberga al menos siete ecosistemas con alta cantidad de especies que a la vez representan gran valor para las comunidades locales. De tal manera y a modo de introducción a la temática, se presenta a continuación una muy breve reseña de las seis formaciones naturales vegetales que han sido preliminarmente clasificadas por Valencia et al. (1999) para la Costa ecuatoriana, las cuales son:

- *Bosque siempre verde piemontano de la cordillera de la Costa*: se localiza entre bosques semidecuidos piemontanos y de los de neblina en las cordilleras de la Costa, entre los 300 y 450 msnm, en zonas con pendientes fuertes. Los árboles son de más de 25 metros de alto. Familias importantes son Myristicaceae, Lauraceae, Moraceae y Euphorbiaceae. Entre las herbáceas están las familias Arecaceae, Cyclanthaceae, Piperaceae y los helechos. A esta formación se la puede encontrar cerca de la cumbre de los cerros Montecristi, Masvale, Pancho Diablo, y Cimalón en la Reserva Manglares Churute. Al contrario de formaciones similares en las cordilleras interiores, la precipitación dominante es horizontal.
- *Bosque semidecuiduo de tierras bajas*: se localiza entre los bosques secos deciduos de tierras bajas y los húmedos de la cordillera costera en una franja entre los 100 y 300 msnm. Avanza hacia el Norte en la Cordillera de Chongón Colonche hasta la provincia de Manabí en el “Parque Nacional Machalilla” y por el Sur, en la provincia del Guayas, a la “Reserva Ecológica Manglares Churute”. El estrato arbóreo es disperso. Crece en pendientes muy fuertes con suelos pedregosos. El sotobosque es muy denso y en ocasiones cerrados por el suro, *Rhipidocladum recemiflorum* (Poaceae). Se encuentran especies espinosas y algunas plantas que pierden sus hojas en una época del año.
- *Bosque deciduo de tierras bajas*: se ubica entre las formaciones de matorrales secos de tierras bajas y los bosques semidecuidos o húmedos tropicales, en una franja altitudinal entre los 50 y 200 msnm. La vegetación se caracteriza por perder las hojas durante una parte del año. Los árboles más conspicuos son de la familia Bombacaceae, tienen troncos abombados y copa ancha. La vegetación en el estrato medio incluye varias especies de cactus y de plantas espinosas del orden fabales. Se localiza entre las provincias de Manabí en el “Parque Nacional Machalilla” y en la provincia del Guayas en Cerro Blanco y las bases de los cerros Masvale, Cimalón, Perequeté, Mate y Pancho Diablo en la Reserva Nacional Manglares de Churute”.

- *Matorral seco de tierras bajas de la Costa*: se encuentra en la cercanía al mar, a altitudes inferiores a los 100 msnm. La vegetación se caracteriza por ser seca, achaparrada de hasta 6 m de altura y espinosa, con notable presencia de cactus columnares. Familias bien representadas son Capparaceae, Euphorbiaceae, Boraginaceae y Convolvulaceae, y el orden fabales.
- *Matorral seco litoral*: la vegetación está caracterizada por arbustos de hasta 4 metros de altura que crecen sobre la arena y rocas en contacto con el agua de mar durante los períodos de marea alta. Se localizan en las provincias de Manabí y Guayas en lugares de playas.
- *Espinar litoral*: ocurre en las cercanías al mar, en la mayoría de casos mezclada con el matorral seco de tierras bajas. La vegetación está caracterizada por plantas de la familia Cactaceae, columnares, aplanadas o triangulares, con alturas de hasta 6 m. Se encuentran también otras familias en las que la presencia de espinas es un carácter general: Malpighiaceae, Mimosaceae, Achatocarpaceae, Erythroxylaceae, Celastraceae y Rhamnaceae.

Dado que para hacer una clasificación de las formaciones vegetales naturales dentro del área motivo de evaluación sería necesario un estudio más profundo de las mismas, y a fin de facilitar la presente investigación (la cual no contempla la determinación de formaciones vegetales), se ha considerado utilizar la clasificación propuesta por el *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marina Costera Pacoche* (MAE 2009), que a su vez se basa en la similitud con las formaciones vegetales identificadas por Josse (2000) en el *Parque Nacional Machalilla*; y en la evidente relación entre las formaciones vegetales y el gradiente altitudinal. De esta forma se podrían diferenciar 3 formaciones vegetales que son:

- *Matorral seco*: desde el litoral hasta los 150 a 200 m de altitud. Esta formación por su similitud en cuanto a características representaría al *Matorral seco litoral*, al *Matorral seco de tierras bajas de la Costa* y al *Espinar litoral*.
- *Bosque seco caducifolio*: limita con el matorral seco y llega hasta los 320 m de altitud, con una precipitación mayor a la que recibe el matorral seco. En esta formación, debido a la similaridad de características, estaría representado al *Bosque deciduo de tierras bajas*.

- *Bosque seco semicaducifolio*: localizado sobre los 320 m de altitud. Esta formación representaría al *Bosque semidecíduo de tierras bajas* y al *Bosque siempre verde piemontano de la cordillera de la Costa*.

Las diferencias entre estas formaciones, principalmente, se relaciona con la altitud, el estado de sucesión de las mismas y aunque podrían compartir especies, la humedad que se presenta en muchas zonas puede ser un factor de importancia en su diferenciación (Murphy y Lugo 1986). La Tabla 10 muestra las superficies de ocupación de cada una de las coberturas vegetales presentes en la zona de estudios.

**Tabla 10:** Superficie de ocupación de cada una de las coberturas vegetales presentes en la zona de estudio

	<b>Superficie</b>
Matorral seco	1 056,41
Bosque caducifolio	2 881,62
Bosque semicaducifolio	732,67
Caña guadua	73,65
Pastos	352,07
<b>TOTAL</b>	<b>5 096,42</b>

FUENTE: Adaptado de MAE (2009)

Es importante indicar, también que, en toda el área, se puede evidenciar cierto grado de intervención humana y sobre los 200 m.s.n.m. se pueden encontrar pequeños parches de cultivos perennes (caña de azúcar, paja toquilla, pastos) y ciclo corto (maíz), de igual manera, además es posible observar manchas de caña guadua y de paja toquilla sembradas en las zonas riparias.

### 6.1.8. Flora y fauna terrestre

Un género vegetal muy característico del área de estudios es el *Ficus* (higuerón), del cual se han encontrado alrededor de 14 formando parte de los diferentes estratos observados. Dentro del primer estrato se puede encontrar, además del higuerón, al café (*Coffea arabica*) junto a guabas (*Inga* sp.) género el cual está presente con cuatro especies; varias especies de frutales (guayaba, toronja, mandarina, naranja, cacao, caimito); y algunas musáceas. En este primer estrato, también es posible encontrar varias herbáceas y arecáceas que forman parte del sotobosque.

En el segundo estrato se pueden hallar algunas leguminosas de los géneros *Pithecellobium* y *Pseudosamanea*, compartiendo el mismo estrato con algunos maderables como Fernán

Sánchez (*Triplaris cumingiana*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), pechiche (*Vitex gigantea*), laurel (*Cordia allidora*). El tercer estrato esté compuesto principalmente por árboles de la familia Moraceae (higuerón) cuyos individuos llegan a medir de 30 a 40 m de altura.

Por otra parte, y asociado a todos los estratos mencionados, también se puede observar la presencia de herbáceas rastreras y trepadoras (entre las cuales se encuentran siete especies de Philodendron); así como también, epífitas como las orquídeas (17 especie) y bromelias (nueve especies). En determinadas áreas existen sistemas agroforestales que incluyen asociaciones de varias leñosas perennes (maderables o frutales) con caña de azúcar; café; tagua y otras arecáceas. Estos sistemas permiten la producción continua de productos durante todo el año.

Algunos estudios (Arguello et al. 1998, MAE 2009), han encontrado en el área hasta 374 especies de plantas vasculares desde el litoral hasta los 360 m.s.n.m. Dichos estudios han determinado, además, que el 89 % de las especies vasculares encontradas son nativas y 5 % se encuentran en la lista del *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador* (Valencia et al. 1999), de las cuales siete especies, hasta el año 2000, no habían sido registradas dentro de ningún área del *Sistema Nacional de Áreas Protegidas* (SNAP).

Al respecto, alrededor del 98 % de las personas encuestadas consideran la conservación del bosque como factor primordial dentro de la mitigación de estos efectos indeseables y de relevante importancia para su vida diaria ya que, además, presenta una oportunidad de sostén familiar porque cerca del 48 % de habitantes consume productos obtenidos del bosque.

Por otra parte, el *Ministerio de Ambiente del Ecuador* (MAE) encargado del manejo de las áreas protegidas en el Ecuador, basa los objetivos de conservación del *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marina Costera Pacoche* (MAE 2009) correspondientes a fauna terrestre, en aves y mamíferos, ya que son los más estudiados en el área. Aunque no se cuenta con mayor información que pueda representar un inventario basado en colecciones, el Ministerio de Ambiente del Ecuador posee una extensa información sobre familias y especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Con respecto a ello se tiene información de que 18 % de las especies de aves (incluyendo marinas, costeras y acuáticas) pertenecen a la familia Tyrannidae.

En los bosques del área se pueden observar especies de las familias Picidae y Dendrocolaptidae (pájaros picamaderos, carpinteros y trepatroncos), cuyos hábitos les permite moverse en diferentes estratos arbóreos. De igual manera se han observado varias especies de las familias Thamnophilidae y Tinamidae (hormigueros y tinamúes), mismos que prefieren mantenerse dentro del bosque como estrategia de protección.

De entre las muchas especies de aves presentes en la zona de estudios, también se puede nombrar *Pelecanus thagus*, *Buteogallus meridionalis*, *Buteo swainsoni*, *Pseudelaenia leucospodia*, *Actitis macularia*, *Progne tapera*, *Ramphocaenus melanuros*, *Tachyphonus luctuosus*, *Dives warsewiczii*, *Sturnella bellicosa*, *Rhodospingus cruentus*, *Sicalis flaveola*, (Solano-Ugalde et al. 2008, Coloma et al. 2011) entre otras 204 especies registradas (MAE 2009). Es importante indicar también, que el 44 % de las aves son endémicas de los bosques secos del centro endémico Bajuras Tumbesinas (Ridgely y Greenfield 2001) y el 14 % se encuentra en alguna de las categorías de peligro de extinción de la International *Union for Conservation of Nature* (IUCN).

En cuanto a mamíferos, se han registrado en el área 33 especies en al menos 16 familias y ocho órdenes (Parker y Carr 1992, Arguello et al. 1998). Los reportes mencionan la presencia de saínos (*Tayassu tajacu* y *Tayassu pecari*) y algunos felinos mayores (jaguar y Puma), que, en caso de que aún existieren, serían individuos muy aislados debido a la fragmentación y la poca extensión del hábitat. Se han podido observar, además, felinos de menor tamaño como tigrillos y yaguarundí, mismos que según pobladores de la zona, afectan la producción de aves de corral por lo cual son eliminados como medida de prevención.

El área alberga y protege a poblaciones de alrededor de 40 especies consideradas por la IUCN bajo riesgo de extinción, de ellas, 17 son protegidas por la legislación nacional, pudiendo mencionar a la tortuga laúd, la tortuga verde, el gavilán de dorso gris, el perico de mejillas grises, la cola-espina de cabeza gris, el lobo marino de dos pelos, el caballito de mar del Pacífico y la tortuga marina golfina.

#### **6.1.9. Degradaciones y amenazas**

En términos generales, existen varias actividades o acciones capaces de producir impactos negativos sobre los componentes ambientales dentro del área en estudio, siendo las principales: el turismo irresponsable, construcciones dentro del área protegida, cacería de animales silvestres, muerte de animales silvestres en cables de electricidad, perros de casa

que ataca a la fauna silvestre, entre otros. Estas situaciones podrían clasificarse en degradaciones (situaciones indeseables presentes) y amenazas (situaciones no deseables potenciales). A continuación, se presentan una descripción de las principales situaciones críticas y que presentan amenazas en el área.

El *Vertido de contaminantes*, principalmente hidrocarburos que son derramados en las playas, además de posibles fugas en carreteras. Un punto muy importante a considerar en este sentido es la presencia de uno de los proyectos emblema del Estado ecuatoriano, la Refinería del Pacífico, que tiene sus instalaciones en las inmediaciones del área en estudio y podría, a largo plazo, presentar riesgos de contaminación.

La presencia de *animales domésticos menores* en algunos casos puede ser considerada una amenaza para la fauna terrestre, cuando éstos atacan a otros mamíferos silvestres (se ha evidenciado el ataque de perros hacia osos hormigueros y tamandúas), lo cual quizás sea una consecuencia de que se use a estos caninos como asistentes en la caza de guantas.

Una actividad que no deja de estar presente en muchas zonas rurales es la *ganadería* muchas veces *extensiva* que se caracteriza por el libre pastoreo, ocupando grandes extensiones de tierra (Steinfeld 2000, FAO 2005, 2008), convirtiéndose indudablemente en una fuente de presión sobre suelos (López-Reyes 2001, Sepúlveda y Ibrahim 2009), con alta incidencia en la tasa de deforestación, degradación de suelos, fragmentación de paisajes, pérdida de biodiversidad (Betteridge et al. 2002, Murgueitio et al. 2003, Drewry et al. 2004, Tobar y Ibrahim 2008), reducción del nivel de ingresos en sistemas ganaderos de pequeños productores y sobre los cuerpos de agua (Campos et al. 2005, FAO 2008), sobre todo si se desarrolla en áreas con pendiente (Arce 2004).

De igual manera, la *cría de animales de granja* alrededor de áreas naturales protegidas pueden ser una fuente de presión para recuperación y conservación de la biodiversidad debido principalmente a las enfermedades que podrían presentarse y ser transmitidas a los animales silvestres. Por otro lado, en el área se puede evidenciar la cría de cabras en semi cautiverio, mismas que pueden afectar la vegetación nativa. En la Tabla 11 se pueden apreciar algunos datos obtenidos en las comunidades sobre animales de granja presentes en el área de estudios.

**Tabla 11:** Aproximación del total de animales de granja en las comunidades ubicadas en el área de estudio

Comunidad	Cabras	Chanchos	Pollos	Patos	Caballos	Otros	Total
Liguiqui	85	18	165	18	0	3	289
El Aromo	0	5	31	0	1	0	37
Pacoche	131	64	665	40	13	62	975
San Lorenzo	0	23	32	1	2	1	59
Las Piñas	0	105	312	53	30	2	502
Rio Caña	0	0	0	0	0	0	0
Santa Rosa	0	29	43	1	1	0	74
Pile	1	38	57	5	10	1	112
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>282</b>	<b>1 305</b>	<b>118</b>	<b>57</b>	<b>69</b>	

FUENTE: Adaptado de MAE (2009)

Otro de los factores importantes a considerar es la introducción de especies al área, especies que podrían ser invasoras si son de rápida distribución al encontrarse en un hábitat que carece de sus factores naturales de control y competir con las especies nativas llegando al punto de desplazarlas; esta situación está reportada a nivel mundial como amenaza para la biodiversidad (Ojasti 2001). Según reportes del Ministerio de Ambiente del Ecuador en las inmediaciones del área de estudios existen al menos 34 especies de plantas exóticas alimenticias, 55 especies exóticas ornamentales y nueve especies de animales domésticos y de granja.

Una de las preocupaciones constantes es la *pesca ilegal* de camarón *dentro de la milla náutica*, que incluye técnicas de arrastre de arrastre, teniendo un importante impacto en el ecosistema marino. De igual manera la captura de huevos de tortuga, especie que está protegida por el Estado mediante Acuerdo Ministerial No. 212 publicado en el Registro Oficial No. 581 del 12 de diciembre de 1990, el cual prohíbe de manera indefinida su captura, procesamiento y comercialización interna y externa.

En este mismo ámbito, se encuentra la captura, extracción, transporte, procesamiento y comercialización interna y externa del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*). Esta es una actividad que se inició antes de los años noventa debido a la demanda de los países asiáticos, y se realizó legalmente hasta su prohibición de manera indefinida por el Estado ecuatoriano, mediante Acuerdo Ministerial No. 147, publicado en el Registro Oficial No. 26 del 15 de septiembre de 1992 (Toral-Granda 2006). Un punto que acotar sobre esta especie es que se encuentra en la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

Por otro lado, los *cultivos de ciclo corto en pendientes sobre los 25 %* son un problema presente que favorece la pérdida de suelo por erosión (Limas et al. 2012, Zuazo et al. 2014) ya que las actividades de manejo agrícola en el área, incluyen quema de vegetación a fin de tener un terreno limpio para sembrar un nuevo ciclo de cultivo al iniciar las lluvias dificultando la recuperación de vegetación nativa, una vez que el área es abandonada por improductiva.

Otro punto de cuidado muy asociado a la deforestación es *la extracción de leña consumo humano*. Según datos obtenidos por el Ministerio de Ambiente del Ecuador al menos el 9,61% de la población dentro del área cocina con exclusivamente leña; el 26,3 % utilizan gas y leña; mientras que el 50,46% utilizan gas. La leña es uno de los productos maderables que se extraen del matorral y del bosque seco, con un consumo mínimo diario de 10 kg/día de leña (MAE 2009) proveniente de las zonas aledañas a las poblaciones en un radio de un kilómetro. Esta podría ser una de las causas del deterioro del bosque de matorral, el cual es el más propenso a amenazas por consumo humano.

A pesar de conocer de que el área en estudios pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las encuestas incluían preguntas sobre producción agropecuaria ya que, si se obtenían datos de un auge de la agricultura, inminentemente existirían riesgos para la conservación del bosque debido a la expansión de la frontera agrícola. Al respecto se pudo conocer que solo un 6,3% de la población encuestada utiliza agroquímicos y la tala de bosque es poco frecuente. La Tabla 12 muestra los usos de la tierra que los habitantes le dan a sus propiedades.

**Tabla 12:** Usos de suelo según encuestas en el área de estudios

Uso de suelo	Porcentaje
Forestal	2,70
Ganadería	13,90
Café	63,10
Ninguna	5,30
Otro	15,00

#### **6.1.10. Identificación de servicios ecosistémicos provistos por el bosque**

El primer paso para el logro de este objetivo fue identificar qué servicios ecosistémicos se presentaban en el área de estudio y cuáles eran reconocidos como importantes por la población. Esta identificación se realizó, en primera instancia, a través de un análisis teórico, analizando los usos de suelo que se presentaban en el área de estudios, y posteriormente, un

análisis multicriterio a fin de identificar los servicios ecosistémicos a través de actores locales.

En el área de estudios la conservación de agua se relaciona con la presencia de Higuerones (*Ficus* sp.), que son árboles de gran tamaño pertenecientes a familia Moraceae y que se distribuyen ampliamente por el área en estudio, representado principalmente al bosque semidesiduo. Debido a esta situación son utilizados como un recurso de uso múltiple por los pobladores, tanto para sombra del café, como colectores del agua de garúa; y por la fauna silvestre. Estos árboles, por tanto, son conservados en pie y se aprovecha su madera solo si se caen.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) y los encargados del área, han podido identificar al menos 14 especies de árboles de esta familia (Moraceae), las cuales ocupan varios estratos en el bosque y fructifican en diferentes meses del año convirtiéndose en “especies clave” como fuentes de hábitat y alimento para la fauna nativa.

En la mayoría del área, los escasos parches de especies no leñosas con algún beneficio comercial, forman pequeños sistemas agroforestales con árboles de variado tamaño que proveen sombra, leña, semillas y frutas. El estrato inferior de igual manera, provee de hojas y fibras que son utilizadas para la construcción de techos y materia prima para artesanías. Por ejemplo, en las áreas donde no existen plantas de café (*Coffea arabica*), se cultiva paja toquilla (*Carludovica palmata*) que se comercializa como materia prima para la elaboración de artesanías y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), que es utilizada para la fabricación de panela.

De igual manera, las áreas donde no existe bosque son principalmente utilizadas para cultivos de caña guagua (*Guadua angustifolia*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de los cuales se obtiene materia prima para construcciones y jugo de caña utilizados en diferentes productos de consumo habitual. Esta situación ofrece a las poblaciones un continuo aprovechamiento de productos forestales y agropecuarios a lo largo de todo el año.

Los cerros de Pacoche representan un área que concentra una alta cantidad de especies de plantas, pudiéndose encontrar alrededor de 374 especies de plantas vasculares, 28% de las cuales son árboles, 17% son utilizadas como fuentes de madera y 7% se utilizan para leña. De igual manera se encuentran una gran cantidad de animales, siendo las aves un grupo

importante con 173 especies identificadas al momento; al menos existen 20 especies de mamíferos terrestres, dos de anfibios y cuatro de reptiles; la mayoría de ellas endémicas del ecosistema de Bosque seco ecuatorial o Región Árido Ecuatorial (MAE 2009).

De las 331 especies de plantas nativas registradas en el área de estudios, 20 se encuentran en algún grado de riesgo de extinción a escala global. De manera semejante 28 de las especies de aves están consideradas bajo algún grado de riesgo de extinción. Principalmente debido al requerimiento de hábitat de dichas especies, el cual se deteriora por la presión ejercida sobre el mismo. Para ilustrar este hecho, se podría tomar el ejemplo de los pájaros carpinteros, quienes son muy susceptibles a la fragmentación (Styring 2002) y debido a ello tienen la necesidad de construir huecos en los árboles para sus nidos aumentando las poblaciones en pequeños nichos. Esta relación existente entre el número de carpinteros y el tamaño del hábitat han servido para proponer a esta especie como indicadora de hábitat (Payton et al. 2002, Virkkala 2006).

Dentro de los mamíferos más representativos del área se encuentran los primates, los cuales se pueden apreciar con mucha facilidad y aunque su presencia depende de la densidad del bosque (Sorensen y Fedigan 2000), se considera que tienen una muy estrecha relación con la dispersión de semillas (Chapman 1989). De entre ellos se puede citar al mono aullador de la costa (*Alouatta palliata aequatorialis*) y al mono capuchino de frente blanca (*Cebus albifrons aequatorialis*), ambos estrictamente arbóreos que ocupan bosques secos y húmedos de hasta 1500 m de altitud (Emmons y Feer 1997, Cortés-Ortiz et al. 2003, Gavilanez-Endara 2006, Jack 2007) y se encuentran en la categoría de riesgo menor de la IUCN (Baillie et al. 1996, 2004, Jack 2007).

En ese mismo contexto, es necesario mencionar algunas iniciativas que fomentan la generación de servicios ecosistémicos en el Ecuador. Al respecto, el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador por medio del Programa Socio Bosque desde su creación en el año 2008 ha venido trabajando en la conservación de bosques y páramos nativos presentes a lo largo de todo el territorio ecuatoriano. En la actualidad este programa conserva alrededor de 58 000 hectáreas de bosques y páramos nativos, beneficiando a más de 12 000 personas con una inversión de alrededor de 18 millones de dólares (MAE 2015).

El programa consiste en la entrega de incentivos económicos a personas y comunidades que se comprometan voluntariamente a conservar y proteger de bosques, páramos u otra

vegetación nativa. El incentivo económico está condicionado al cumplimiento de un convenio (con una duración de 20 años) y seguimiento determinado en el mismo por parte del Ministerio de Ambiente del Ecuador. Los objetivos del mismo son:

- Lograr una cobertura de protección de bosques, páramos, vegetación nativa y sus valores ecológicos, económicos y culturales. Alrededor de cuatro millones de hectáreas, que equivalen al 66% de los bosques no protegidos del Ecuador.
- Conservar las áreas de bosques nativos, páramos y otras formaciones vegetales nativas del país reduciendo las tasas de deforestación (al 50%) y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas (generando certificados de Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación evitada – CER's).
- Contribuir a la mejora de las condiciones de vida de las personas.

Al respecto, el Ministerio de Ambiente ha determinado que el área promedio deforestada en la provincia de Manabí en el periodo 1990 a 2000 fue de 6 776 ha año<sup>-1</sup> y durante el periodo comprendido entre el año 2000 y 2008 de 3 824 ha año<sup>-1</sup>. Dentro de las expectativas futuras del programa Socio Bosque se encuentran los mercados de carbono a nivel global, para ello, se han determinado además zonas de protección prioritaria, las cuales son:

- Zona Prioritaria 1.- Corresponde a áreas de vegetación nativa que se encuentran expuestas al nivel más alto de amenaza por accesibilidad, en las secciones de la cuenca hidrográfica con vegetación natural, y donde el contenido de carbono y las necesidades básicas del sector son altas.
- Zona Prioritaria 2.- Corresponde a áreas de vegetación nativa que se encuentran expuestas al nivel medio de amenaza por accesibilidad, en las secciones de la cuenca hidrográfica con vegetación natural, y donde el contenido de carbono y las necesidades básicas del sector son de nivel medio.
- Zona Prioritaria 3.- Corresponde a áreas de vegetación nativa que se encuentran expuestas al nivel bajo de amenaza por accesibilidad, en las secciones de la cuenca hidrográfica con vegetación natural, y donde el contenido de carbono y las necesidades básicas del sector son bajas.

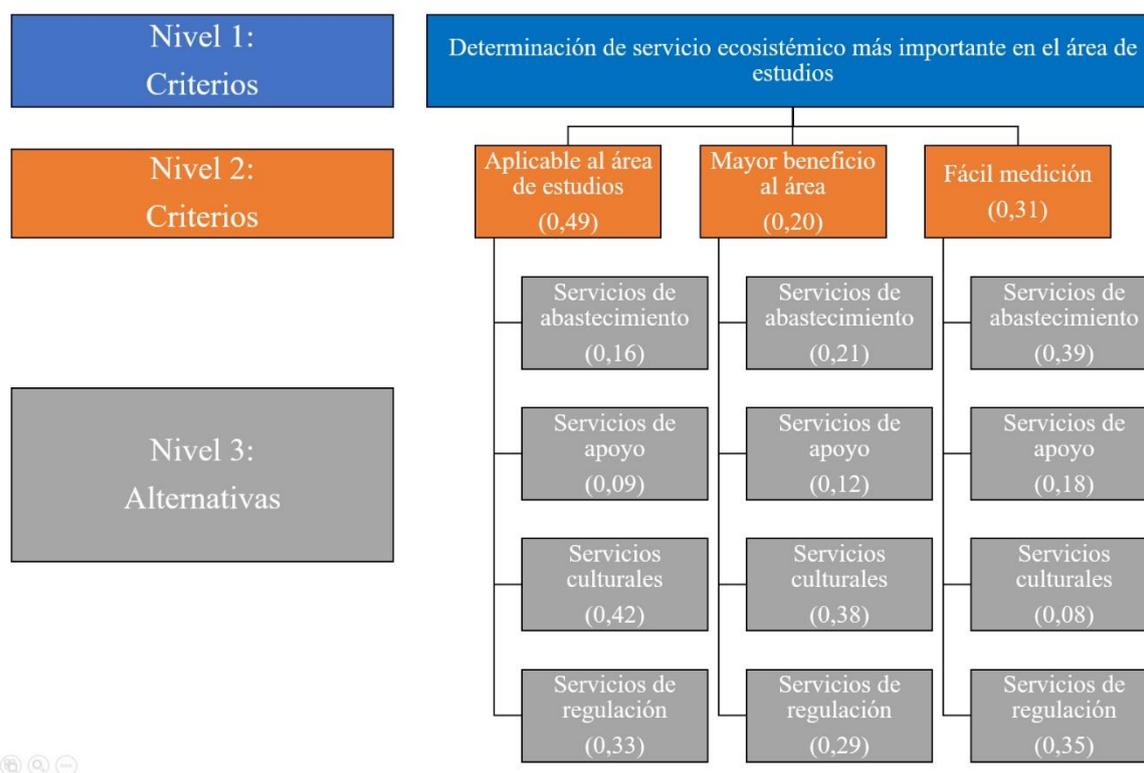
En lo referente a los servicios ecosistémicos que se podría generar con iniciativas de conservación como la expuesta anteriormente, se conocen cuatro grupos de servicios ecosistémicos y dentro de ellos algunos servicios, mismos que se detallan a continuación.

- Servicios de abastecimiento
  - Alimentos
  - Materia prima
  - Agua dulce
  - Recursos medicinales
- Servicios de apoyo
  - Hábitat para especies
  - Conservación de la diversidad de especies
- Servicios culturales
  - Actividades de recreo y salud mental y física
  - Turismo
  - Apreciación estética e inspiración para la cultura, arte y diseño
  - Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia
- Servicios de regulación
  - Regulación del clima local y calidad del aire
  - Almacenamiento de carbono
  - Moderación de fenómenos extremos
  - Tratamiento de aguas residuales
  - Prevención de la erosión y conservación de fertilidad del suelo
  - Polinización
  - Control biológico de plagas
  - Regulación de flujos de agua

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se realizaron reuniones con los encargados del área, principalmente para determinar la importancia del área con respecto a los servicios ecosistémicos. De igual manera, se procedió a realizar un análisis multicriterio, el cual consistió en determinar criterios bajo los cuales se escogería, en primera instancia, el grupo de servicios ecosistémicos más relevante para el área en estudio y luego de este grupo determinar el que serviría para ser incluido como indicador del factor ecológico. En el ejercicio participaron actores clave de las diferentes comunidades y se determinaron los siguientes tres criterios:

- Aplicabilidad a la zona de estudios
- Fácil medición
- Mayor beneficio al área

El resultado del análisis con respecto al grupo de servicios ecosistémicos señaló a los servicios de regulación como los preferibles (Figura 7 y Tabla 13) y dentro de ellos el servicio de almacenamiento de carbono (Anexo 2) como indicador a medir.



**Figura 7:** Niveles, criterios y alternativas con autovectores calculados mediante el proceso analítico jerárquico

**Tabla 13:** Autovectores para criterios y alternativas y determinación del servicio ecosistémico más importante para los habitantes en la zona de estudio

Servicios	Aplicación al área (0,49)	Mayor beneficio al área (0,20)	Fácil Medición (0,31)	Cálculo total
Abastecimiento	0,16	0,21	0,39	0,24
Apoyo	0,09	0,12	0,18	0,12
Culturales	0,42	0,38	0,08	0,30
Regulación	0,33	0,29	0,35	0,33

## 6.2. Caracterización socioeconómica

### 6.2.1. Aspectos demográficos

Entre los límites del área de estudios se asientan poblaciones con un total de 3 948 habitantes (MAE 2009). En términos generales, estas poblaciones se encuentran ubicadas en una a lo largo de una franja de no más de un kilómetro de ancho y 15 kilómetros de largo, dicha distribución responde a la división de los ecosistemas marino y terrestre, que sin lugar a dudas incide en la disponibilidad de recursos. En este sentido, según el MAE, se cuenta con

información y pruebas arqueológicas que demuestran la existencia de asentamientos precolombinos en las partes altas de los cerros y zona intermareal de Liguíqui.

Los primeros asentamientos modernos datan del siglo XIX y sus integrantes tenían actividades productivas que incluían la pesca principalmente: la cacería, la recolección de leña, frutos e insumos medicinales y, en temporada de lluvia, siembra de cultivos de ciclo corto. Este aprovechamiento prolongado y muchas veces irracional de los recursos naturales, asociado a las altas densidades poblacionales que buscan algún beneficio en el área, han provocado agotamiento de dichos recursos y de alguna manera deterioro de los ecosistemas aledaños. La Tabla 14 muestra el total de habitantes del área de estudio.

**Tabla 14:** Número de habitantes en las comunidades ubicadas en el área de estudio

<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Población (2009)</b>
Manta	Santa Marianita		2 138
Manta	Santa Marianita	Santa Marianita	693
Manta	Santa Marianita	Pacocha	441
Manta	Santa Marianita	El Aromo	1 004
Manta	San Lorenzo		2 814
Manta	San Lorenzo	Liguíqui	188
Manta	San Lorenzo	San Lorenzo	725
Manta	San Lorenzo	Rio Caña	89
Manta	San Lorenzo	Las Piñas	637
Manta	Santa Rosa	Santa Rosa	394
Montecristi	Santa Rosa	Pile	781
<b>TOTAL</b>			<b>4 952</b>

**FUENTE:** Encuestas realizadas por el Ministerio de ambiente del Ecuador (2009)

Las encuestas fueron realizadas indistintamente del género, no obstante, existió cierta similitud en el porcentaje de hombres (49,8%) y mujeres (50,2%) encuestados y las edades variaron de entre 15 a 95 años. El porcentaje de analfabetismo bordea el 21,4% y los de escolaridad primaria 60%, secundaria 15%; 0,7 técnica; 1,4% universitaria.

### **6.2.2. Servicios Básicos**

Los materiales que predominan en la edificación de viviendas es el ladrillo y la caña guadúa. El 90,8% de las ocasiones la vivienda que habita el encuestado es propia, un 5,3% rentaba y 3,9% vive en una casa prestada.

Las diez poblaciones más cercanas al área de estudios cuentan parcialmente con algunos servicios básicos. De 837 viviendas, sólo el 2,15% cuenta con servicio telefónico fijo. No

existe sistema de aguas servidas ni aguas lluvias. El agua cruda, tomada desde un sistema de captación en las cabeceras de los ríos San Lorenzo, Los Napos y Piñas, es conducida por un sistema de tuberías hasta cisternas de almacenamiento y de ahí a las poblaciones. El 54,7% de personas encuestadas cuenta con servicio de agua potable, de los cuales el 20,9% goza del servicio los 7 días de la semana; 24,3% tiene agua potable 3 días a la semana, el 12,9% dos días, 30,6% solo tiene 1 día de servicio y el 5,2% no tiene acceso a él. Sin embargo, el 86,8% de las personas paga por el servicio.

La provisión de agua para consumo principalmente proviene de un pozo comunal (45,9%) y de la compra del líquido por medio de camiones cisterna (tanqueros). Fue posible conocer además que solo un 10% de los pozos son evaluados en cuanto a calidad de agua. Concluyendo además que la calidad del agua que consumen es de mediana a buena calidad.

El acceso a salud es medianamente bueno, las enfermedades por lo general son atendidas en consultorios médicos o centros de salud cerca del lugar de residencia y las principales enfermedades que se presentaron en los tres últimos meses fueron: fiebre, resfriado, chicunguya, diarrea, paludismo, entre otras.

Para la disposición de excretas la mayoría (77,06%) de la población utiliza pozos secos. Para la recolección de los residuos sólidos, las poblaciones que pertenecen al cantón Manta cuentan con un carro recolector. En el caso de Pile (población del cantón Montecristi) la mayor parte de la población (82%) quema o arroja la basura a cielo abierto.

En términos generales la población encuestada opinó que se siente muy contento con el nivel de vida que llevan, calificándolo de muy bueno a excelente.

### **6.2.3. Aspectos económicos**

#### *a. Actividades económicas*

La principal actividad económica de las diez comunidades localizadas en el área de estudio, es la pesca. En términos generales el 30% de la población motivo de estudio (diez poblados), se dedica a esta actividad, sobre todo en la población de Santa Marianita, donde alrededor del 69% de habitantes destina su tiempo a este rubro, seguido por la comunidad de Las Piñas (45%) y Santa Rosa (56%). Las actividades secundarias (24,8%) incluyen: comercio, costura, artesanías, entre otras.

En otros poblados, la pesca es de igual importancia, sin embargo, ésta se combina con actividades secundarias. De esta manera se podría citar a San Lorenzo (51%) y Río Caña (70%) donde los habitantes se dedican a actividades secundarias combinadas con la pesca y el trabajo de obrero.

El 17% de la población en estudio se dedica a la agricultura, especialmente importante para las comunidades de El Aromo (38%), Las Piñas (28%) y Pile (30%). Dentro de los rubros más importantes en el sector agricultura se encuentra la extracción de caña guadúa y de paja toquilla, representando el 71% de las fuentes de empleo en la zona. El 94,3% no posee maquinarias para trabajar la tierra y solo un 6,9% posee algún sistema de riego.

Las encuestas incluían el monto de ingresos mensuales aproximado, tomando rangos para aproximar la realidad. De esta manera se consultó el monto de ingresos mensuales y, simultáneamente, los gastos que cada familia realizaba, de tal manera que se podía apreciar los valores de ingresos subestimados. Generalmente, los ingresos que provienen de parientes que viven fuera de estas localidades o inclusive fuera del país no son considerados como ingresos producidos por la familia, aunque reconocen que también son utilizados para cubrir los gastos básicos. Por lo tanto, se utilizó como ingreso mensual el valor más alto al comparar entre los ingresos estimados y la suma de los gastos realizados.

Las familias en su mayoría están formadas por 4 o más personas y en el 80,9% de los casos solo un miembro de la familia desempeña alguna actividad generadora de ingresos; de igual manera en el 15,8% de los casos, dos personas desempeñan alguna actividad dentro del hogar. Este ingreso económico el 78,1% de las ocasiones comprende un rango de 50 y 200 USD mensuales; el 15% de los casos el ingreso esta entre 200 y 300 USD; el 5,1 % bordea el rango de los 300 a 500 USD mensuales y el 1,4% obtiene mensualmente entre 500 y 1000 USD.

#### *b. Tasa de dependencia (TD)*

Representa la medida en que los efectivos totalmente activos (entre 16 y 65 años) soportan a los económicamente improductivos y se expresa por el porcentaje de población menor que 16 años y mayor que 65 (Gómez y Gómez 2013). El cálculo de esta tasa es independiente de los ingresos y de las actividades que realizan los segmentos de la población, sólo considera la proporción de habitantes de acuerdo con su edad.

Donde:

$$TD = (\text{Pob} < 16 \text{ años} + \text{Pob} > 65 \text{ años} / \text{Pob entre 16 y 65 años}) \times 100$$

De acuerdo con la información disponible para marzo del 2009, en la población de Pacoche (N=441) sólo el 62,73% de la población se encuentra en edad económicamente improductiva, inclusive por debajo de la TD del área urbana de la provincia de Manabí (65%). En el otro extremo, en San Lorenzo (n=725) el 91,80 % de la población se encuentra en edad improductiva, por encima del promedio provincial para el área rural que es del 80%, al igual que El Aromo (n=79) con el 88,10% y Santa Rosa (N=394) con el 83,26%. Por encima del promedio urbano, pero por debajo del rural de la provincia, están las TD de Ligüiqui, Río Caña, Las Piñas y Pile.

#### **6.2.4. Tenencia de la tierra**

La determinación de la situación en cuanto a la tenencia de tierras se realizó a partir de las entrevistas realizadas a representantes de las Comunas, que indicaron lo siguiente:

- Todas las comunas tienen su personería jurídica debidamente reconocida; su existencia data de 1938 y 1952.
- Luego de procesos de desorganización comunal, las comunas se reorganizaron a partir del año 2004. Actualmente todas las comunas tienen su Cabildo y están en proceso de reestructuración institucional para fines de defensa del territorio comunal.
- Salvo las poblaciones de San Lorenzo y Santa Marianita, ninguna de las otras tiene un territorio debidamente delimitado por la autoridad competente, no obstante, se encontraban en proceso de delimitación y legalización.
- Existen transferencias de tierra que no han sido autorizadas por el Cabildo o no han sido registradas de conformidad con la ley. No hay, por tanto, mecanismos de registro de transferencia de tierras. Se trata de casos de posesión. No obstante, se observa un respeto generalizado por los límites previstos en: las “cartas de venta”, los documentos notariados o las transferencias por causa de muerte (herencias).
- Existen algunos predios privados que están principalmente localizados al margen de la carretera denominada “Ruta del Sol” o “Ruta del Espondilus”, que seguramente poseen títulos de propiedad.

Además de ello, mediante las encuestas, fue posible observar que el 73,2 % es dueño (a) de los predios en los que habita, el 20% lleva ocupando sus predios por un periodo de 0 a 5

años, el 30% durante 5 a 20 años, el 18,3% de 20 a 30 años y el 31,7% habita en ellos hace más de 30 años. De igual manera se pudo observar que el 34% de los predios tenían menos de un cuarto de hectárea, 13,7% poseían terrenos de 0,25 y una ha; 24,2% contaban con propiedades de una a dos ha y el 16,6% de los predios tenían una extensión de más de dos ha.

### **6.2.5. Uso de la tierra y conflictos socio – ambientales**

Las encuestas revelan que la agricultura aporta medianamente al desarrollo económico de la población. Los productos obtenidos dentro de esta actividad, en su mayoría, son comercializados en el mercado local (53,9%), mediante intermediarios (25,7%) y otros prefieren comercializar directamente en la finca (20,4%). El cooperativismo es una práctica no muy difundida ya que solo el 1,3% de encuestados comercializan a través de este medio. Dentro de las principales limitantes al momento de la comercialización de los productos, en orden de importancia, se encuentran:

- Falta de transporte
- Precios del mercado
- Condición de los caminos
- Mercados muy distantes
- Competencia con otros productores
- Baja cantidad producida
- Poca organización del gremio productivo

En cuanto a la mano de obra, el 88,6% no contrata mano de obra externa y en caso de hacerlo esta proviene de la misma comunidad (48,1% de la mano de obra contratada). En el área no se recibe ayuda de alguna ONG nacional o extranjera y las capacitaciones al igual que el acceso a crédito y financiamiento son muy poco frecuentes.

En términos generales no existen conflictos territoriales. En los predios dedicados a sistemas agroforestales los terrenos están delimitados por hileras de plantas que sirven como cercas vivas. Las tierras dedicadas a pastos, que suman 277 ha en tierras con pendientes menores que el 25% y 74,91 ha con pendientes mayores que el 25%, crean un conflicto con el objetivo del refugio de vida silvestre al representar barreras para la dispersión de la flora y fauna silvestre y reducir la capacidad del bosque en retener la garúa o lluvia horizontal.

### 6.2.6. Correlaciones de Pearson para las variables en estudio

Mediante el software estadístico Infostat se sometió la data obtenida en el estudio a un análisis de correlación para obtener los coeficientes de correlación (Tabla 15) a fin de conocer el grado de asociación entre ellas.

**Tabla 15:** Coeficientes de correlación de Pearson para las variables en estudio

	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	E4	E5	S1	S2	S3	S4	S5
A1		0	0.55	0.75	0.16	3.70E-05	7.80E-04	4.50E-04	0.5	0	2.40E-03	0.6	2.50E-03	2.90E-06
A2	0.28		2.50E-08	0.09	0.22	0	0	0	0.17	1.30E-08	0	5.10E-06	2.50E-09	4.00E-11
A3	0.02	0.22		0.75	0.22	0.03	0.65	1.40E-03	0.49	0.29	2.90E-03	2.00E-03	0.48	0.32
A4	0.38	-0.99	-0.38		sd	0.3	0.58	0.09	0.58	0.37	0.37	0.58	0.75	0.91
E1	0.06	-0.05	-0.05	sd		0.04	0.72	0.52	0.5	0.18	0.76	0.38	0.78	0.54
E2	0.17	0.34	0.09	0.89	0.08		0	0	0.11	1.30E-10	0	0	2.80E-10	7.90E-10
E3	0.14	0.32	0.02	0.61	-0.01	0.31		2.00E-07	0.36	5.60E-07	4.60E-08	1.60E-05	2.80E-11	1.70E-04
E4	0.14	0.42	0.13	0.99	0.03	0.31	0.21		0.02	0.02	1.80E-08	0.01	6.40E-09	0
E5	0.03	-0.06	-0.03	0.61	-0.03	-0.06	-0.04	-0.09		0.19	0.15	0.04	0.48	0.38
S1	0.36	0.23	0.04	0.84	-0.05	0.26	0.2	0.09	-0.05		0	6.00E-10	0	8.40E-06
S2	0.12	0.3	0.12	0.84	0.01	0.35	0.22	0.23	-0.06	0.4		0	0	0
S3	0.02	0.18	0.12	-0.61	0.04	0.31	0.17	0.11	-0.08	0.25	0.47		0	0
S4	0.12	0.24	0.03	0.38	0.01	0.25	0.27	0.23	-0.03	0.31	0.37	0.44		0
S5	0.19	0.26	0.04	-0.14	0.02	0.25	0.15	0.31	-0.04	0.18	0.3	0.3	0.38	

Dónde: A1=Importancia del bosque para su vida; A2=Tala de bosque; A3=Uso de agroquímicos; A4=Carbono en bosque; E1=Ingreso económico (mensual); E2=Aporte de la agricultura al desarrollo económico; E3=Producción local de alimento; E4=Capacitaciones; E5 Satisfacción con nivel de vida actual; S1=Calidad de la educación; S2=Salud; S3=Provisión servicio eléctrico; S4=Transporte público; S5=Apoyo institucional (ONG's, Estado, entre otras)

El análisis de correlación indica que existen correlaciones positivas y negativas entre las variables en estudio. En este sentido se puede observar, por ejemplo, que la importancia del bosque para la vida de los habitantes es una variable que se relaciona positivamente con el resto. Un caso interesante para analizar es la relación positiva entre las variables tala de bosque y uso de agroquímicos ( $r=0,22$ ) ( $p= 0.000000025$ ), es decir que entre más agroquímicos se utilizan, existe mayor tala de bosque, situación que se justifica ya que los agroquímicos son utilizados en la agricultura y está por lo general requiere expansión de la frontera agrícola.

En este mismo ámbito, se puede observar que, si existe mayor tala de bosque, baja la captura de carbono en las formaciones vegetales presentes en el área ( $r=-0,99$ ) ( $p=0,0,09$ ).

La correlación negativa existente entre la variable E3 ( $r=-0,01$ ) ( $p=0,72$ ) y E5 ( $r=0,03$ ) ( $p=0,05$ ) se justifica ya que la característica de área protegida de la zona de estudios limita en cierta medida las iniciativas de producción agropecuaria. A su vez se podría considerar que, aun conociendo este hecho, entre mayor sea el aporte de la agricultura para la economía al desarrollo económico, será mayor el ingreso económico ( $r=0,08$ ) ( $p=0,04$ ).

### 6.3. Carbono almacenado en las formaciones vegetales en el área de estudios

Los resultados (Tabla 16) muestran mayor carbono almacenado en la biomasa aérea en el Bosque Seco Semicaducifolio (BSS), disminuyendo ésta en Bosque Seco Caducifolio y Matorral Seco (MS). Esta situación responde al hecho de que en BSS existen árboles de mayor tamaño y diámetro. Por otra parte, los bosques de MS se caracterizan por una vegetación arbustiva y con mayor amenaza por actividad antrópica son los mayormente amenazados.

**Tabla 16:** Carbono (Mg/ha) almacenado la biomasa aérea en las formaciones vegetales presentes en el área de estudio

Formación vegetal	Carbono almacenado (Mg C / ha)
<b>MS</b> (Matorral Seco)	33,47
<b>BSC</b> (Bosque Seco Caducifolio)	38,49
<b>BSS</b> (Bosque Seco Semicaducifolio)	59,77

Los datos obtenidos son concordantes con investigaciones realizadas en este tipo de formaciones vegetales (Sánchez y Méndez 2003, Brown y Lugo 1992, Brown et al. 1989) donde se especifica que el almacenamiento de carbono en biomasa aérea en bosques secos podría estar entre los 25 y 60 Mg C / ha. De igual manera, la USAID (United States Agency for International Development) por medio de su herramienta “*AFOLU Carbon Calculator*” estima que la biomasa aérea en la zona de estudios bordea los 73,16 Mg C por hectárea.

El suelo, por otra parte, es un importante sumidero de carbono, conteniendo más carbono que la suma existente en la vegetación y atmósfera (Swift 2001). Es por esto que el IPCC recomienda que se considere como uno de los compartimientos que deberían ser evaluados en los inventarios de gases de efecto invernadero, para ello se sugiere la estimación a una profundidad de 30 cm (Solomon 2007, Eggleston et al. 2006). Conforme a ello, los resultados de las estimaciones de carbono almacenado en el área de estudios se muestran en la Tabla 17.

**Tabla 17:** Carbono (Mg/ha) almacenado en suelos de las formaciones vegetales en el área de estudio

<b>Formación vegetal</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Profundidad (cm)</b>	<b>DA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Carbono almacenado (Mg C/ha)</b>	<b>Total</b>
<b>Matorral Seco</b>	1,50	0 -10	1,08	15,66	26,83
	0,90	10 - 20	1,05	5,48	
	0,90	20 - 30	1,09	5,69	
<b>Bosque Seco Caducifolio</b>	3,30	0 - 10	0,95	18,18	31,13
	1,00	10 - 20	1,01	5,86	
	1,10	20 - 30	1,11	7,08	
<b>Bosque Seco Semicaducifolio</b>	5,40	0 - 10	1,11	34,77	63,28
	2,40	10 - 20	1,09	15,17	
	2,00	20 - 30	1,15	13,34	

Dónde: DA = Densidad aparente.

En términos generales, los resultados indican bajas densidades aparentes en las diferentes profundidades y no fueron significativamente diferentes, las mismas fluctuaron entre 0,95 y 1,15 g/cm<sup>3</sup>, lo cual denota suelos orgánicos ricos en humus, aproximándose a las características de los suelos francos, siendo éstos un poco más arcillosos. Estos valores tienden a aumentar con la profundidad del suelo, debido a la mayor actividad biológica en el horizonte A y en algunos casos se observa un aumento a profundidades intermedias asociado al pisoteo del ganado.

Los resultados del laboratorio para MS muestran valores de materia orgánica que oscilan entre 1,05 a 1,09 %. Cabe indicar que muchas de estas áreas son destinadas a ganadería, por ello la materia orgánica en el primer horizonte puede llegar a ser mayor, sin embargo, no se evidencian diferencias significativas en los valores hallados. En este mismo sentido, los resultados en BSC se encuentran en un rango que va desde 1,00 a 3,30 %, correspondiendo el mayor valor a los primeros 10 cm del suelo. De igual manera sucedió con BSS cuyo valor más alto del rango de materia orgánica en el suelo (2,00 – 5,40 %) se encontró en los primeros 10 cm del perfil del suelo. Este hecho podría tener su explicación dada la mayor actividad biológica en el horizonte A.

En consecuencia y basados en la recomendación del SSL (Soil Survey Laboratory) de la USDA (United States Department of Agriculture) se utilizó el factor de corrección de Van Benmelen (1,724) asumiendo que la materia orgánica tiene 58% de carbono orgánico, se determinaron valores de 26,83; 31,13 y 63,28 Mg C/ha para MS, BSC y BSS, respectivamente.

Por otra parte, los valores estimados de carbono almacenado en los suelos en el área de estudio concuerdan con los establecidos como valores medios por la herramienta “AFOLU Carbon Calculator” en la zona, que es de alrededor de 52,92 Mg C/ha. De igual manera Balesdent y Arrouays (1999) y Trumbmore *et al.* (1995) reportaron cifras de entre 60 y 70 Mg C/ha en suelos forestales. Junto con las evidencias de almacenamiento de carbono en suelos, se debe considerar también que el cambio en el contenido de carbono del suelo debido al uso de la tierra no supera los 20 Mg C/ha (IPCC, 2007).

El carbono total almacenado en cada una de las formaciones vegetales identificadas dentro del área de estudio se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18:** Carbono total almacenado en cada una de las formaciones vegetales en el área de estudios

<b>Formación vegetal</b>	<b>Carbono almacenado en suelos (Mg C/ha)</b>	<b>Carbono almacenado en biomasa aérea (Mg C/ha)</b>	<b>Carbono Total por formación vegetal (Mg C/ha)</b>
Matorral Seco	26,83	33,47	60,30
Bosque Seco			
Caducifolio	31,13	38,49	69,62
Bosque Seco			
Semicaducifolio	63,28	59,77	123,05

En este sentido, el contenido de carbono estimado a nivel de formaciones vegetales va de 60,30 a 123,05 Mg C/ha. Es importante destacar que la variabilidad en cuanto a las características biofísicas de las diferentes formaciones vegetales en el área de estudio (microclima, cobertura o uso de la tierra o estado de conservación), originan diferencias en el carbono almacenado al interior de cada formación (Yepes y Duque 2011, Phillips et al. 2011, IDEAM 2010).

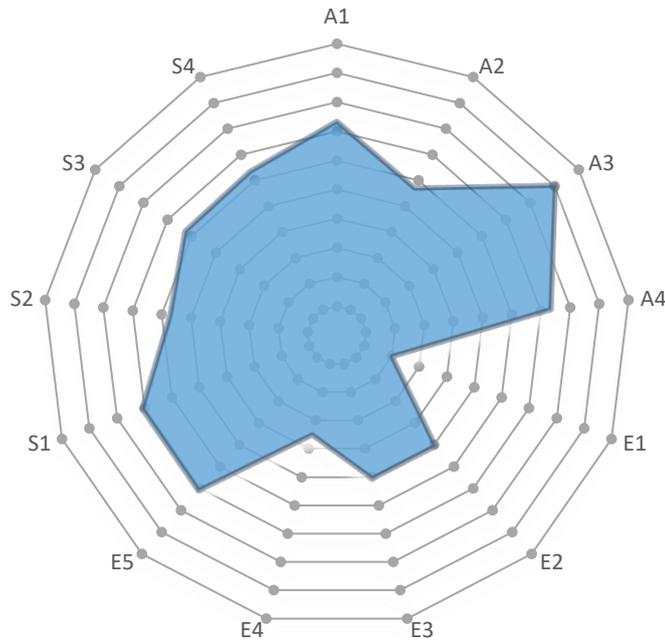
#### **6.4. Determinación de un índice de sostenibilidad basado en los resultados obtenidos en objetivos anteriores**

La valoración de la sostenibilidad en el presente estudio de caso se sustentó principalmente en los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas, considerando la percepción local como un medio fehaciente de recopilar información sobre el estado situacional real del área de estudios. Además de ello, y como medio de incorporar mediciones en campo, se realizó una estimación del carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales, constituyendo este uno de los indicadores dentro de la dimensión ecológica. Los resultados del índice para cada una de las dimensiones se presentan en la Tabla 19 y Figura 8.

El mejor valor se obtuvo en la dimensión ecológica (0,74), lo cual se podría considerar comprensible dado que el área de estudios se encuentra dentro de las áreas protegidas del Ecuador, este valor establece que en cuanto al aspecto ecológico dentro de la sostenibilidad el área se considera estable. No obstante, se podría llegar a un estado óptimo si se prestara mayor atención al indicador A2 (tala de bosque). Al respecto Ecuador Forestal (2007) considera la tala ilegal de bosques y expansión de la frontera agrícola como amenazas que atentan contra la conservación de bosques en áreas protegidas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), este hecho podría incidir sobre los cambios estructurales y funcionales del bosque comprometiendo colateralmente la habilidad del ecosistema de fungir como sumidero de carbono (0,73 en el valor calculado).

**Tabla 19:** Resultados para cada uno de los indicadores y dimensiones utilizadas en el estudio.

	<b>Codificación</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Promedio</b>	<b>Índice por dimensión</b>
Dimensión Ambiental	<b>A1</b>	Importancia del bosque para su vida	0,73	0,74
	<b>A2</b>	Tala de bosque	0,57	
	<b>A3</b>	Uso de agroquímicos	0,90	
	<b>A4</b>	Carbono en bosque	0,73	
Dimensión Económica	<b>E1</b>	Ingreso económico (mensual)	0,20	0,45
	<b>E2</b>	Aporte de la agricultura al desarrollo económico	0,51	
	<b>E3</b>	Producción local de alimento	0,51	
	<b>E4</b>	Capacitaciones	0,35	
	<b>E5</b>	Satisfacción con nivel de vida actual	0,71	
Dimensión Social	<b>S1</b>	Calidad de la educación	0,71	0,63
	<b>S2</b>	Salud	0,57	
	<b>S3</b>	Provisión servicio eléctrico	0,63	
	<b>S4</b>	Transporte público	0,63	
	<b>S5</b>	Apoyo institucional (ONGs, Estado, entre otras)	0,60	



**Figura 8:** Representación gráfica de los indicadores para cada una de las dimensiones utilizadas en el estudio.

Uno de los puntos interesantes de los datos obtenidos dentro de la dimensión ecológica, es que el indicador A3 (uso de agroquímicos) muestra un comportamiento favorable, es decir no existe mayor uso de agroquímicos, lo cual podría representar dos alternativas, 1) que la actividad agrícola no es tan fuerte en el área de estudios, por consiguiente, la expansión de la frontera agrícola no es una amenaza para el área, o 2) si existiere, la misma se fundamenta en métodos agroecológicos.

Muy por debajo se encuentra la dimensión económica con un valor de 0,45, considerado según la escala del índice de sostenibilidad como inestable. Al respecto, aunque todos los indicadores reflejan descuido, el mismo es mayormente notable en E1 (ingreso económico), y E4 (capacitaciones), cuyo mejoramiento podría ser de vital importancia para una mejor valoración de la dimensión económica del área. Es necesario indicar que, dada la categoría de área protegida, la actividad económica del área de estudios está supeditada a las regulaciones que la entidad competente inflige. No obstante, y según los resultados de las encuestas, la actividad turística es un puntal para el desarrollo económico del área, de acuerdo a ello es recomendable que el Estado preste especial interés en este sector, proveyendo logística y capacitaciones que fomente el rubro turístico.

Con respecto a la dimensión social, el valor obtenido (0,63) ubica al área en una categoría de estable. Sin embargo, sería recomendable prestar atención al indicador S2 (salud) para lograr mejoras en cuanto a la dimensión social del área.

La valoración integral de la sostenibilidad en el área de estudios se determinó ponderando los valores obtenidos para cada una de las dimensiones, para este caso se consideró proporciones similares para cada dimensión siendo la dimensión ecológica 34% importante, la dimensión social 33% y la dimensión económica 33%. De esta manera se obtuvo como resultado un valor de 0,61, lo cual dentro de la escala valorativa de sostenibilidad determina que el área de estudios se encuentra en una situación estable.

Este análisis estático provee una herramienta de referencia que guíe las acciones en un área determinada, mas no es posible observar las trayectorias de la dinámica territorial, es decir, identificar si la situación es buena con tendencia a empeorar, o mala con tendencia a mejorar. Debido a ello se sugiere replicar el análisis en varias etapas de tiempo para de esta manera conocer el cambio que podría producirse a través del tiempo (Waquil et al. 2010).

#### **6.5. Propuesta de Plan de acción para mejorar indicadores inmersos en la valoración de sostenibilidad**

El área motivo de estudio forma parte del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche, por ende, pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), debido a ello cualquier acción dentro del área deberá enmarcarse dentro de la normativa legal relacionada con las áreas protegidas del Ecuador y el marco institucional del Ecuador para la gestión de Áreas protegidas. Además de lo expuesto, toda área protegida cuenta con una zonificación, la cual define las zonas en las cuales se limitan o permite determinadas actividades, obedeciendo principalmente a:

- a. La definición conjunta del objeto o de la tarea del área en su globalidad y de cada una de sus zonas;
- b. La delimitación espacial de las diferentes zonas, es decir la definición de las áreas en las cuales se aplicarán las disposiciones a definirse en el siguiente paso;
- c. El acuerdo sobre reglas detalladas de uso para las diferentes zonas;
- d. La selección conjunta de mecanismos de control para asegurar el respeto de las reglas acordadas por parte de todos los actores.

En este contexto, se determinó que por haber tenido valores por debajo del valor considerado por la metodología como “estable” (0,6 a 0,8), de tal forma, los indicadores que necesitaban ser mejorados fueron:

**Tabla 20:** Indicadores que necesitan ser mejorados para lograr un mejor estado en cuanto a la sostenibilidad den el área de estudio

	<b>Codificación</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Promedio</b>
Dimensión Económica	<b>A2</b>	Tala de bosque	0,57
	<b>E1</b>	Ingreso económico (mensual)	0,20
Dimensión Económica	<b>E2</b>	Aporte de la agricultura al desarrollo económico	0,51
	<b>E3</b>	Producción local de alimento	0,51
	<b>E4</b>	Capacitaciones	0,35
	<b>S2</b>	Salud	0,57
Dimensión Social	<b>S3</b>	Provisión servicio eléctrico	0,63
	<b>S4</b>	Transporte público	0,63
	<b>S5</b>	Apoyo institucional (ONGs, Estado, entre otras)	0,60

Los resultados del diagnóstico han orientado la propuesta integrando las dimensiones social, económica y ambiental (Tabla 20) con el fin de abordar la problemática en la zona de estudio. De esta manera se busca que el Plan de Acción tenga coherencia y la capacidad de articularse eficientemente y de manera sostenible, en cuanto a las acciones que implica su implementación.

Es necesario indicar que esta planificación debe ser concebida como un proceso que pueda ser constantemente ajustado (adaptativo) y reorientado con base en el monitoreo y “la línea de base” establecida para tal fin, afinando luego de su iniciación, los resultados del diagnóstico con la participación amplia de los actores principales que son también copartícipes en la ejecución del presente Plan de Acción. Para esto, se requiere reconocer a las poblaciones como parte de la masa crítica para el monitoreo apoyado por las evaluaciones sucesivas. No obstante, las instituciones locales encargadas del manejo del área deberán preparar los planes operativos anuales, su propia agenda y mecanismos de trabajo, convirtiéndose esta planificación en un instrumento clave para la financiación, ejecución y seguimiento.

Para una aplicación eficiente de las acciones y decisiones, será necesario buscar el empoderamiento por parte de los grupos sociales, comunidades, entes y actores principales

de área. De igual manera, es importante establecer alianzas estratégicas para la ejecución y monitoreo del Plan, en especial con las instituciones claves de la zona y con los grupos organizados, incluyendo entes privados que tienen interés en el desarrollo de la zona.

Los programas que conforman el plan de acción surgen de una síntesis de la problemática identificada por medio de este estudio. De esta manera, se presentan tres programas de acción, divididos en proyectos los cuales reflejan las alternativas para mejorar o corregir los indicadores que se incluyeron en el análisis (Tabla 21).

**Tabla 21:** Programas y proyectos propuestos para mejorar indicadores en el análisis de sostenibilidad en la zona de estudio

Programa	Proyecto
<b>1. Alternativas tecnológicas sostenibles en agricultura, silvicultura y ganadería para la conservación de recursos naturales</b>	Fortalecimiento de programas de capacitación en producción
	Desarrollo sostenible Agroforestal en la zona de producción cafetera en la zona de estudio.
	Desarrollo sostenible Agroforestal en las zonas de producción de cultivos anuales en la zona de estudio
<b>2. Conservación y restauración y manejo de la cobertura vegetal</b>	Inventario de estudios de la zona
	Recuperación de cobertura en áreas de conservación y zonas de amortiguamiento
	Reforestación para favorecer la conectividad
<b>3. Programa de Educación Ambiental y extensión rural</b>	Fortalecimiento de programas formales de educación ambiental
	Proyecto 2. Difusión de experiencias exitosas y elaboración de materiales divulgativos, promocionales y didácticos de capacitación y educación de diferentes grupos (niños, jóvenes, adultos, productores, etc.).
	Fomento y fortalecimiento de grupos ecológicos de jóvenes y niños

Cabe indicar que los programas mencionados no son independientes, sino que están estrechamente relacionados en su planificación, ejecución y monitoreo. De esta manera, se deben imponer mecanismos de ejecución integral y por ende las actividades y sus resultados no son aislados. Por lo expuesto, las actividades a desarrollar buscan promover un cambio en la visión y manejo del área, considerando la sostenibilidad como meta fundamental del desarrollo.

Los objetivos del plan de acción que se derivan del estudio de caracterización y diagnóstico son:

- Mejorar la calidad de vida de las poblaciones ubicadas en las cercanías del área en estudio mediante la toma puesta en marcha de acciones que permitan una mejora valoración de los indicadores que fueron arte del análisis de sostenibilidad.
- Fomentar que las instituciones y pobladores de las comunidades conozcan y apliquen los enfoques y técnicas de manejo integral de los recursos naturales y el ambiente.
- Impulsar el manejo eficiente de las áreas de cobertura vegetal y las áreas vulnerables.
- Diseñar un sistema integral de la educación, capacitación y las actividades comunitarias para el manejo de los recursos naturales.

### **Beneficios esperados del Plan de Acción propuesto**

En cuanto a los aspectos socioeconómicos se justifica por los beneficios que se obtienen en el incremento del ingreso neto incremental a mediano plazo en las actividades agropecuarias, en el fortalecimiento de las organizaciones sociales, mejorando su capacidad de gestión y capacitación en las labores agrícolas y pecuarias.

El componente de educación ambiental debe apoyar en lograr las metas y los resultados de los demás componentes del Plan de acción. En este caso es el apoyo tanto en las actividades de capacitación como en las actividades que implican la adopción de las tecnologías o cambios de actitudes para aumentar la cobertura vegetal. Todo esto reforzado por los medios de divulgación, campañas y capacitación dirigido a los productores, sus familias y las comunidades incluidas en la investigación.

En la parte ecológica se podría esperar una mejora en la calidad ambiental de la zona, la regeneración de la cobertura forestal en terrenos descubiertos, degradados o en estados incipientes de sucesión, el mantenimiento y mejora del estado de los bosques remanentes, en términos de la composición y estructura de su vegetación y la condición del suelo forestal, el mejoramiento de los índices de conectividad a nivel de paisaje de los bosques remanentes para asegurar su impacto como corredor biológico, entre otros..

Por último, es importante mantener una bibliografía actualizada de las publicaciones y documentos generados sobre el área de estudios y/o coleccionar documentos que apoyan las intervenciones y acciones específicas relacionadas con la mismo, depositándola preferiblemente en el MAE para que los usuarios tengan acceso a la información.

A continuación, se detallan los pormenores de cada uno de los Programas y Proyectos (Tabla 21) dentro del Plan de Acción propuesto:

*Programa 1. Alternativas tecnológicas sostenibles en agricultura, silvicultura y ganadería para la conservación de recursos naturales*

Objetivo General:

Lograr un incremento en la sostenibilidad de los sistemas productivos agrícolas y pecuarios, y a la vez tener un impacto positivo en la conservación de suelos y aguas, que permitirán, especialmente a los pequeños productores, mejorar su ingreso neto y mejorar su percepción sobre su calidad de vida a través de la reducción de riesgos de vulnerabilidad y destrucción de los recursos naturales mientras se mantiene la productividad de los mismos.

Objetivos específicos:

- Incrementar la producción agrícola, pecuaria y forestal en beneficio económico para las comunidades involucradas.
- Fomentar la inclusión del árbol en los modelos económicos de explotación de fincas y como elemento importante en la conservación de suelos y el comportamiento hidrológico.

Justificación: Dado que, mediante el análisis realizado de las encuestas fue posible observar que el 34% de los predios tenían menos de un cuarto de hectárea, 13,7% poseían terrenos de 0,25 y una ha; 24,2% contaban con propiedades de una a dos ha y el 16,6% de los predios tenían una extensión de más de dos ha, se hace muy necesaria una planificación de las actividades con el criterio de "Finca Integral", con lo cual se aseguran mayores beneficios económicos y ambientales.

Este tipo de sistema de producción (finca integral) es ampliamente compatible con la tecnología agroforestal, ya que en ella es posible reunir gran diversidad de componentes que luego pueden ser aprovechados de muchas formas dentro de la misma unidad de producción. En el caso motivo de estudio, un aspecto fundamental que incentiva el desarrollo de propuestas productivas agroforestales es que, según el diagnóstico realizado, el 17 % de la población se dedica a la agricultura y 63 % del uso del suelo que los habitantes dan a sus tierras es el cultivo del café, cultivo muy relacionado con las tecnologías agroforestales.

En este contexto, y dado que las tecnologías agroforestales parten desde la concepción integradora entre la conservación y el uso razonable de los recursos naturales, permiten posicionarse como una alternativa considerablemente aplicable a la zona de estudios. Dichas tecnologías cumplen favorablemente los objetivos de la sostenibilidad ya que a la vez mejoran los ingresos económicos de los productores, mejoran el nivel de vida de los mismos y además poseen cualidades conservacionistas.

**Beneficiarios:** Los beneficiarios serán los habitantes dedicados a actividades agrícolas dentro de la zona en estudio.

**Beneficios:** Entre los beneficios que se obtendrán con la aplicación de este programa, se podrían citar el cambio de la visión de los productores agropecuarios con respecto al manejo de una unidad productiva. Por otra parte, dado que los sistemas agroforestales permiten diversificación y en algunos casos aumento de la producción e independencia de insumos externos, indudablemente mejorará el ingreso económico favoreciendo así el nivel de vida de los productores. De igual manera, al incluirse árboles dentro de los sistemas de producción se pueden obtener servicios tales como la protección del suelo y agua, control de plagas y enfermedades, regulación de ciclo hidrológico, entre otros que indudablemente favorecen la conservación ambiental.

**Estrategias:** Este componente está dirigido a disminuir la intensidad de uso de la tierra en áreas sobreutilizadas, donde se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas de forma intensiva, mediante sistemas agrosilvopastoriles y prácticas de conservación de suelos. Para ello se cuenta con la tecnología de sistemas agroforestales y silvopastoriles, que incluyen árboles en cafetales, árboles en líneas como cercas vivas, rompevientos, linderos (maderables, de servicio y frutales), así como la liberación de áreas ganaderas mediante la semiestabulación y suplementación de los animales con bancos forrajeros para la regeneración natural e introducción de árboles en áreas no aptas para pastos.

**Proyecto 1. Fortalecimiento de programas de capacitación en producción**

**Estrategias:** Las organizaciones sociales rurales, serán fortalecidas mediante actividades de capacitación y preparación de líderes. Individualmente los productores serán atendidos para capacitarlos en la realización de las actividades de los proyectos, mediante un sistema de Extensión Rural, el cual estará conformado por profesionales de todas las especialidades necesarias para el logro del desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables y el ambiente.

Una idea a desarrollar sería también complementar estas capacitaciones con el establecimiento de incentivos económicos para la conservación de los recursos naturales, los sistemas agroforestales y la reforestación.

Medios de verificación: Informes periódicos y número de productores que adopten tecnologías agroforestales en su unidad de producción.

Proyecto 2. Desarrollo sostenible Agroforestal en la zona de producción cafetera en la zona de estudio.

Estrategias: Se plantea la conversión de fincas de café manejadas de forma tradicional a sistemas de producción conservacionistas, reduciendo así la dependencia de insumos externos y de alto costo, diversificando la producción del sistema, y mitigando la degradación del suelo por erosión y pérdida de fertilidad.

Medios de verificación: Número de finqueros con cafetales convertidos a sistemas de producción conservacionista. Registro contable de consumo de agroquímicos en productores bajo monitoreo.

Proyecto 3. Desarrollo sostenible Agroforestal en las zonas de producción de cultivos anuales en la zona de estudio

Estrategias: Se plantea la conversión de zonas de producción manejadas de forma tradicional a sistemas de producción conservacionistas, reduciendo así la dependencia de insumos externos y de alto costo, diversificando la producción del sistema, y mitigando la degradación del suelo por erosión y pérdida de fertilidad.

Medios de verificación: Número de finqueros con cafetales convertidos a sistemas de producción conservacionista. Registro contable de consumo de agroquímicos en productores bajo monitoreo.

*Programa 2. Conservación y restauración y manejo de la cobertura vegetal*

Objetivo General:

Desarrollar proyectos mediante la participación activa de las comunidades en la conservación, protección e incremento de los bosques protectores de la zona de estudio y de manejo conservacionista de las zonas de amortiguamiento.

Objetivos específicos:

- Estabilizar el uso de la tierra y los demás recursos naturales en las zonas de amortiguamiento, de tal manera que las comunidades no requieran de mayores áreas para satisfacer sus necesidades económicas, protegiendo así las áreas cubiertas con bosques.
- Proteger los márgenes de cauces hídricos y las zonas de las nacientes de agua abastecedoras de los acueductos, mediante la reforestación protectora en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes y con la participación directa de las comunidades motivadas e incentivadas para la realización de estas actividades.
- Facilitar la obtención de árboles a las comunidades para las plantaciones a realizar en sus fincas, mediante el establecimiento de viveros con garantía de calidad y fomentar el establecimiento de viveros como inversión particular.

Justificación: En el diagnóstico realizado se pudo observar que uno de los problemas asociados a la degradación ambiental en la zona de estudios es la tala de bosque. Sin lugar a dudas, este hecho representa una amenaza para los objetivos de conservación del Ministerio de Ambiente (MAE)

Beneficiarios: Los habitantes de poblaciones en las inmediaciones de la zona de estudios. La vida silvestre es beneficiada también ya que la reforestación provee un medio seguro para transitar entre parches de bosque.

Beneficios: La reforestación favorece la estabilidad de los terrenos disminuyendo las tasas de erosión y sedimentación (deslizamientos, arrastre, deposición de sedimentos y pérdida generalizada de suelo), y disminución de efectos del viento (erosión eólica y protección de cultivos, entre otros).

Por otra parte, la reforestación permite la fijación y almacenamiento de carbono, intercambiando CO<sub>2</sub> con el medio y evitando que este sea devuelto a la atmósfera.

La presencia del componente arbóreo contribuye a mejorar la belleza escénica de los sitios influyendo en la creación de corredores biológicos aumentando de esta manera la flora y la fauna.

Estrategias: Reforestación para protección en zonas sin cobertura forestal. Estos usos de la tierra tendrán fines meramente protectores, por lo que no se prevé la extracción de recursos en estos sistemas.

El fomento y asistencia técnica de los sistemas de manejo de cobertura serán realizados por un técnico de instituciones estatales (como el MAGAP), que coordinará las labores de extensión conjuntamente con el MAE, y de ser posible el apoyo de las Municipalidades. Asimismo, el técnico asumirá la regencia de los planes de manejo del Programa.

Las áreas a ser reforestadas deberán estar enmarcadas dentro de la zonificación elaborada por el Ministerio de Ambiente. Se reforestará con especies vegetales nativas seleccionadas por consulta a pobladores locales y a expertos.

Se desarrollará e implementará un programa de monitoreo de la cobertura forestal. Dicho programa incluirá evaluaciones a nivel de finca y paisaje, y buscará determinar el efecto de las técnicas y estrategias implementadas para la recuperación y mantenimiento de la cobertura forestal, permitiendo el ajuste o replanteo de las mismas para lograr las metas planteadas (manejo adaptativo).

En la etapa inicial, se evaluará el estado de la cobertura con herramientas de SIG y verificaciones de campo. Asimismo, se desarrollarán indicadores del estado de la vegetación específicos para la zona. Posteriormente, se efectuará el monitoreo anual a lo largo del periodo del Plan de Acción.

#### Proyecto 1. Inventario de estudios de la zona

Estrategias: El Ministerio de Ambiente (MAE) podría estar a cargo de elaborar la recopilación bibliografía existente, actualizando constantemente y asegurando su acceso a los usuarios, tanto estudiantes como el público interesado. Los documentos serán depositados en las oficinas de la Dirección del Refugio de vida Silvestre Marino Costera Pacoche.

Medios de verificación: Base de datos desarrollada.

#### Proyecto 2. Recuperación de cobertura en áreas de conservación y zonas de amortiguamiento

Estrategias: El establecimiento de la reforestación se realizará en bloques homogéneos, o en hileras, para ello se seleccionará los terrenos según la zonificación realizada por el Ministerio de Ambiente (MAE), considerando además su uso actual, su capacidad y su condición de uso. Se seleccionarán en primer lugar los terrenos en uso actual de pastos o tierras en condiciones de sobre uso.

Las plántulas requeridas se obtendrán de viveros previamente establecidos por el MAE o en las unidades de producción de los habitantes que estén dispuestos a colaborar en estas actividades. Es necesario indicar que las especies utilizadas en estas actividades sean propias de la zona.

Medios de verificación: Número de hectáreas reforestadas. Es necesario tener en cuenta que no solo se trata de sembrar los árboles, sino de dar un seguimiento a los mismos y asegurar su crecimiento.

### Proyecto 3. Reforestación para favorecer la conectividad

Estrategias: Al igual que en el proyecto de recuperación de la cobertura vegetal en áreas de conservación y amortiguamiento, el establecimiento de la reforestación se realizará en bloques homogéneos, o en hileras, según la zonificación realizada por el Ministerio de Ambiente (MAE). El objetivo en este caso es el de conectar parches de bosque para favorecer la conectividad y permitir el tránsito de fauna silvestre a través de los mismos

Las plántulas requeridas se obtendrán de viveros previamente establecidos por el MAE o en las unidades de producción de los habitantes que estén dispuestos a colaborar en estas actividades. Es necesario indicar que las especies utilizadas en estas actividades sean propias de la zona.

Medios de verificación: Número de hectáreas reforestadas. Es necesario tener en cuenta que no solo se trata de sembrar los árboles, sino de dar un seguimiento a los mismos y asegurar su crecimiento.

### *Programa 3. Programa de Educación Ambiental y extensión rural*

#### Objetivo General:

Elevar el nivel de sensibilidad ambiental de las poblaciones incluidas en la investigación, a través del desarrollo de un Plan Integral de Educación Ambiental y su implementación por parte de diversos actores a través de convenios, con el fin de motivar un cambio cultural que genere una actitud de mayor compromiso con el ambiente y facilitar la adopción de las acciones propuestas en el Plan de Acción.

#### Objetivos específicos:

- Incentivar a las comunidades a participar efectivamente en la ejecución de los proyectos, mediante la capacitación, la educación, el fortalecimiento de sus organizaciones sociales rurales y la capacitación de líderes.
- Mantener un contacto permanente con las comunidades a través de los extensionistas del, quienes actuarán como asistentes de los productores, colaboradores de las organizaciones sociales y facilitadores de los problemas comunales.
- Asesorar a los productores en la planificación de sus fincas considerando las recomendaciones de los proyectos y respetando las decisiones de cada uno.
- Aplicar incentivos económicos por desarrollo de las prácticas de conservación y manejo.

Justificación: Las actividades antropogénicas realizadas en el área de estudio, así como las condiciones de vulnerabilidad natural de la misma, dan origen a una serie de problemas identificados en la fase de diagnóstico y que se planea resolver con las acciones propuestas en el presente Plan. Dicha problemática, tiene un denominador común: al ser afectado un bien común, tanto las causas de su degradación como las consecuencias de la misma son compartidas por todos los habitantes de la zona, sin poder identificar con precisión el nivel de daño/consecuencia percibida a nivel individual.

Para ser efectivas a mediano y largo plazo, las acciones propuestas hacia diferentes grupos meta dentro de los otros Programas del Plan deben ir enmarcadas dentro de una estrategia de sensibilización en el tema ambiental, dirigido a la comunidad en general. De esta manera se puede motivar un cambio de actitud no sólo por razones de eficiencia tecnológica de las opciones de producción fomentados, sino también por la creación de una conciencia sobre la importancia y beneficios de la protección del ambiente bajo premisas de uso racional de los recursos.

Por esta razón, el presente Programa propone el desarrollo de un Plan Integral de Educación Ambiental con participación de distintos actores de la zona, y que sea implementado con el fin de dar soporte a las actividades del Plan de Acción a través de la sensibilización ambiental de la comunidad en general. El cambio de actitud de la población contribuirá a la recuperación de áreas degradadas y evitará futuros daños a los recursos naturales.

Beneficiarios: Los beneficiarios del Programa son los aproximadamente 5 000 habitantes de los poblados cercanos al área de estudio y que fueron incluidos en el análisis. De igual manera, la población estudiantil de las instituciones ubicadas en cada uno de los polados.

**Beneficios:** Es importante señalar que la conciencia y educación ambiental son los principales impedimentos para superar las prácticas que favorecen degradación ambiental. Se espera que el Programa de Educación Ambiental, desarrollado de manera coherente y sostenido, ayude a cambiar las actitudes de la población de diferentes edades (escolares y no escolares) y produzca impactos favorables en el uso de los recursos naturales en general.

**Estrategias:** Como se ha mencionado anteriormente, es de vital importancia para el presente Plan de Acción asegurar la articulación y coordinación con otras instituciones y organizaciones. Por lo tanto, la implementación del Programa sería a través de convenios y acuerdos con Instituciones como el Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio de Ambiente (MAE) y Universidades de la región. Estas alianzas proporcionarán beneficios al Programa, ya que con pocos recursos asignados a las instituciones ya existentes se podrán alcanzar un mayor número de beneficiarios.

Los ejes temáticos de la educación ambiental serán establecidos a través del desarrollo de un Plan Integral de Educación Ambiental, en el que participarán las entidades clave de la zona, bajo la coordinación de los funcionarios del MAE.

En el caso de la educación formal, se contará con el personal docente y las instalaciones físicas de las escuelas rurales en la zona. Los ejes temáticos en la educación formales serán diseñados de manera transversal dentro de los otros ejes formativo-educativos de la enseñanza primaria y secundaria.

El MAGAP y Universidades de la región estarían encargados de capacitar en las actividades productivas y de conservación con enfoque de valor agregado a la población joven y adulta, contribuyendo a la generación de empleo en la zona. Igualmente, el MAGAP asumirá un rol especial para capacitar en las tecnologías para desarrollar o construir y mantener la infraestructura de las fincas y áreas adyacentes. Los recursos humanos y financieros deberán ser complementados a través de una mejor articulación de las actividades para lograr los objetivos del Programa.

#### Proyecto 1. Fortalecimiento de programas formales de educación ambiental

**Estrategias:** Se dirige a facilitar a los docentes de centros educativos de primaria y secundaria en todos sus niveles la enseñanza de temas de interés ambiental relacionados con el área de estudio.

Este proyecto se dividirá en dos etapas. En la primera etapa la educación ambiental se dirige a los docentes de las Escuelas Primarias del sector Público de los niveles cuarto y quinto grado. La segunda etapa integra a los niveles sexto, tercero, segundo, primero y kinder de primaria y a los cinco niveles de secundaria.

Inicialmente en el proyecto se desarrollará cada uno de los temas del plan de estudios de cuarto y quinto año de primaria con el fin de empatar objetivos académicos con los objetivos del plan de acción.

Medios de verificación. Número de personas capacitadas en temas ambientales y que luego serán multiplicadores de lo aprendido en los diferentes centros de instrucción académica de la zona.

Proyecto 2. Difusión de experiencias exitosas y elaboración de materiales divulgativos, promocionales y didácticos de capacitación y educación de diferentes grupos (niños, jóvenes, adultos, productores, etc.).

Estrategia: Se elaborará material para divulgación. Se proponen tres tipos de materiales interrelacionados: de promoción, de divulgación y didácticos que generarán el componente de Educación y Capacitación Ambiental. El primero es para el público general, para concientizar sobre los problemas ambientales; el segundo se trata de materiales que apoyan tanto las actividades de capacitación como facilitar la información adicional a los distintos grupos meta; el tercero se refiere a temas específicos y especializados

Medios de verificación: Los materiales impresos.

Proyecto 3. Fomento y fortalecimiento de grupos ecológicos de jóvenes y niños

Estrategias: Se deberá trabajar en conjunto con las unidades directivas y educativas de cada poblado, además de las instituciones colaboradoras (Universidades, MAE, MAGAP). La actividad seguirá cuatro ejes de acción: apoyo a la acción de los grupos ambientales (concientización, reforestación, reciclaje y proyectos piloto), capacitación, giras formativas y expansión de los grupos.

Medios de verificación: El indicador será el número de grupos de jóvenes y niños, sus alcances, y logros, entendido en logros tanto cualitativos como cuantitativos. Todo esto será reflejado en los informes semestrales y anuales preparados con la participación de los grupos.

## V. CONCLUSIONES

La principal actividad económica de las diez comunidades localizadas en el área de estudio es la pesca (30%) seguida de la agricultura (17%). En términos generales las actividades secundarias (53%) incluyen comercio, costura, artesanías, turismo, entre otras que son combinadas con la pesca y el trabajo de obrero.

Las familias e su mayoría están formadas por 4 o más personas y en la mayoría de los casos solo un miembro de la familia desempeña alguna actividad generadora de ingresos; Este ingreso económico el 78,1% de las ocasiones comprende un rango de 50 y 200 USD mensuales; el 15% de los casos el ingreso esta entre 200 y 300 USD; el 5,1% bordea el rango de los 300 a 500 USD mensuales y el 1,4% obtiene mensualmente entre 500 y 1000 USD.

La mayoría de los habitantes del área en estudio (73%) es dueño (a) de los predios en los que habita. Gran parte de los habitantes (31%) llevan ocupando el área por más de 30 años con extensiones que no superan un cuarto de hectárea (34%), aunque se encuentran propiedades con una o dos hectáreas (37,9%) y más de dos hectáreas (16,6%).

La agricultura aporta medianamente al desarrollo económico de la población. Los productos obtenidos dentro de esta actividad, en su mayoría, son comercializados en el mercado local (53,9%), mediante intermediarios (25,7%) y otros prefieren comercializar directamente en la finca (20,4%). El cooperativismo es una práctica no muy difundida ya que solo el 1,3% de encuestados comercializan a través de este medio.

En términos generales no existen conflictos territoriales. En los predios dedicados a sistemas agroforestales los terrenos están delimitados por hileras de plantas que sirven como cercas vivas. Las tierras dedicadas a pastos crean un conflicto con el objetivo del refugio de vida silvestre al representar barreras para la dispersión de la flora y fauna silvestre y reducir la capacidad del bosque en retener la garúa o lluvia horizontal.

Las diferencias entre estas formaciones, principalmente, se relaciona con la altitud, el estado de sucesión de las mismas y; aunque podrían compartir especies, la humedad que se presenta en muchas zonas, puede ser un factor de importancia en su diferenciación. Se determinaron

3 formaciones vegetales que son: Matorral Seco, Bosque Seco Caducifolio y Bosque Seco Caducifloio.

El carbono almacenado en biomasa aérea fue mayor en Bosque Seco Semicaducifolio (59,77 Mg C/ha) seguido por la formación de Bosque Seco Caducifolio (38,49 Mg C/ha) y Matorral Seco (33,47 Mg C/ha).

Los suelos de la formación Bosque Seco Semicaducifolio poseen más carbono almacenado (123,05 Mg C / ha) que las formaciones de Bosque Seco Caducifolio (69,62 Mg C/ha) y Matorral Seco (60,30 Mg C / ha).

La formación de Bosque Seco Semicaducifolio contiene más carbono total almacenado (123,05 Mg C/ha) que las formaciones de Bosque Seco Caducifolio (69,62 Mg C/ha) y Matorral Seco (60,30 Mg C/ha)

En cuanto a la valoración independiente de cada dimensión, el mejor valor se obtuvo en la dimensión ecológica (0,74), estableciendo que en cuanto al aspecto ecológico dentro de la sostenibilidad el área se considera estable. La dimensión económica cuenta con un valor de 0,45, considerado según la escala de sostenibilidad como inestable. Con respecto a la dimensión social, el valor obtenido (0,63) ubica al área en una categoría de estable.

La valoración integral de la sostenibilidad en el área de estudios obtuvo como resultado un valor de 0,61, lo cual dentro de la escala valorativa de sostenibilidad determina que el área de estudios se encuentra en una situación estable.

## VI. RECOMENDACIONES

Es necesario recalcar que la presente investigación tuvo un carácter experimental y exploratorio con base en una metodología cuantitativa sobre un territorio rural utilizando indicadores representativos de cada una de las dimensiones que conformaron el estudio. No obstante, este carácter experimental y exploratorio no afecta su relevancia en términos de logros metodológicos y analíticos alcanzados, además de ello el estudio puede ser fácilmente replicado en otros territorios.

Se recomienda entonces, replicar la metodología incluyendo distintos indicadores tratando de tomar como fuente primaria de información la percepción social, además de añadir mediciones *in situ* de parámetros que proporcionen mayor información específica del área a estudiar.

La selección de los indicadores para cada una de las dimensiones debe realizarse cuidadosamente obedeciendo a una base teórica, no especulativa, reflejando claramente las relaciones (positiva o negativa) que podrían tener con respecto al desarrollo sostenible. En este mismo sentido es necesario indicar que, los resultados podrían variar si en vez de utilizar promedios se utiliza la moda como medida de distribución de las variables.

Por otra parte, dado que se consideran indicadores dentro de un sistema en constante cambio, sería recomendable tratar de que no exista un lapso muy grande de tiempo entre la recopilación de información y la obtención de los resultados, ya que lo que se pretende es que sea una metodología fácil/rápida de aplicar y que la misma refleje la situación real del área en un tiempo y espacio determinado.

Este análisis estático provee una herramienta de referencia que guíe las acciones en un área determinada, mas no es posible observar las trayectorias de la dinámica territorial, es decir, identificar si la situación es buena con tendencia a empeorar, o mala con tendencia a mejorar. Debido a ello se sugiere replicar el análisis en varias etapas de tiempo para de esta manera conocer el cambio que podría producirse a través del tiempo.

Más allá de tomar cualquier posición/acción con respecto a los resultados, es importante recordar que la evaluación no pretende ser la panacea a los problemas que podrían

presentarse en un territorio, sin embargo, estamos seguros de que podría servir de guía en la toma de decisiones.

Es importante conocer además si el stock de carbono se mantiene en el tiempo o sufre cambios debido a la presión a la que podría estar sometida el área de estudio. Es por esta razón que al igual que la replica de la metodología utilizando otros indicadores, se recomienda estimar el stock de carbono en varias fechas y hacer comparaciones del mismo.

Se debe recordar que podrían existir relaciones entre las variables en estudio, al respecto debería considerarse en el estudio un análisis de componentes principales para sintetizar la información.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Arias, H; Ortiz-Malavasi, E; Vílchez-Alvarado, B; Chazdon, RL. 2012. Biomasa sobre el suelo y carbono orgánico en el suelo en cuatro estadios de sucesión de bosques en la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 9(22): 22-31.
- Alier, JM. 1994. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. s.l., Icaria Editorial, v.60.
- Altieri, MA. 1983. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture. 1983.
- Andrade, A; Arjona, F; Paredes, D; Suárez, L; Vásconez, S. 2004. Corredor de conservación Chocó - Manabí (Colombia y Ecuador). 53-63 pp En: Crasco, M. y Guerrero, E. (editores) 2004. *Aplicaciones del enfoque ecosistémico a la gestión de corredores de América del Sur*. Memorias del Taller Regional. Quito, Ecuador, s.e.
- Arce, R. 2004. *Resumen diagnóstico de la Cuenca Reventazón*. Consultoría para Proyecto Redes Comunitarias para la Gestión del Riesgo Costa Rica 2004.
- Arguello, M.; Chiriboga, C.; Neuman, J.; Regalado, J.; Toaza, G. 1998. Diagnóstico de la zona del bosque de garúa del área rural del Cantón Manta. Proyecto de conservación y manejo de los remanentes de bosque al norte del Parque Nacional Machalilla. Quito, Ecuador., Ecociencia.
- Arndt, HW. 1989. *Economic development: The history of an idea*. s.l., University of Chicago Press.
- Ávila, G; Jiménez, F; Beer, J; Gómez, M; Ibrahim, M. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. Carbon storage and fixation, and evaluation of environmental services in agroforestry systems in Costa Rica. *Agroforestería en las Américas (CATIE)* 8(30): 32-35.
- Aznar, J; Guijarro, F. 2012. *Nuevos métodos de Valoración–Métodos Multicriterios*. Editorial Universitat Politècnica de Valencia, 2012.
- Baillie, J; Groombridge, B; Gärdenfors, U; Stattersfield, AJ. 1996. 1996 IUCN Red List of

threatened animals. s.l., Iucn.

Baillie, J; Hilton-Taylor, C; Stuart, SN. 2004. 2004 IUCN red list of threatened species: a global species assessment. s.l., IUCN.

Balesdent, J; Arrouays, D. 1999. Usage des terres et stockage de carbone dans les sols du territoire francais. Une estimation des flux nets annuels pour la periode 1990-1999. An estimate of the net annual carbon storage in French soils induced by land use change from 1900 to 1999 (note p. Comptes Rendus-Academie d'Agriculture de France 85(6): 265-277.

Barrett, T. 2014. Storage and flux of carbon in live trees, snags, and logs in the Chugach and Tongass National Forests. 2014.

Barrett, TM; Christensen, GA. 2011. Forests of Southeast and South-Central Alaska, 2004–2008: Five-year forest inventory and analysis report. 2011.

Bazant, S. 2013. Interdependencia de la expansión urbana y el medio ambiente circundante. Causas de su degradación. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo 4(8).

Becerril-Piña, R; González-Sosa, E; Mastachi-Loza, CA; Díaz-Delgado, C; Ramos-Salinas, NM. 2014. Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México. Ecosistemas y recursos agropecuarios 1(1): 9-18.

Bernoux, M; Chevallier, T. 2014. Carbon in dryland soils. Multiple essential functions. . Montpellier, France, Agropolis International, 40.

Betteridge, K; Mackay, AD; Pande, TN; Costall, DA; Budding, PJ; Valentine, I; Singleton, PL; Drewry, J; Findlayson, J; Boyes, M. 2002. Cattle treading on wet soils: implications for pasture growth and soil physical condition. Dairy farm soil management. Massey University, Palmerston North 2002: 79-88.

Bianucci, G; Di Celma, C; Landini, W; Buckeridge, J. 2006. Palaeoecology and taphonomy of an extraordinary whale barnacle accumulation from the Plio-Pleistocene of Ecuador. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 242(3): 326-342.

BID. 1997. Latin America After a Decade of Reforms: Economic and Social Progress. 1997 Report. Ed. BI de Desarrollo. s.l., Inter-American Development Bank.

BioCarbonFund. 2008. Methodology for Estimating Reductions in GHG Emissions from

- Mosaic Deforestation. s.l., BioCarbon Fund.
- van Breugel, M; Ransijn, J; Craven, D; Bongers, F; Hall, JS. 2011. Estimating carbon stock in secondary forests: decisions and uncertainties associated with allometric biomass models. *Forest Ecology and Management* 262(8): 1648-1657.
- De Britez, RM. 2007. *Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do sul do Brasil*. s.l., Embrapa Florestas; Curitiba: Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental.
- Brown, S. 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer*. s.l., Food & Agriculture Org., v.134.
- \_\_\_\_\_. 2002. Measuring, monitoring, and verification of carbon benefits for forest-based projects. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 360(1797): 1669-1683.
- Brown, S; Gillespie, AJR; Lugo, AE. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest science* 35(4): 881-902.
- Brown, S; Lugo, AE. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*. Caracas 17(1): 8-18.
- Brown, S; Sathaye, J; Cannell, M; Kauppi, P. 1996. Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *The Commonwealth Forestry Review* 1996: 80-91.
- Brundtland, GH. 1987. *Report of the World Commission on environment and development: «our common future.»* s.l., United Nations.
- Campos, A; Moreno-Casasola, P; Travieso-Bello, AC. 2005. Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América* 30(1): 12-18.
- Cantalamesa, G; Di Celma, C. 2004. Origin and chronology of Pleistocene marine terraces of Isla de la Plata and of flat, gently dipping surfaces of the southern coast of Cabo San Lorenzo (Manabí, Ecuador). *Journal of South American Earth Sciences* 16(8): 633-648.
- \_\_\_\_\_. 2004. Sequence response to syndepositional regional uplift: insights from high-resolution sequence stratigraphy of late Early Pleistocene strata, Periadriatic Basin, central Italy. *Sedimentary Geology* 164(3): 283-309.

- Castaneda, BE. 1999. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile. *Ecological Economics* 28(2): 231-244.
- Castri, F di. 1986. Ecología moderna; genesis de una ciencia del hombre y de la naturaleza. *Revista del Convenio Andrés Bello* 9(26): 37-47.
- Di Celma, C; Ragaini, L; Cantalamessa, G; Curzio, P. 2002. Shell concentrations as tools in characterizing sedimentary dynamics at sequence-bounding unconformities: examples from the lower unit of the Canoa Formation (Late Pliocene, Ecuador). *Geobios* 35: 72-85.
- Di Celma, C; Ragaini, L; Cantalamessa, G; Landini, W. 2005. Basin physiography and tectonic influence on sequence architecture and stacking pattern: Pleistocene succession of the Canoa Basin (central Ecuador). *Geological Society of America Bulletin* 117(9-10): 1226-1241.
- Chambers, JQ; Higuchi, N; Tribuzy, ES; Trumbore, SE. 2001. Carbon sink for a century. *Nature* 410(6827): 429.
- Chamorro, GC; González, JM; Jurado, HRO; Guerrero, DAM; Possu, WB. 2012. Estimación de la biomasa aérea y captura de carbono en árboles dispersos en potreros con motilon silvestre (*Freziera canescens*) en el Municipio de Pasto Nariño-Colombia. *Revista de Ciencias Agrícolas* 24(1 y 2).
- Chapman, CA. 1989. Primate seed dispersal: the fate of dispersed seeds. *Biotropica* 1989: 148-154.
- Chave, J; Andalo, C; Brown, S; Cairns, MA; Chambers, JQ; Eamus, D; Fölster, H; Fromard, F; Higuchi, N; Kira, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145(1): 87-99.
- Chou, SW; Espeleta, EEG. 2013. Ecuación para estimar la biomasa arbórea en los bosques tropicales de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 26(2): 41-54.
- Ciesla, WM. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto. s.l., Food & Agriculture Org., v.126.
- Clark, DA; Brown, S; Kicklighter, DW; Chambers, JQ; Thomlinson, JR; Ni, J; Holland, EA. 2001. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. *Ecological applications* 11(2): 371-384.

- Coloma, LA; Ron, S; Yáñez-Muñoz, M; Cisneros-Heredia, D; Almendáriz, A. 2011. *Epipedobates machalilla*. 2011.
- Concha, JY; Alegre, JC; Pocomucha, V. 2007. Determinación de las reservas de Carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el departamento de San Martín, Perú. *Ecología aplicada* 6(1-2): 75-82.
- Cortés-Ortiz, L; Bermingham, E; Rico, C; Rodríguez-Luna, E; Sampaio, I; Ruiz-García, M. 2003. Molecular systematics and biogeography of the Neotropical monkey genus, *Alouatta*. *Molecular phylogenetics and evolution* 26(1): 64-81.
- Costanza, R. 1992. The ecological economics of sustainability: investing in natural capital. 1992.
- Daily, GC; Alexander, S; Ehrlich, PR; Goulder, L; Lubchenco, J; Matson, PA; Mooney, HA; Postel, S; Schneider, SH; Tilman, D. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. s.l., Ecological Society of America Washington (DC), v.2.
- Danecki, J. 1993. Insights into maldevelopment. Reconsidering the idea of progress. University of Warsaw, Institute of Social Policy 1993.
- Dinerstein, E; Olson, DM; Graham, DJ. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las Ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial Fondo Mundial para la Naturaleza. Washington, Banco Mundial. WWF.
- Dixon, JA; Fallon, LA. 1991. El concepto de sustentabilidad: sus orígenes, alcances y utilidad en la formulación de políticas. *Desarrollo y Medio Ambiente*”. Hacia un Enfoque Integrador. CIEPLAN 1991.
- Djomo, AN; Ibrahima, A; Saborowski, J; Gravenhorst, G. 2010. Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *Forest Ecology and Management* 260(10): 1873-1885.
- Drewry, JJ; Littlejohn, RP; Paton, RJ; Singleton, PL; Monaghan, RM; Smith, LC. 2004. Dairy pasture responses to soil physical properties. *Soil Research* 42(1): 99-105.
- Drexhage, J; Murphy, D. 2010. Sustainable development: from Brundtland to Rio 2012. United Nations Headquarters, New York 2010: 9-13.

- Eggleston, HS; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T; Tanabe, K. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, vol. 4. IGES, Japan. 2006.
- Emmer, I. 2007. Manual de contabilidad de carbono y diseño de proyectos. Proyecto Encofor. Quito, Ecuador., Ecofor, p.22.
- Emmons, L; Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. s.l., s.e., 281.
- Enyart, J. 1990. A GATT intellectual property code. *les Nouvelles* 25(2): 53-56.
- FAO. 2005. Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua. Conferencia sobre Agua para Alimentos y Ecosistemas: ¡Para que sea una Realidad! Iniciativa Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD – Livestock, Environment And Development Initiativ
- \_\_\_\_\_. 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en América Latina y el Caribe: Lecciones a partir de casos exitosos. Roma, Italia, s.e., 111.
- Fearnside, PM; Laurance, WF. 2004. Tropical deforestation and greenhouse-gas emissions. *Ecological Applications* 14(4): 982-986.
- Febvre, L. 1992. La torre de la Revolución Humana. Albin Michel 1992.
- Ferrer, LG. 2014. Deterioro ambiental ocasionado en los últimos 10 años por actividades económicas que no cumplen protocolos, acuerdos y normas ambientales. 2014.
- Flora, C. 2010. Interactions between agroecosystems and rural communities. s.l., CRC Press.
- Foladori, G. 2014. Avances y límites de la sustentabilidad social. *Revista Economía, Sociedad y Territorio* 3(12).
- Fonseca, W; Alice, F; Rey, JM. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque (Valdivia)* 30(1): 36-47.
- Fonseca, W; Benayas, JMR; Alice, FE. 2011. Carbon accumulation in the biomass and soil of different aged secondary forests in the humid tropics of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 262(8): 1400-1408.
- Forestal, E. 2007. Planificación Estratégica Bosques Nativos en el Ecuador. 2007: 141.

- Fosberg, MA; Joyce, LA; Birdsey, RA. 1992. Global change and forest resources: modeling multiple forest resources and human interactions. *Economic Issues in Global Climate Change*, Westview Press, Boulder 1992: 235-251.
- Franco, M de LS; Martínez, MÁH; Hernández, ND; Uribe, RP; Rodríguez, O. 2013. Cambio de uso de suelo y cuantificación de carbono almacenado en *Quercus spp.* en una microcuenca del estado de Guanajuato. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. SOMECTA. Artículos in extenso 2013: 433.
- Gavilanez-Endara, MM. 2006. Demografía, actividad y preferencia de hábitat de tres especies de primates (*Alouatta palliata*, *Ateles fusciceps* y *Cebus capucinus*) en un bosque nublado del noroccidente ecuatoriano. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador 2006.
- Gómez, D; Gómez, A. 2013. Ordenación territorial. s.l., Mundi-Prensa Libros.
- Gómez-Díaz, JD; Monterroso-Rivas, AI; Tinoco-Rueda, JA; Etchevers-Barra, JD. 2012. Almacenes de carbono en el piso forestal de dos tipos de bosque. *Terra Latinoamericana* 30(2): 177-187.
- Gordillo, L; Guevara, O; Torres, J. 1976. Carta de suelos Portoviejo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Regionalización Agraria. PRONAREG. Quito, Ecuador, s.e.
- Goyes-Arroyo, P. 2010. Fondos Marinos de Soberanía y Jurisdicción del Ecuador de acuerdo a la Convención del Mar. *Afese* 53: 121.
- Grace, J. 2004. Understanding and managing the global carbon cycle. *Journal of Ecology* 92(2): 189-202.
- Gudynas, E. 2011. El buen vivir o la disolución de la idea de progreso. Foro Consultivo Científico y Tecnológico 2011.
- Gunder-Frank, A. 1971. El desarrollo del subdesarrollo. *Información Comercial Española* no.460: 81-85.
- Hernández-Camacho, J; Walschburger, T; Ortiz, R; Hurtado, A; Halffter, G. 1992. Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. *La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zool. Mex.(ns).* volumen especial. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, México DF, México. Boletín

- Informativo, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica 5: 18-25.
- Hetland, J; Yowargana, P; Leduc, S; Kraxner, F. 2016. Carbon-negative emissions: Systemic impacts of biomass conversion: A case study on CO2 capture and storage options. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 49: 330-342.
- Honorio, EN; Baker, TR. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Lima, Perú., Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 56.
- Houghton, RA. 2003. Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different? *Global change biology* 9(4): 500-509.
- Houghton, RA; Lawrence, KT; Hackler, JL; Brown, S. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology* 7(7): 731-746.
- IDEAM. 2010. Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá, Colombia, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, p.447.
- INOCAR. 2005. Derrotero de la Costa Continental e Insular del Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada 4ta. Edici.
- IPCC. 2007. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference Manual. 1996. 2007.
- Jack, M. 2007. Fragments of coastal Manabí, Ecuador. *American Journal of Primatology* 66 1: 132.
- Jew, EKK; Dougill, AJ; Sallu, SM; O'Connell, J; Benton, TG. 2016. Miombo woodland under threat: Consequences for tree diversity and carbon storage. *Forest Ecology and Management* 361: 144-153.
- Josse, C. 2000. Vegetación y uso de los recursos en el Parque Nacional Machalilla. Iturralde, M. y C. Josse (Eds) 2000.
- Karsenty, A; Blanco, C; Dufour, T. 2003. Forest and climate change. Instruments related to the United Nations Framework Convention on Climate Change and their Potential for Sustainable Forest Management in Africa. 2003.
- Lapeyre, T; Alegre, J; Arévalo, L. 2004. Determinación de las reservas de carbono de la

- biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Ecología Aplicada* 3(1-2): 35-44.
- Latouche, S. 2008. *La apuesta por el decrecimiento: ¿ cómo salir del imaginario dominante?* s.l., Icaria Editorial.
- Limas, E del CA; Serrato, FB; Díaz, MAR. 2012. *Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos: regiones norte y altiplano de Tamaulipas (México).* s.l., Editum.
- López-Reyes, M. 2001. Degradación de suelos en Sonora. El problema de la erosión en los suelos de uso ganadero. *Región y sociedad* 2001: 73-97.
- Lugo, AE; Brown, S. 1986. Steady state terrestrial ecosystems and the global carbon cycle. *Vegetatio* 68(2): 83-90.
- MacDicken, KG. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. 1997: 91.
- MAE. 2009. Plan de manejo. Refugio de vida silvestre marina y costera Pacoche  
\_\_\_\_\_. 2015. SocioBosque. Programa de protección de bosques. 2015.
- Malhi, Y; Grace, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology & Evolution* 15(8): 332-337.
- Malthus, TR. 1798. *An essay on the principle of population.* St. Paul's Church-Yard, London, Printed for J. Johnson, v.1.
- Márquez, L; Roy, A; Castellanos, E. 2000. *Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso de suelo.* s.l., Winrock International.
- Martín, FS; Montes, C. 2013. La evaluación de los ecosistemas del milenio de España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano. *Eubacteria* no.31: 1.
- Melo, O; Vargas, R. 2003. *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos.* 2003.
- Mendoza, K; Miranda, K; Paredes, D. 2006. Fase informativa del Plan Estratégico Territorial de la Zona Piloto Manabí Centro. Ed. PPAME– C-E– VVOB. s.l., s.e., 70.
- Millet, D; Toussaint, É. 2005. Deuda externa Banco Mundial y FMI: 50 preguntas, 50

- respuestas. s.l., Ediciones Abya Yala.
- MINAM. 2009. Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Lima. Perú., Ministerio de Ambiente del Perú, p.1-99.
- Mohren, GMJ; Caligaris, JFG; Masera, O; Kanninen, M; Karjalainen, T; Nabuurs, GJ. 1999. CO2FIX for Windows: a dynamic model of the CO2 fixation in forest stands. Institute for Forestry and Nature Research, Instituto de Ecología, UNAM, Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE), European Forest Institute. Wageningen The Netherlands, Morelia Mexico, Turrialba Costa Rica, Joensuu Finland. 27p 1999.
- Montero, G; Pasalodos-Tato, M; López-Senespleda, E; Onrubia, R; Madrigal, G. 2013. Ecuaciones para la estimación de la biomasa en matorrales y arbustedos mediterráneos. Congresos-CARGA FINAL 2013.
- Montero, G; Pasalodos-Tato, M; Montoto, R; Lopez-Senespleda, E; Onrubia, R; Bravo-Oviedo, A; Ruiz-Peinado, R. 2013. Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustedos de España. Congresos-CARGA FINAL 2013.
- Moreno, E. 2007. El turismo en el Ecuador. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito. Instituto Español de Comercio Exterior. s.l., s.e., 49.
- Morrone, JJ. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. Revista Brasileira de Entomologia 48(2): 149-162.
- \_\_\_\_\_. 2013. Biogeografía de América latina y el Caribe. 2013.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra un fincas ganaderas: guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto enfques silvipastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. 2003.
- Murphy, PG; Lugo, AE. 1986. Ecology of tropical dry forest. Annual review of ecology and systematics 1986: 67-88.
- Mutuo, PK; Cadisch, G; Albrecht, A; Palm, CA; Verchot, L. 2005. Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. Nutrient cycling in Agroecosystems 71(1): 43-54.
- Naredo, JM. 1987. La economía en evolución. Boletín CF+ S no.40.

- \_\_\_\_\_. 2006. Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas. Siglo XXI, Madrid 2006.
- Naredo, JM; Valero, A. 1999. Desarrollo Económico y deterioro ecológico. Fundación Argentina-Visor Dis. Madrid 1999.
- Návar-Cháidez, J; Rodríguez-Flores, F de J; Domínguez-Calleros, PA. 2013. Ecuaciones alométricas para árboles tropicales: aplicación al inventario forestal de Sinaloa, México. *agronomía mesoamericana* 24(2): 347-356.
- Nouvelot, J. 1995. Anomalías y fenómenos climáticos extremos. En: Pourrut. 1995. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Corporación Editorial Nacional Estudios d: 67-76.
- O'Riordan, T. 1988. The politics of sustainability. Londres y Boulder, Belhaven Press y Westview Press 1988.
- Oelbermann, M; Voroney, RP; Gordon, AM. 2004. Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada. *Agriculture, ecosystems & environment* 104(3): 359-377.
- Ojasti, J. 2001. Estrategia Regional de Biodiversidad para los países del Trópico Andino. Especies exóticas invasoras. Caracas 2001.
- De Oliveira, AA; Mori, SA. 1999. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity & Conservation* 8(9): 1219-1244.
- Ospina, MJ. 2012. Aplicación del modelo multicriterio metodologías AHP Y GP para la valoración económica de los activos ambientales. s.l., Universidad Nacional de Colombia. 95 p.
- Paladinić, E; Vuletić, D; Martinić, I; Marjanović, H; Indir, K; Benko, M; Novotny, V. 2009. Forest biomass and sequestered carbon estimation according to main tree components on the forest stand scale. *Periodicum Biologorum* 111(4): 459-466.
- Palomino, D; Cabrera, C. 2008. Estimación del servicio ambiental de captura del CO<sub>2</sub> en la flora de los humedales de Puerto Viejo. *Revista del Instituto de Investigaciones FIMGMMG* 10(20): 49-59.
- Parker, TA; Carr, JL. 1992. Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and

- adjacent areas of southwestern Ecuador. s.l., Conservation International.
- Pasalodos Tato, M; Almazán Riballo, E; Montero González, G; Díaz Balteiro, L. 2013. Evaluación de la captura de carbono por parte de los sistemas forestales. Comparación de dos metodologías. Congresos-CARGA FINAL 2013.
- Payton, IJ; Fenner, M; Lee, WG. 2002. Keystone species: the concept and its relevance for conservation management in New Zealand. s.l., Department of Conservation Wellington,, New Zealand.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. Sourcebook for Land use, Land-use change and forestry projects. *Development* 21(3): 64.
- Pedoja, K; Dumont, J-F; Lamothe, M; Ortlieb, L; Collot, J-Y; Ghaleb, B; Auclair, M; Alvarez, V; Labrousse, B. 2006. Plio-Quaternary uplift of the Manta Peninsula and La Plata Island and the subduction of the Carnegie Ridge, central coast of Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences* 22(1): 1-21.
- Penman, J; Gytarsky, M; Hiraishi, T; Krug, T; Kruger, D; Pipatti, R; Buendía, L; Miwa, K; Ngara, T; Tanabe, K. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. s.l., Institute for Global Environmental Strategies.
- Pérez, ARY; Pocomucha, V; Vargas, Y. 2009. Carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del Distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco, Perú. 2009: 48.
- Phillips, JF; Duque, AJ; Cabrera, KR; Yepes, AP; Navarrete, DA; García, MC; Álvarez, E; Cabrera, E; Cárdenas, D; Galindo, G. 2011. Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá, CO 2011.
- Phillips, OL; Malhi, Y; Higuchi, N; Laurance, WF; Núñez, P V; Vásquez, RM; Laurance, SG; Ferreira, L V; Stern, M; Brown, S. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science* 282(5388): 439-442.
- Pourrut, P; Gómez, G. 1995. Los regímenes hidrológicos ecuatorianos. EL AGUA EN EL ECUADOR. Clima, precipitaciones, escorrentía. Corporación Editora Nacional. Estudios de Geografía 7.
- Pourrut, P; Róvere, O; Romo, I; Villacrés, H. 1995. Clima del Ecuador. El Agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Quito, Ecuador., Corporación Editora

Nacional.

- Pulido, J; Bocco, G. 2011. ¿ Cómo se evalúa la degradación de tierras? Panorama global y local. *Interciencia* 36(2): 96-103.
- Rajput, P. 2016. Carbon storage, soil enrichment potential and bio-economic appraisal of different land use systems in mid hill and sub-humid zone-II of Himachal Pradesh. 2016.
- Ridgely, RS; Greenfield, PJ. 2001. *The birds of Ecuador: status, distribution, and taxonomy.* s.l., Cornell University Press, v.1.
- Rincón, A; Pérez, D; Romero, A. 2006. *Agricultura Tropical Sustentable y Biodiversidad.* Revista Digital CENIAP HOY no.11.
- Riofrio, J; Grijalba, JB. 2013. Modelos para estimar la biomasa de especies forestales en sistemas agroforestales de la ecorregión andina del Ecuador. *Congresos Forestales 2013.*
- Rist, G. 2002. *El desarrollo: historia de una creencia occidental.* s.l., Los libros de la Catarata, v.137.
- Rügnitz, M; Chacón, M; Porro, R. 2009. *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales.* 1. ed. 1 ed. Lima, Perú., Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA), p.79.
- Saaty, T. 1980. *The Analytic Hierarchy Process.* New York, McGraw Hill.
- Sachs, I. 1981. *Ecodesarrollo: concepto, aplicación, beneficios y riesgos.* *Agricultura y sociedad* no.18: 9-32.
- Salinas, Z; Hernández, P. 2008. *Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, Serie técnica Manual técnico 2008.
- Sánchez, MD; Méndez, MR. 2003. *Estudio FAO producción y sanidad animal; 155.* *Agroforestería para la producción animal en América Latina-II.* 2003.
- Sánchez, Ó; Herzing, M; Peters, E; Márquez, R. 2007. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México.* Mexico, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. Instituto Nacional de Ecología. Unates States Fish and Wildlife Service. Escuela de Biología de la Universidad Michoacan de San Nicolás de Hidalgo.

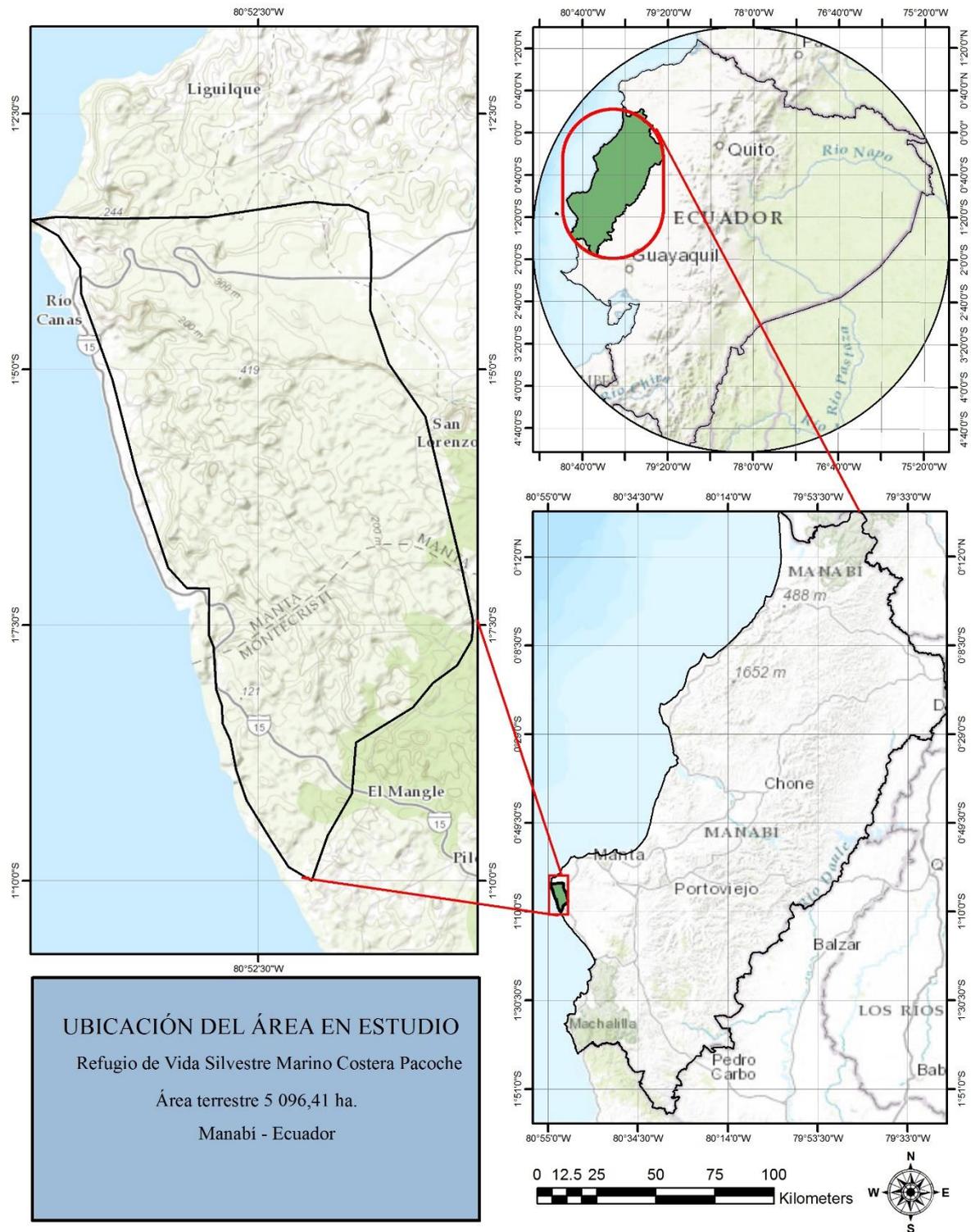
- Schaller, N. 1993. The concept of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 46(1): 89-97.
- Schedlbauer, JL; Kavanagh, KL. 2008. Soil carbon dynamics in a chronosequence of secondary forests in northeastern Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 255(3): 1326-1335.
- Schimel, DS; House, JI; Hibbard, KA; Bousquet, P; Ciais, P; Peylin, P; Braswell, BH; Apps, MJ; Baker, D; Bondeau, A. 2001. Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature* 414(6860): 169-172.
- Schlegel, B; Gayoso, J; Guerra, J. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Proyecto FONDEF D98I1076. Valdivia, Chile 18: 19-20.
- Schlegel, F; Chiappini, A; Valdivia Rodriguez, M; Valverde, H; Sartini, A. 1994. *Ecología y enseñanza rural: nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Sepúlveda, C; Ibrahim, M. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Informe técnico No. 377. Turrialba, Costa Rica 2009.
- Sepúlveda, S. 2008. Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. 2008.
- Sevilla, R; Holle, M. 2004. Erosión genética. Recursos genéticos Vegetales. Ediciones Torre Azul SRL Lima Perú 2004.
- Solano-Ugalde, A; Arcos-Torres, A; Toapanta, C. 2008. New and noteworthy records for Tumbesian birds in Ecuador. *Cotinga* 29(2008): 69-71.
- Solomon, S. 2007. *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC*. s.l., Cambridge University Press, v.4.
- Solow, RM. 1991. *Sustainability: an economist's perspective*. 1991.
- Sorensen, TC; Fedigan, LM. 2000. Distribution of three monkey species along a gradient of regenerating tropical dry forest. *Biological Conservation* 92(2): 227-240.

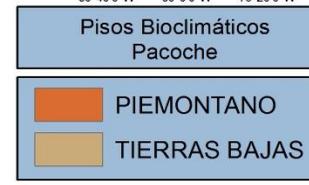
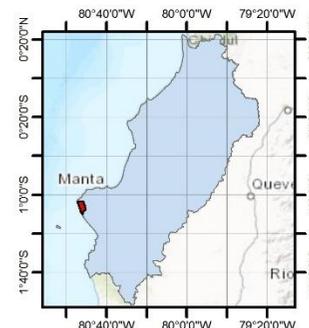
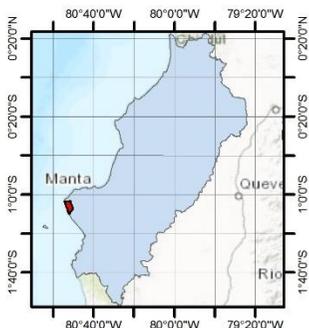
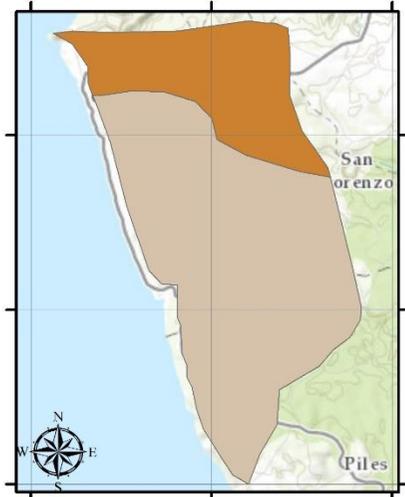
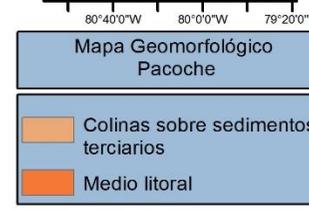
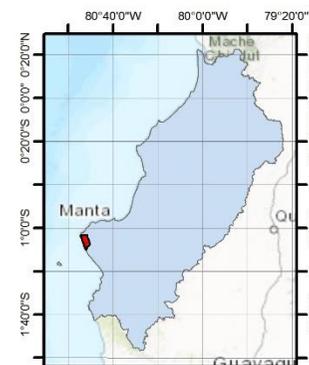
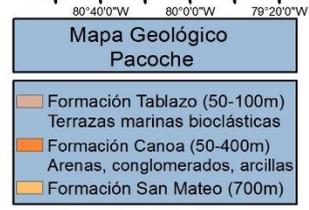
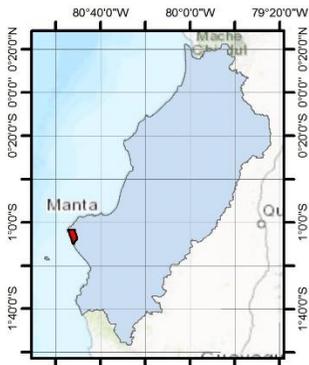
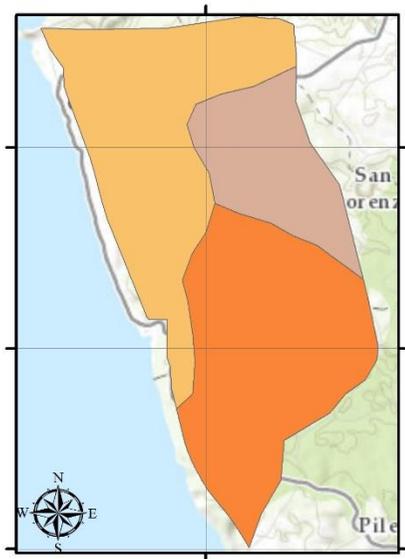
- Steinfeld, H. 2000. Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. CATIE-FAO-SIDE. San José, CR 2000: 17-32.
- Styring, AR. 2002. Local, Regional, and Global Patterns of Woodpecker (Picidae) Diversity: Ecological Explanations and Practical Applications. s.l., Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy In The Department of Biological Sciences by Alison Robinson Styring BA, Indiana University.
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Edic. UPS, Fundagro. Quito-Ecuador 1996.
- Swift, RS. 2001. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science* 166(11): 858-871.
- Tashi, S; Singh, B; Keitel, C; Adams, M. 2016. Soil carbon and nitrogen stocks in forests along an altitudinal gradient in the eastern Himalayas and a meta-analysis of global data. *Global change biology* 2016.
- Tobar, D; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos en América Central. 2008.
- Toral-Granda, V. 2006. La situación biológica y comercial de cohombros de mar de las familias Holothuriidae y Stichopodidae. Documento de trabajo de la vigésima segunda reunión del Comité de Fauna. Lima (Perú). Convención Sobre El Comercio Internacional de Especies Amenazadas d. s.l., s.e., 31.
- Trumbore, SE; Davidson, EA; Barbosa de Camargo, P; Nepstad, DC; Martinelli, LA. 1995. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* 9(4): 515-528.
- Valencia, R; Cerón, C; Palacios, W. 1999. Las formaciones naturales de la Costa del Ecuador. Quito, Ecuador, s.e.
- Vijayakumar, DBIP; Raulier, F; Bernier, P; Paré, D; Gauthier, S; Bergeron, Y; Pothier, D. 2016. Cover density recovery after fire disturbance controls landscape aboveground biomass carbon in the boreal forest of eastern Canada. *Forest Ecology and Management* 360: 170-180.
- Why study woodpeckers? The significance of woodpeckers in forest ecosystems. 2006. Ed.

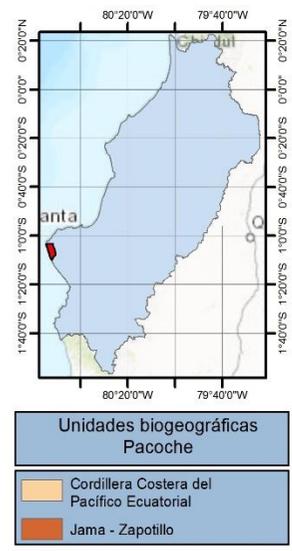
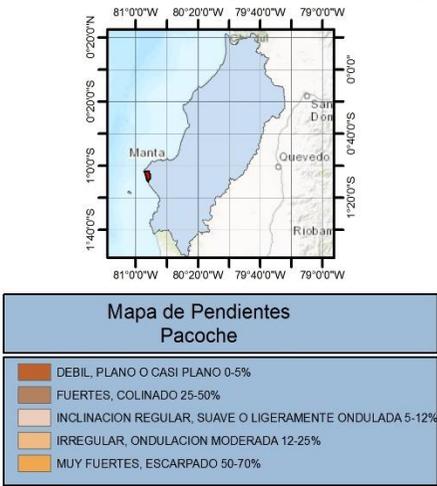
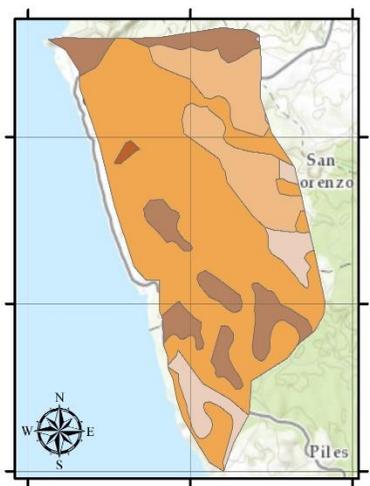
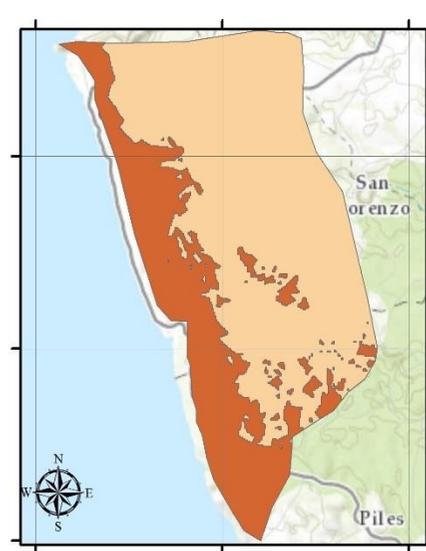
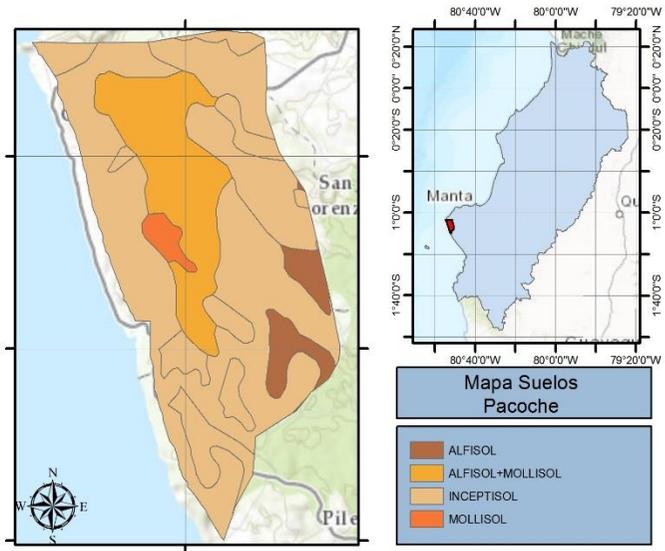
- Virkkala, R. s.l., JSTOR. 82-85 p.
- Walker, S; Pearson, T; Brown, S. 2014. Winrock Sample Plot Calculator Spreadsheet Tool. 2014.
- Waquil, P; Schneider, S; Filippi, E; Rückert, A; Rambo, A; Radomsky, G; Conterato, M; Specht, S. 2010. Avaliação de desenvolvimento territorial em quatro territórios rurais no Brasil. *Redes* 15(1): 104-127.
- Wolfgang, S. 2007. Cita en torno al desarrollo. *Development* 50.
- Yatskov, MA. 2016. The Impact of Disturbance on Carbon Stores and Dynamics in Forests of Coastal Alaska. 2016.
- Yepes, AP; Duque, AJ. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia. Bogot DC, Colombia 2011: 162.
- Yerena Yamallel, JI; Jiménez Pérez, J; Aguirre Calderón, OA; Treviño Garza, EJ. 2012. Contenido de carbono total en los componentes de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferente uso, en el matorral espinoso tamaulipeco. *Bosque (Valdivia)* 33(2): 145-152.
- Yerena-Yamallel, JI; Jiménez-Pérez, J; Alanís-Rodríguez, E; Aguirre-Calderón, OA; Treviño-Garza, EJ. 2011. Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo, en el matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 7: 71-77.
- Zanne, A; Lopez-Gonzalez, G; Coomes, D; Ilic, J; Jansen, S; Lewis, S; Miller, RB; Swenson, NG; Wiemann, MC; Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad Identifier. <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
- Zuazo, VHD; Pleguezuelo, CRR; Tavira, SC; Martínez, JRF. 2014. Impacto de la erosión y escorrentía en laderas de agroecosistemas de montaña mediterránea. *Revista Ecosistemas* 23(1): 66-72.

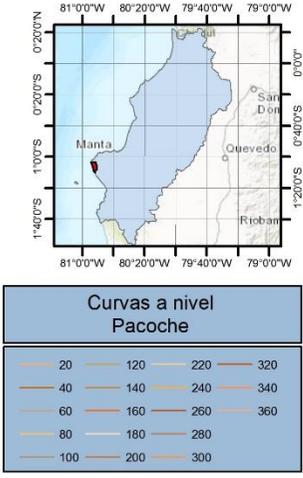
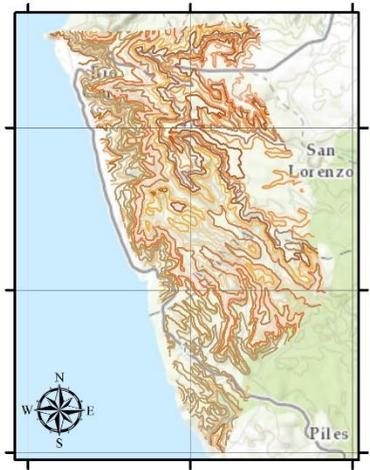
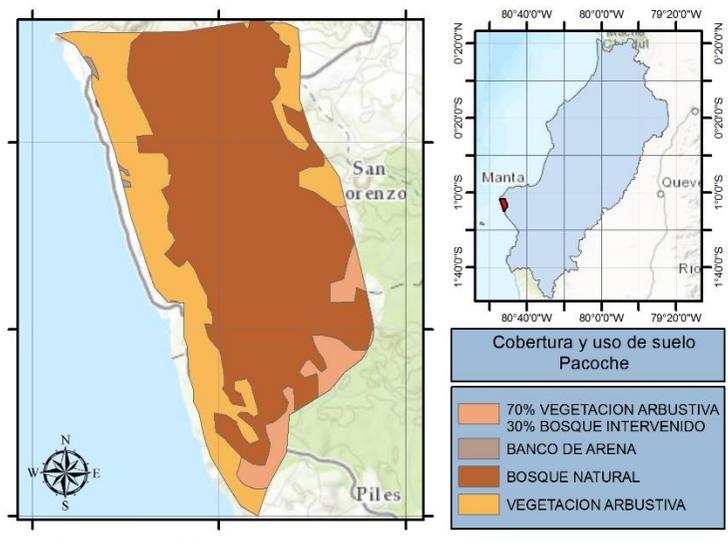
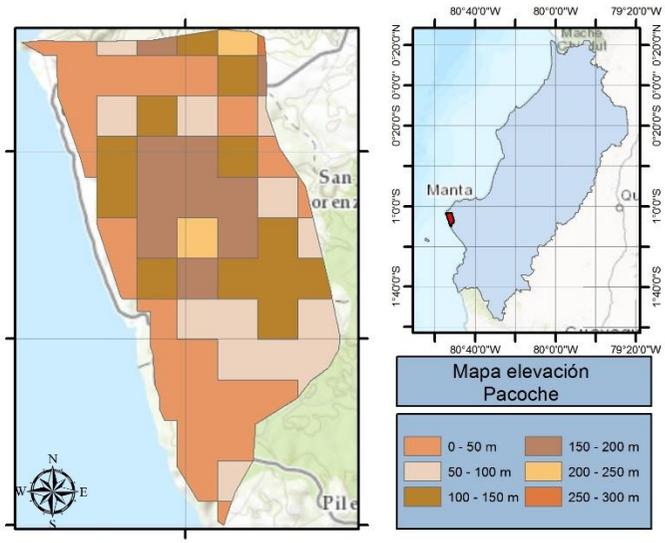
## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Mapas caracterización biofísica.









**Anexo 2:** Análisis multicriterio para determinar preferencia en el área de estudios por un servicio ecosistémico del grupo escogido en la determinación de grupo prioritario.

**Tabla 22:** AHP para criterios (nivel dos del proceso analítico jerárquico).

	Aplicación al área	Mayor beneficio al área	Fácil medición	Matriz normalizada			Vector promedio
Aplicación al área	1,00	2,00	2,00	0,50	0,40	0,57	0,49
Mayor beneficio al área	0,50	1,00	0,50	0,25	0,20	0,14	0,20
Fácil medición	0,50	2,00	1,00	0,25	0,40	0,29	0,31
$\Sigma$	<b>2,00</b>	<b>5,00</b>	<b>3,50</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Matriz para Calculo de CI y RC			$\Sigma$	$\Sigma/\text{Vector promedio}$	$\lambda_{\max}$	CI	RC
0.49	0,40	0,62	1,51	3,08			
0.25	0,20	0,16	0,60	3,03			
0.25	0,40	0,31	0,95	3,05			
					<b>3,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>

Dónde: CI = Coeficiente de inconsistencia, RC = Ratio de consistencia.

**Tabla 23:** AHP para Alternativas (nivel tres del proceso analítico jerárquico).

	Servicios de abastecimiento	Servicios de apoyo	Servicios culturales	Servicios de regulación	Matriz normalizada				Vector promedio
Servicios de abastecimiento	1,00	0,33	7,00	0,20	0,11	0,08	0,27	0,12	0,14
Servicios de apoyo	3,00	1,00	9,00	0,33	0,33	0,23	0,35	0,20	0,28
Servicios culturales	0,14	0,11	1,00	0,11	0,02	0,03	0,04	0,07	0,04
Servicios de regulación	5,00	3,00	9,00	1,00	0,55	0,68	0,35	0,61	0,54
<b>Σ</b>	<b>9,14</b>	<b>4,44</b>	<b>26,00</b>	<b>1,64</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Matriz para Calculo de CI y RC					Σ/Vector promedio	λmax	CI	RC
0,14	0,09	0,26	0,11	0,60	4,18			
0,43	0,28	0,33	0,18	1,22	4,42			
0,02	0,03	0,04	0,06	0,15	4,04			
0,72	0,83	0,33	0,54	2,42	4,45			
					<b>4,27</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	

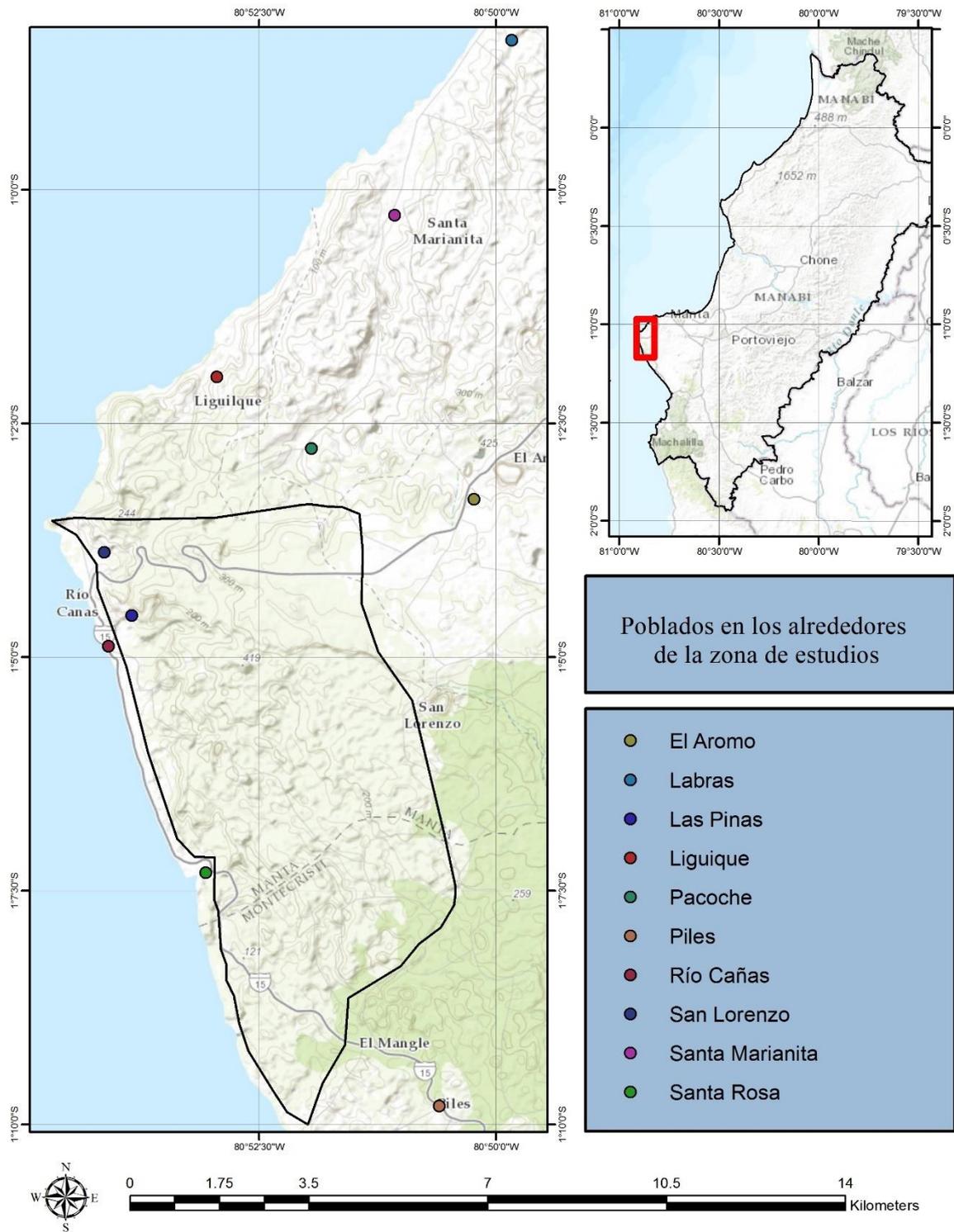
Dónde: CI = Coeficiente de inconsistencia, RC = Ratio de consistencia.

**Tabla 24:** AHP para criterios y alternativas

Vector peso para criterios	
Aplicación al área	0,49
Mayor beneficio	0,20
Fácil medición	0,31

Vector peso para alternativas por criterio				
Servicios	Aplicación al área	Mayor beneficio al área	Fácil Medición	Total
Abastecimiento	0,16	0,21	0,39	0,24
Apoyo	0,09	0,12	0,18	0,12
Culturales	0,42	0,38	0,08	0,30
Regulación	0,33	0,29	0,35	0,33
				1,00

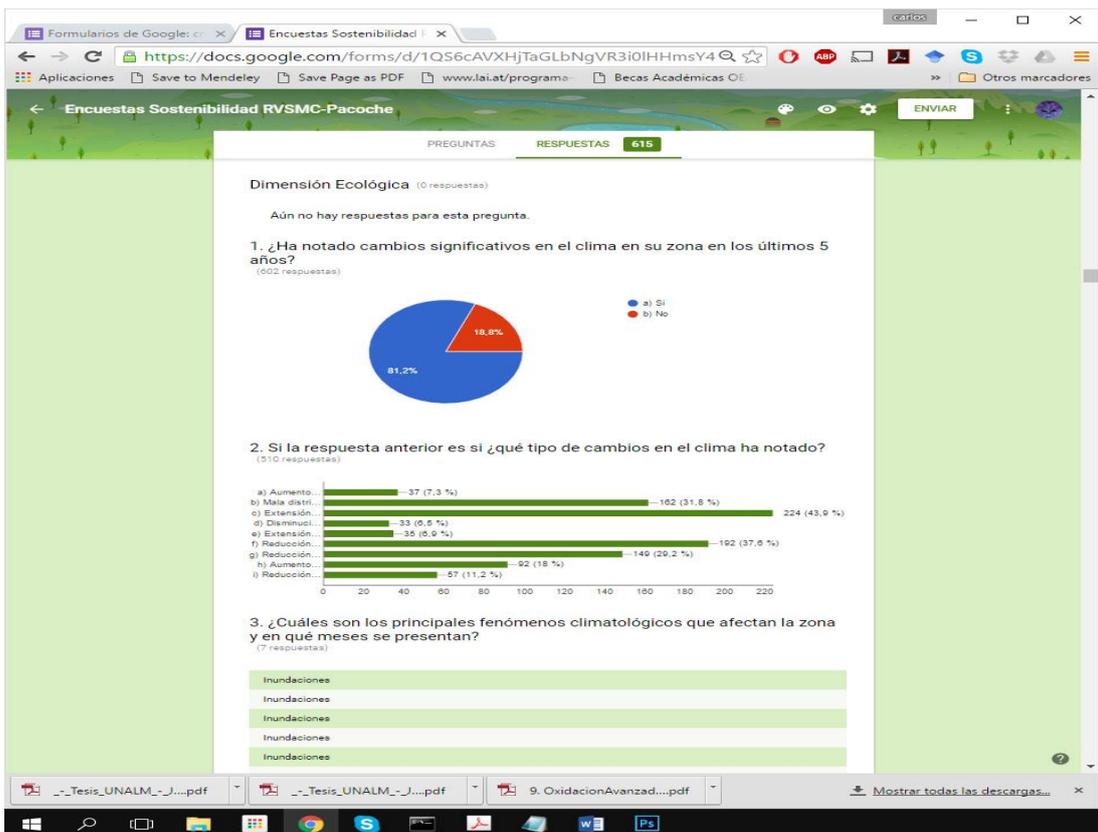
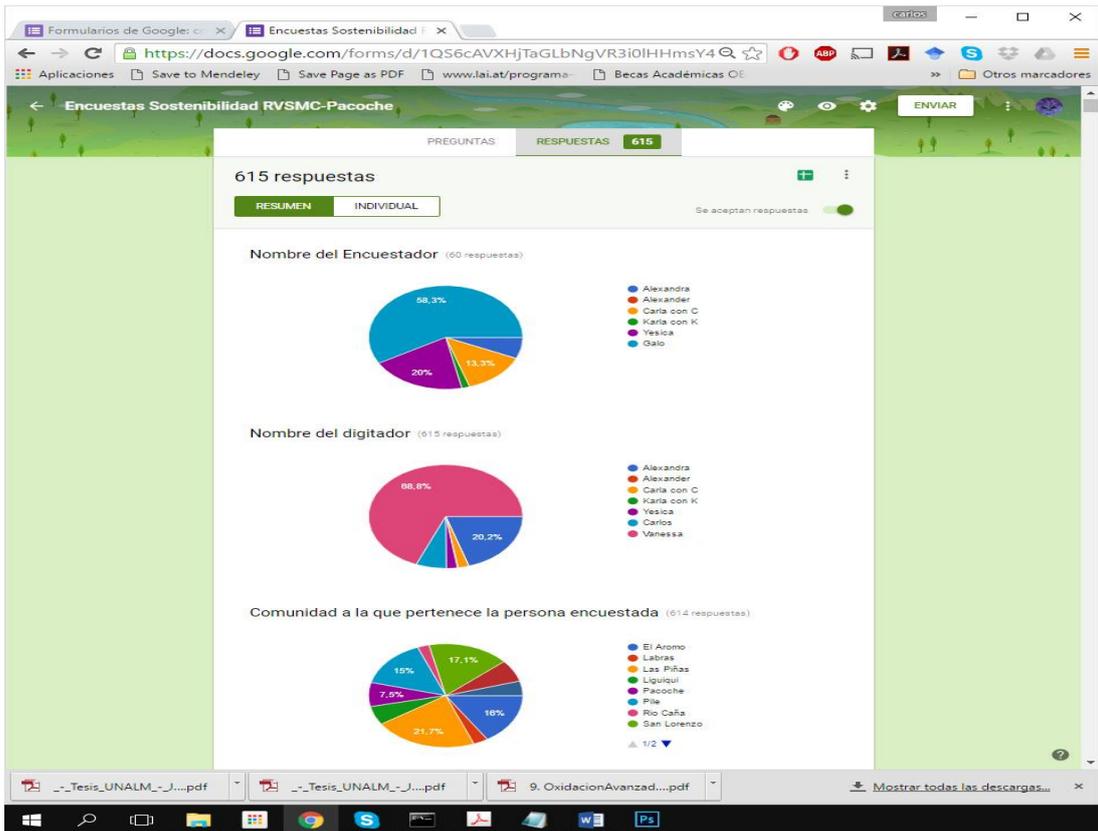
**Anexo 3: Mapa ubicación de poblados que fueron parte del estudio.**

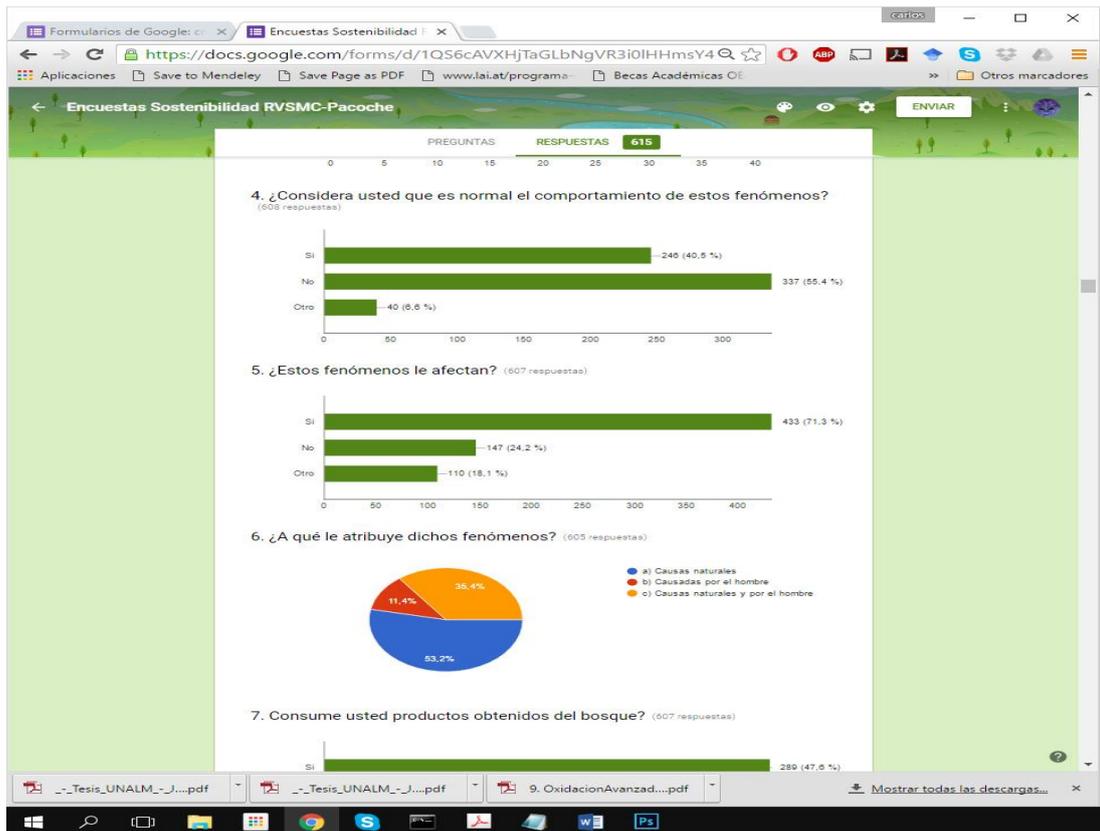
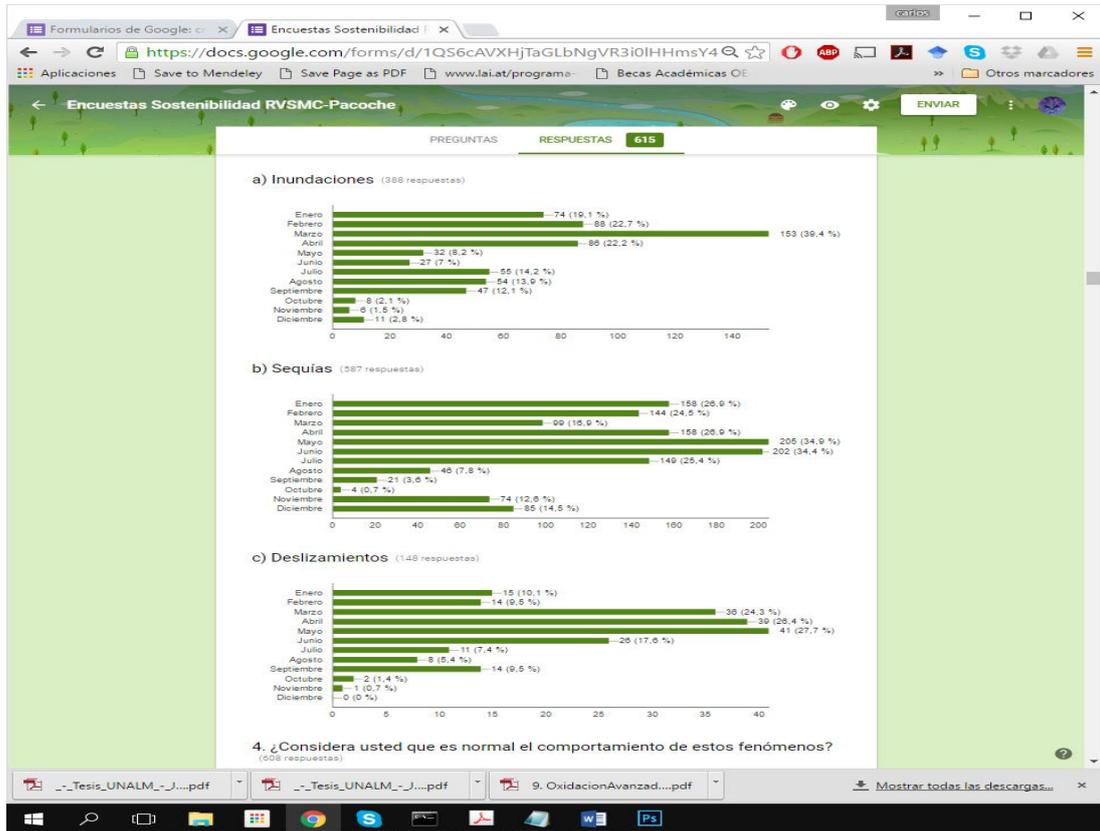


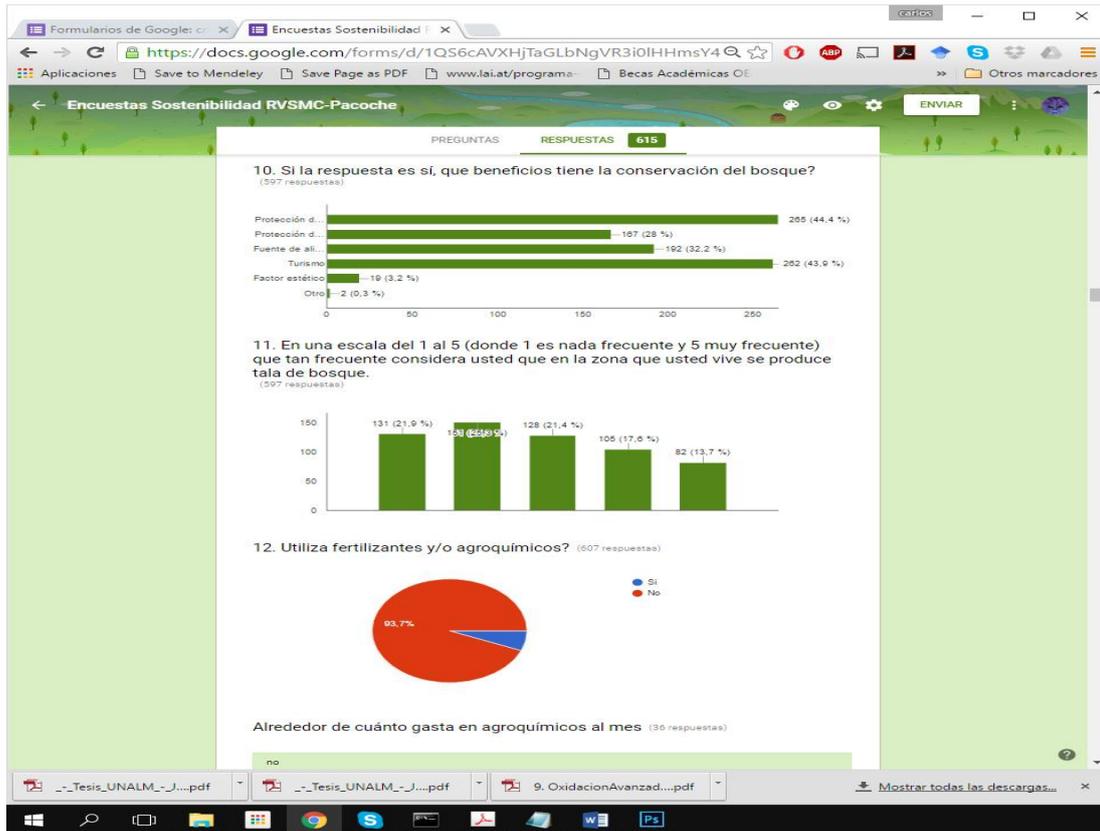
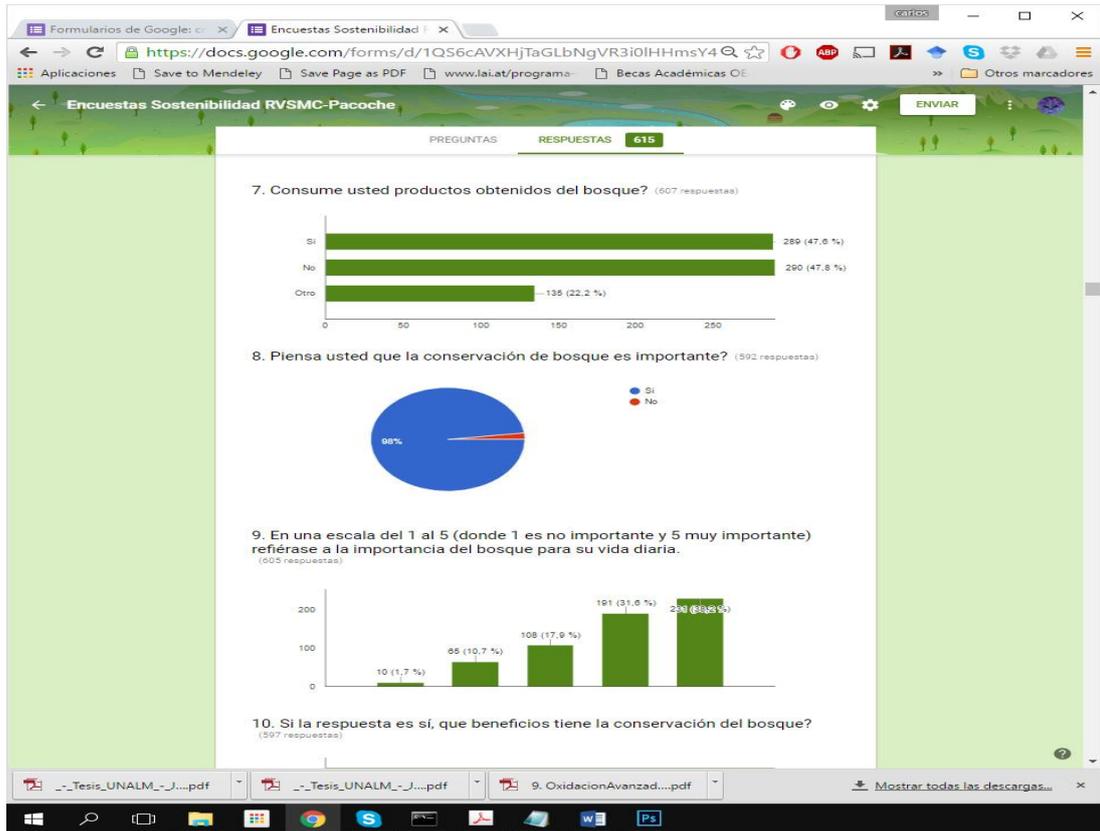
Poblados en los alrededores de la zona de estudios

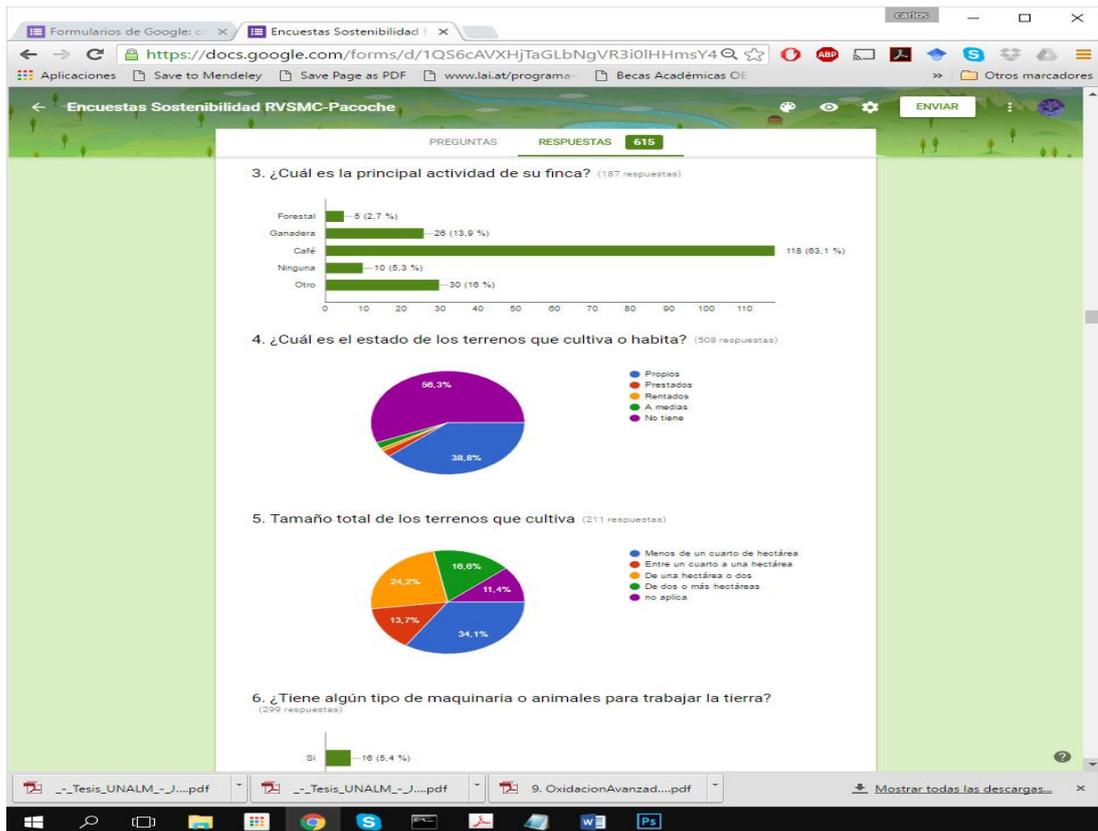
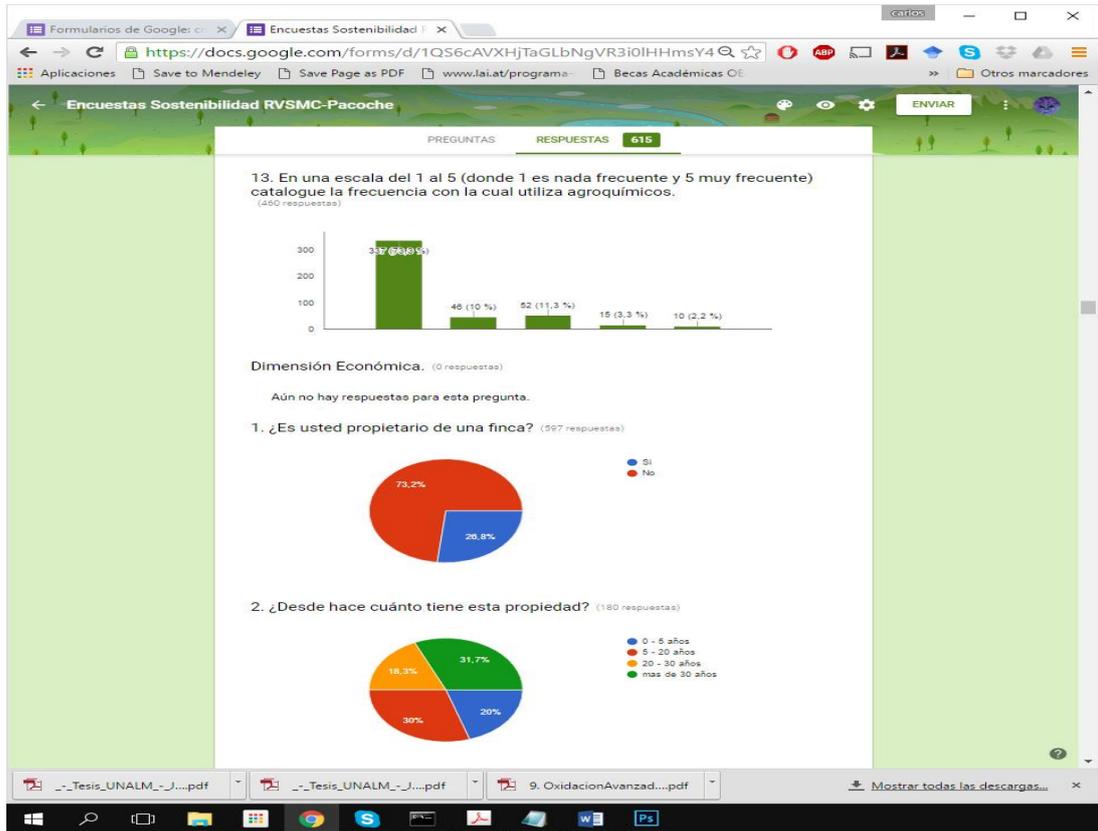
- El Aromo
- Labras
- Las Pinas
- Liguilque
- Pacoche
- Piles
- Río Cañas
- San Lorenzo
- Santa Marianita
- Santa Rosa

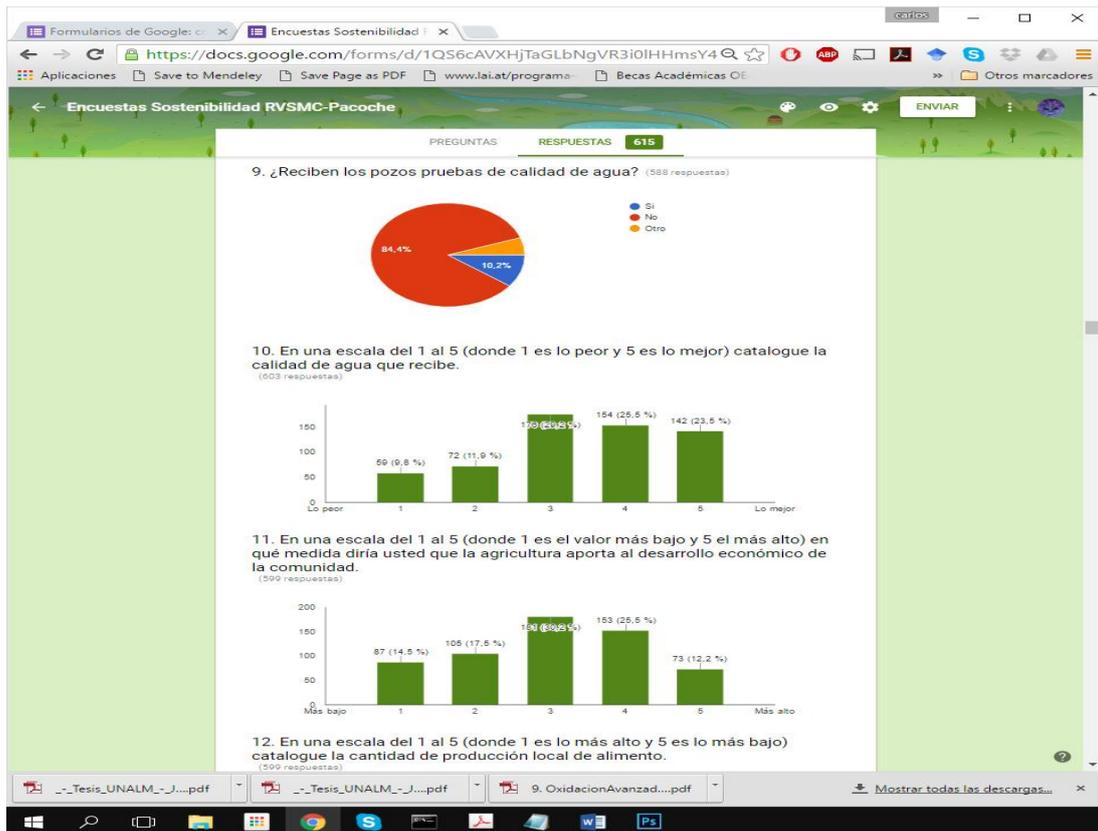
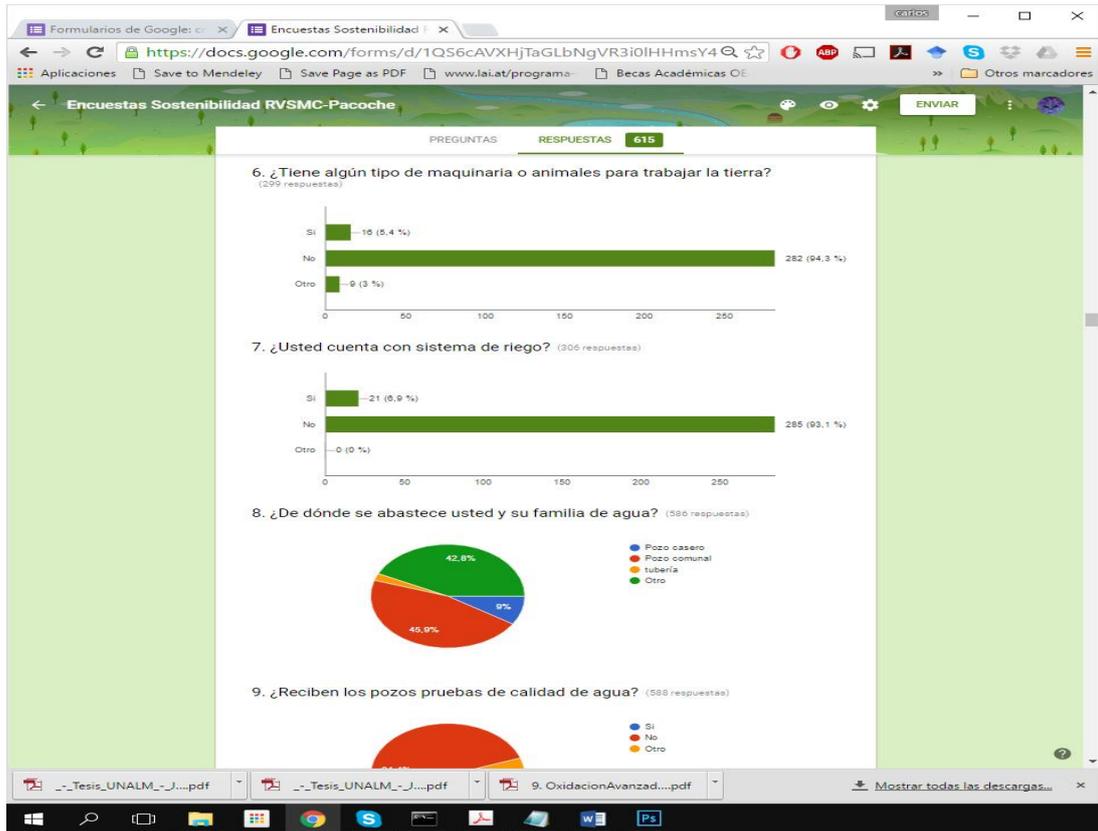
**Anexo 4:** Encuestas realizadas a los habitantes de los poblados en estudio y digitalizadas en sistema web

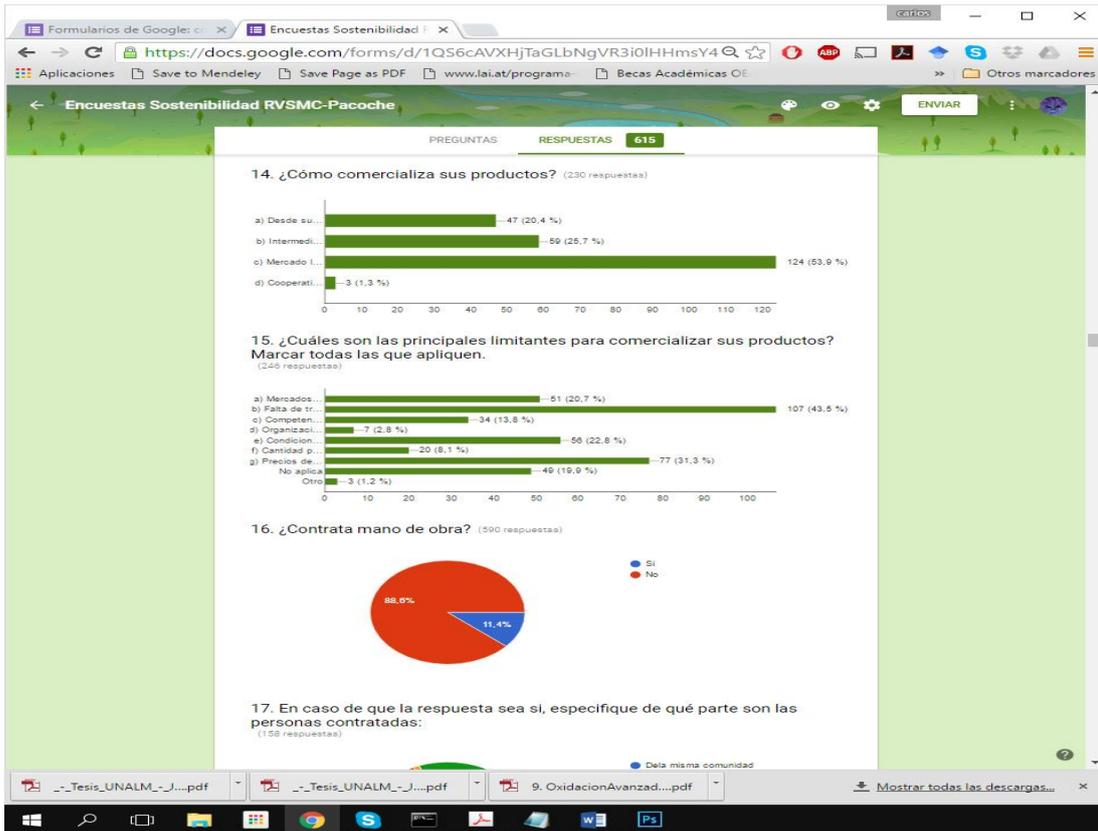
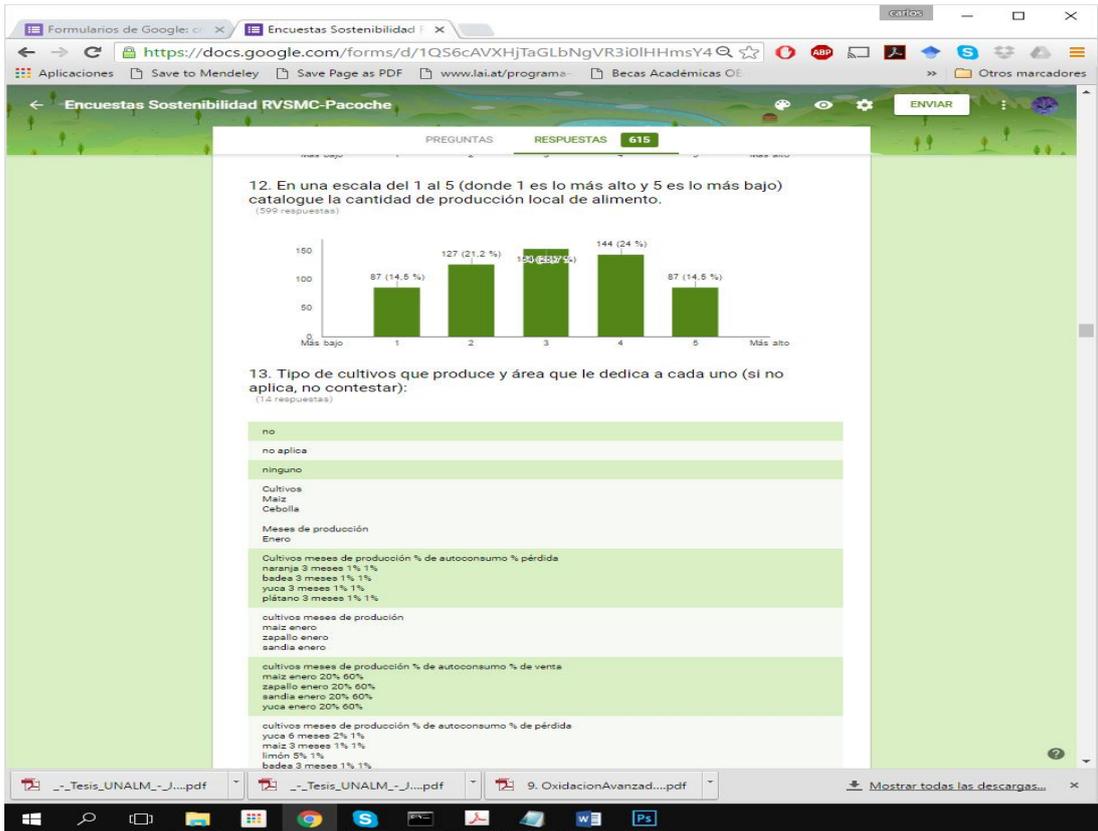


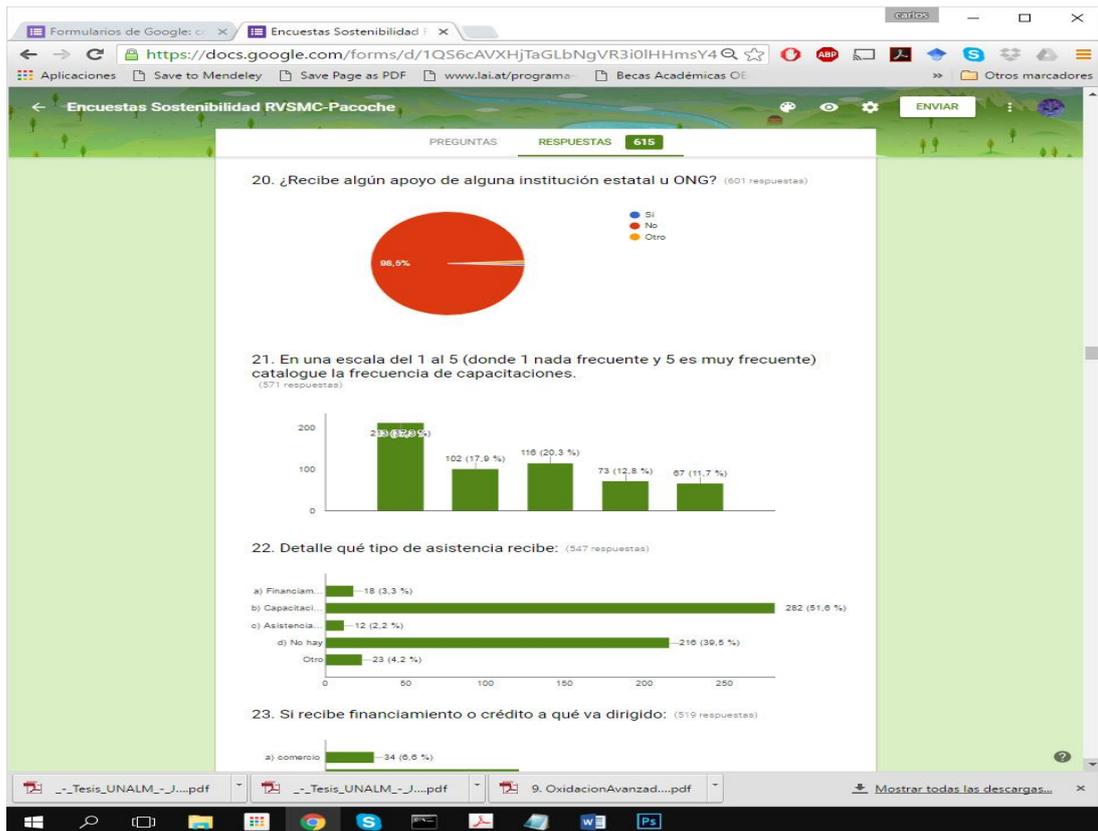
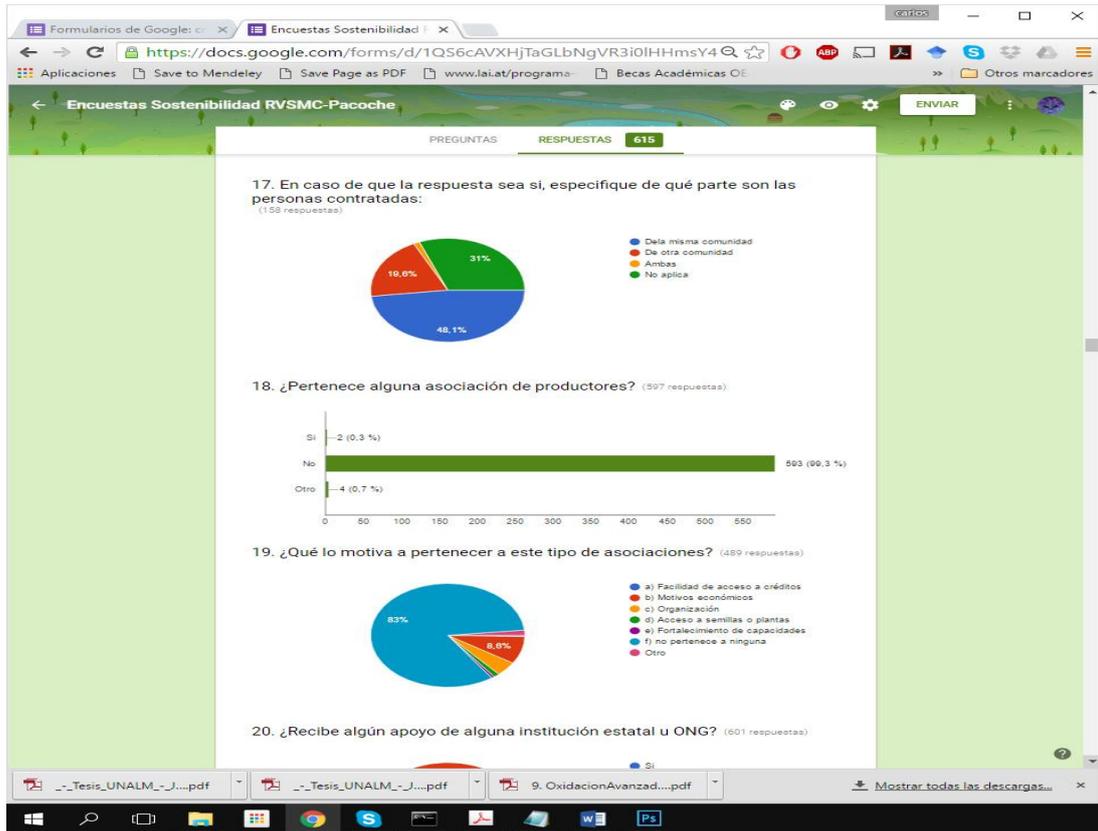




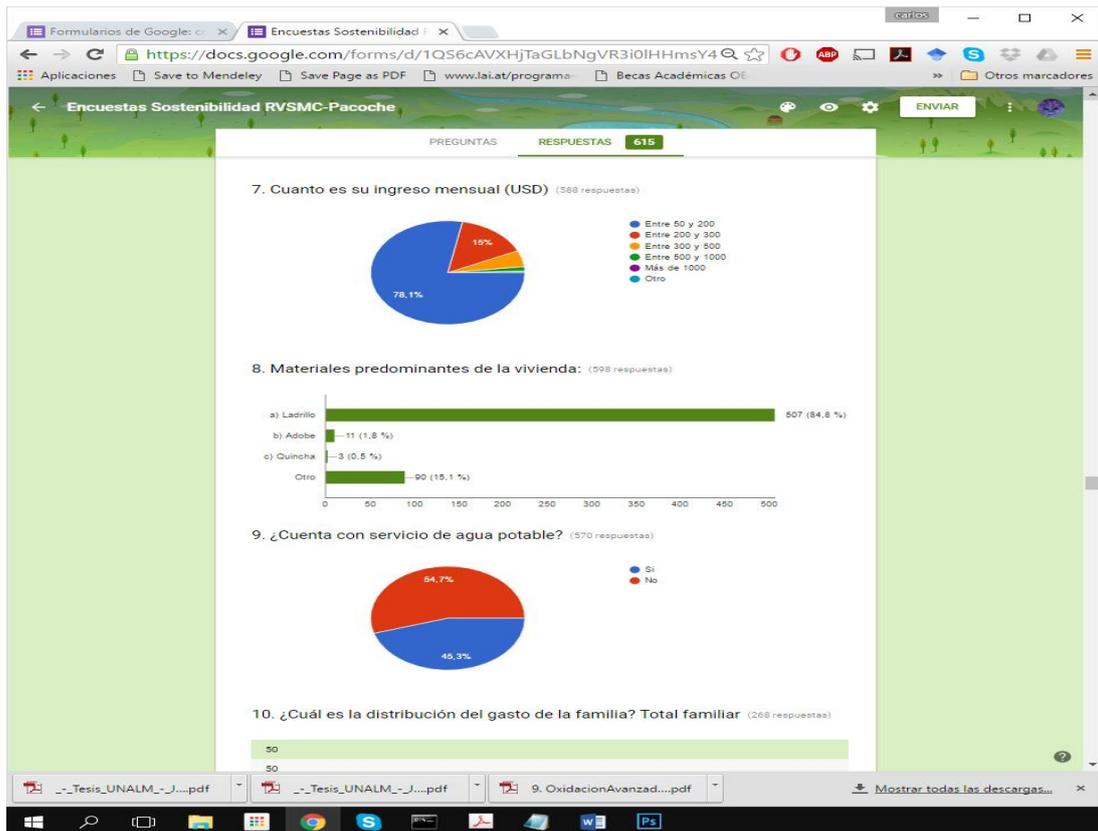
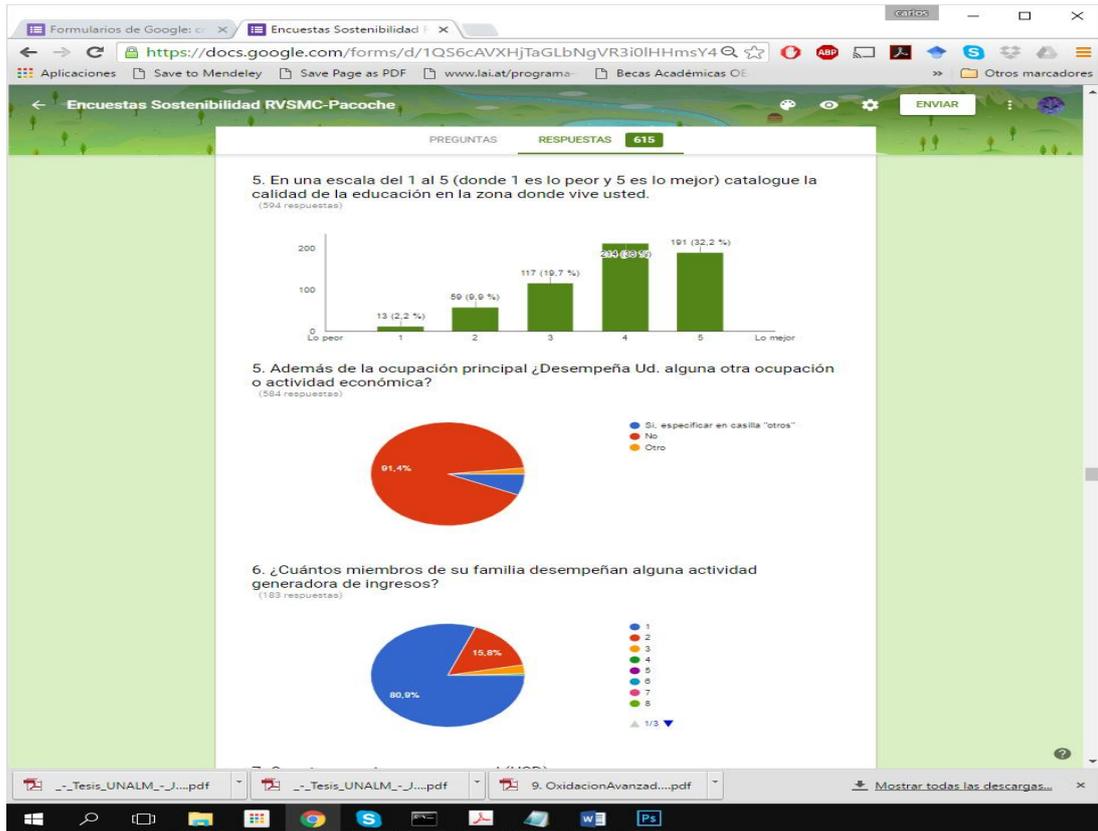


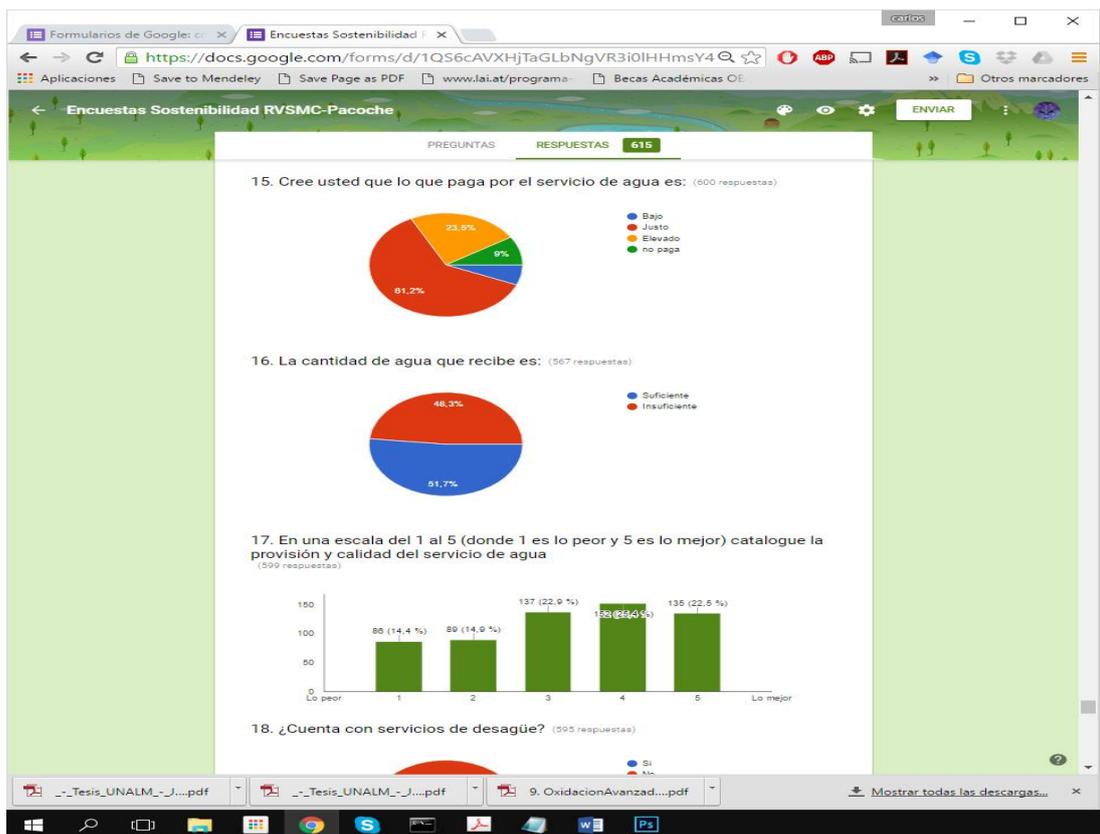
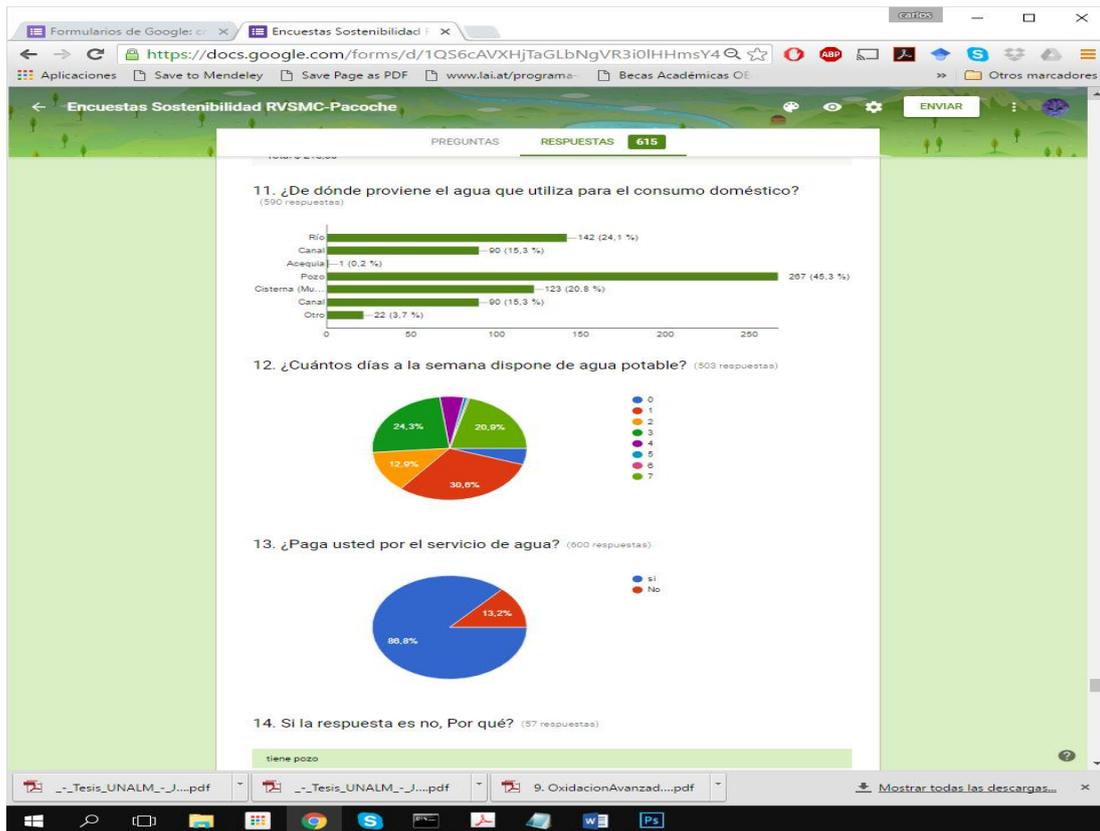


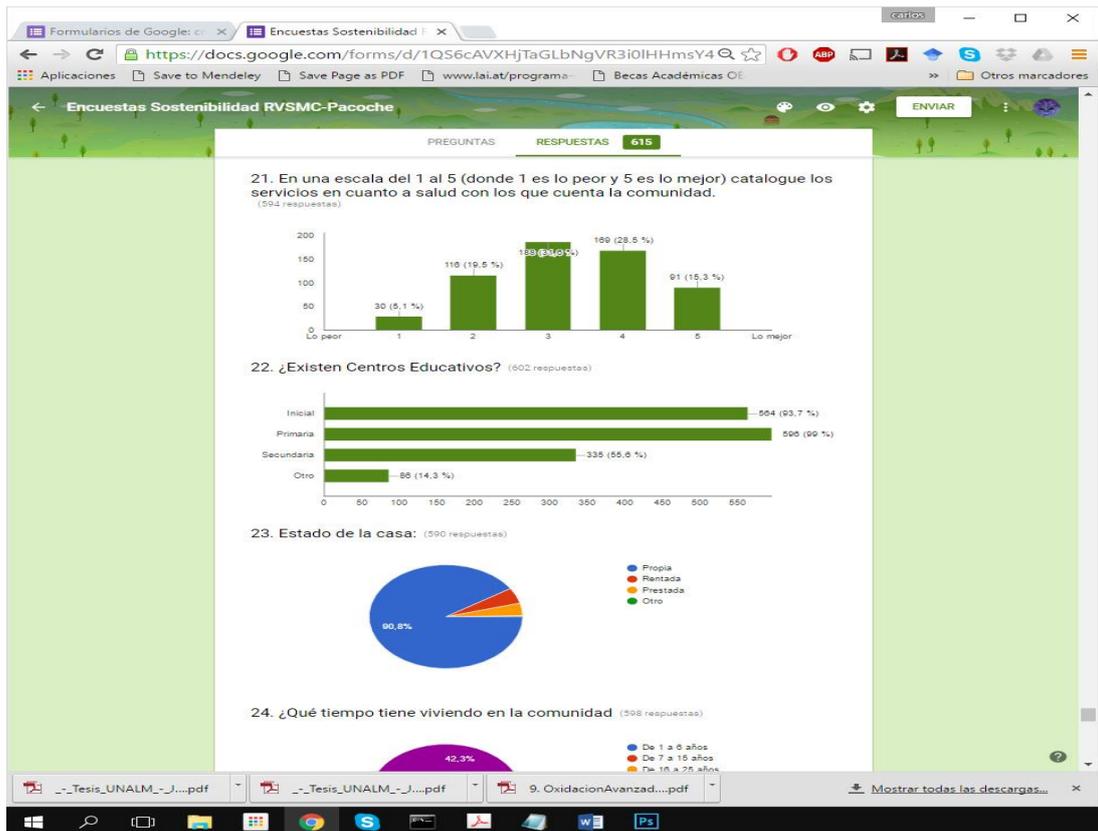
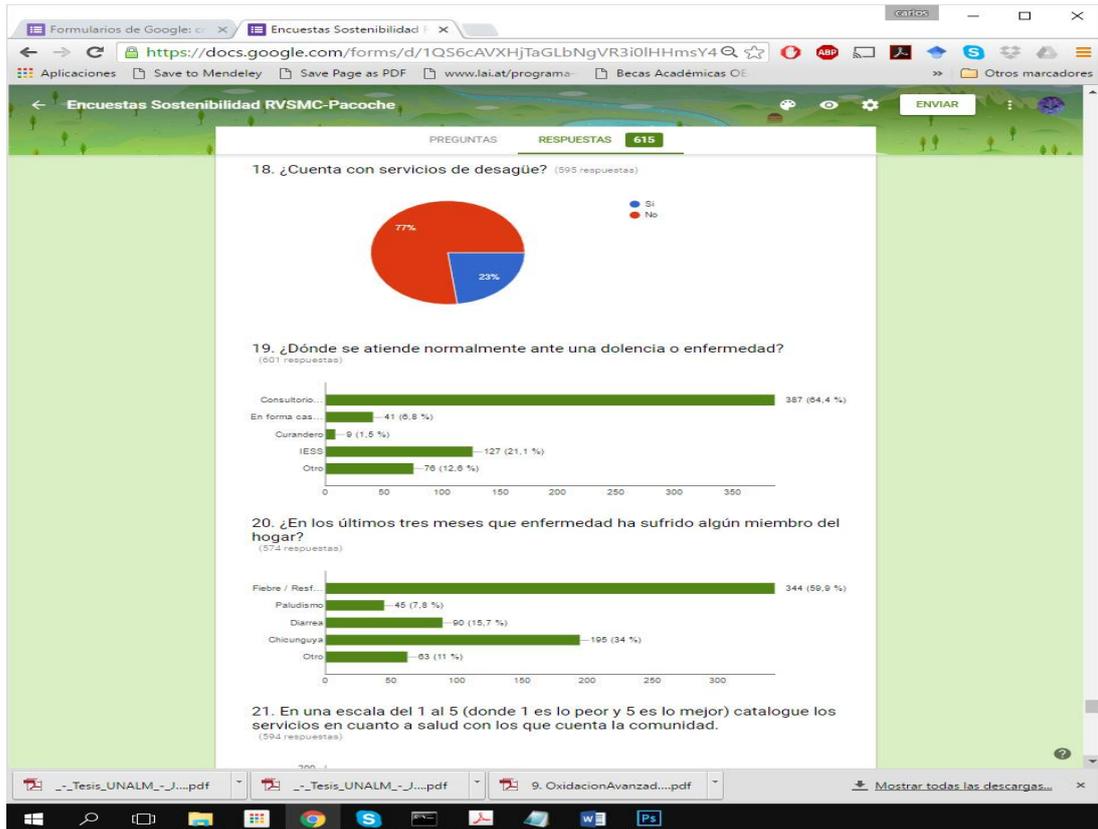


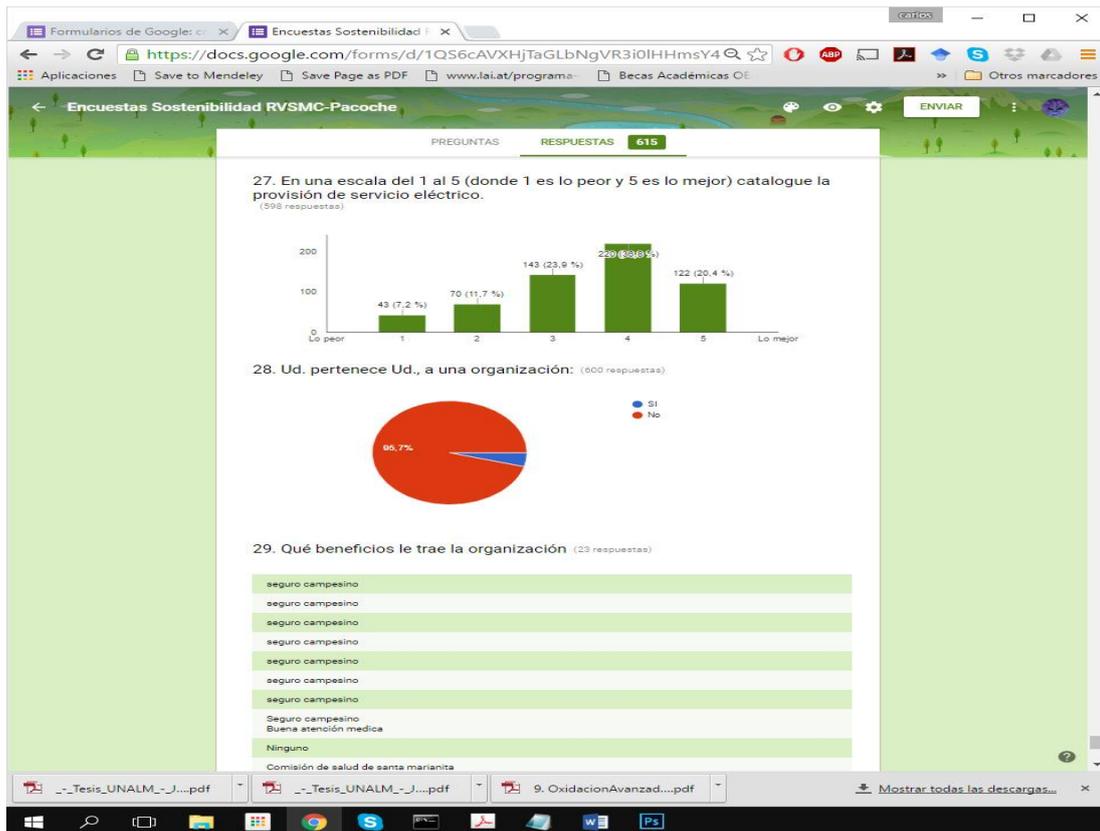
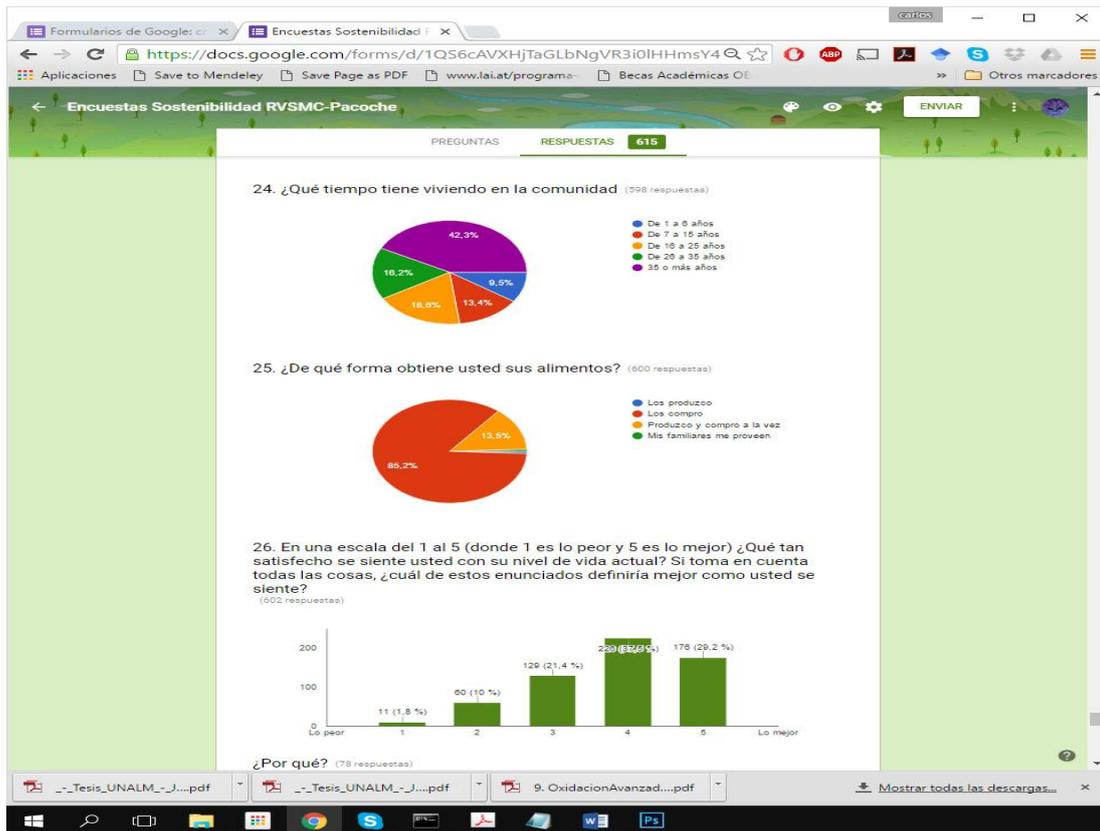












Formularios de Google: cr x Encuestas Sostenibilidad F x carlos

https://docs.google.com/forms/d/1QS6cAVXHjTaGLbNgVR3i0IHmsY4

Aplicaciones Save to Mendeley Save Page as PDF www.lai.at/programa- Becas Académicas OE Otros marcadores

Encuestas Sostenibilidad RVSMC-Pacocha

PREGUNTAS RESPUESTAS 615

30. Algún familiar ha emigrado a otros países (602 respuestas)

Respuesta	Porcentaje
Si	14.3%
No	84.9%
Otro	0%

31. En una escala del 1 al 5 (donde 1 es lo peor y 5 es lo mejor) catalogue la calidad del servicio de transporte público en la localidad. (601 respuestas)

Calificación	Contador	Porcentaje
1	28	4.7%
2	100	18.1%
3	132	22%
4	172	28.6%
5	169	28.6%

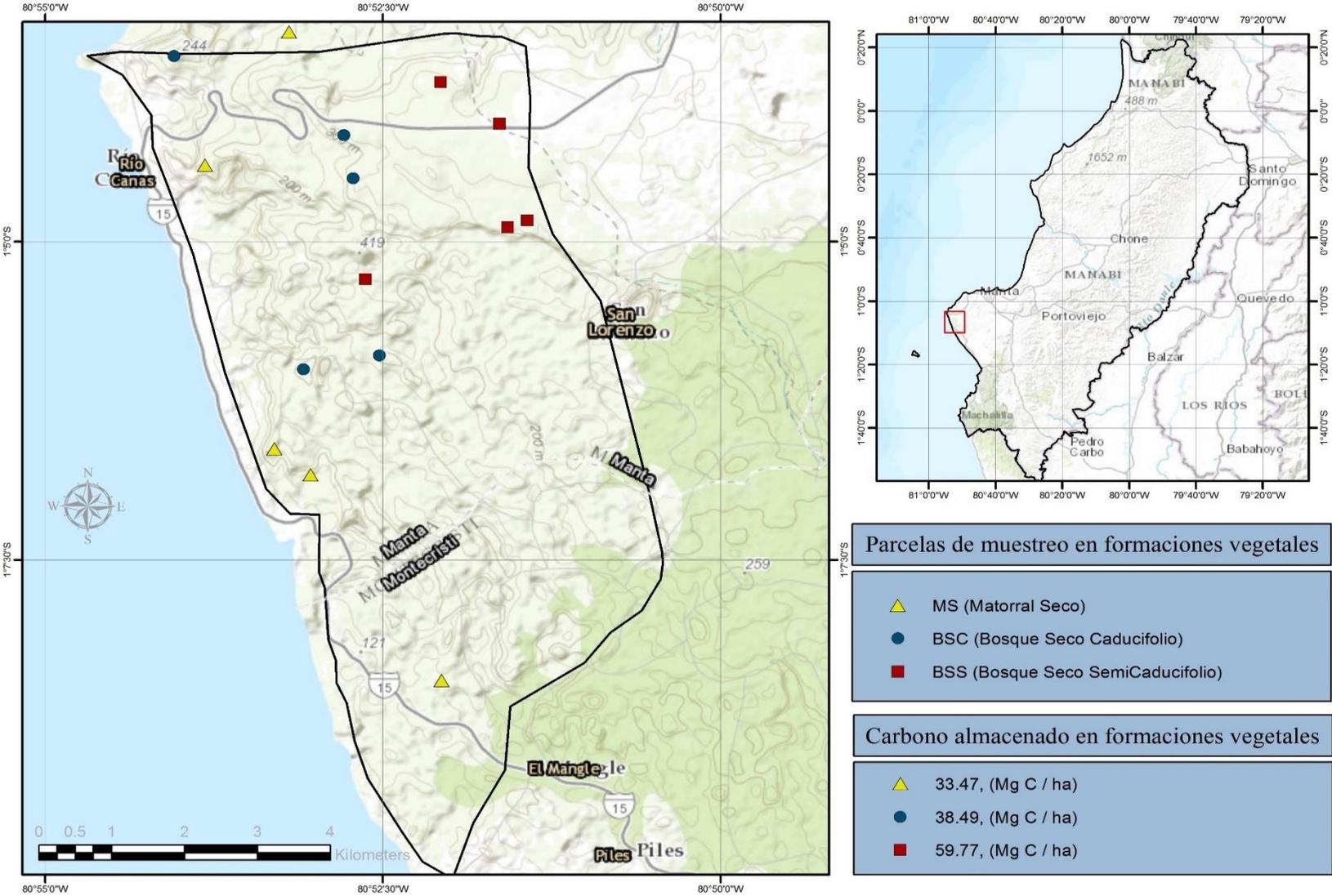
32. En una escala del 1 al 5 (donde 1 es lo peor y 5 es lo mejor) indique un valor para catalogar la recepción de apoyo institucional o estatal (programas de desarrollo, vías de acceso, entre otros). (598 respuestas)

Calificación	Contador	Porcentaje
1	27	4.5%
2	92	15.4%
3	208	34.4%
4	184	27.4%
5	107	18.2%

Mostrar todas las descargas...

Windows taskbar: \_Tesis\_UNALM\_-\_J....pdf, 9. OxidacionAvanzad...pdf, Ps

**Anexo 5:** Mapa ubicación de parcelas y resultados de la estimación de carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales en el área de estudio.



Anexo 6: Resultados de los análisis de laboratorio de suelos.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Salas Macías Carlos Alfredo	Nombre	: Sin nombre	Cultivo Actual	:
Dirección	: carlos.a.salas.m@gmail.com	Provincia	: Manabí	Nº Reporte	: 0825
Ciudad	: Manta	Cantón	: Manta	Fecha de Muestreo	: 17/03/2016
Teléfono	: 0980971858	Parroquia	: Santa Marianita	Fecha de Ingreso	: 17/03/2016
Fax	:	Ubicación	: Sitio Pocoche	Fecha de Salida	: 04/04/2016

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm																	
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B													
0825	Matorral Seco MS-1801R		6,5	LAc	13	B	5	B	2,13	A	18	A	10,9	A	6	B	1,5	B	4,5	A	24	M	14,5	M	0,82	M	
78503	B. Seco Caducifolio BSC 2801		5,2	Ac	RC	20	M	5	B	0,41	A	9	A	3,3	A	7	B	4,7	M	1,8	M	119	A	54,8	A	0,60	M
78504	B. Seco SemCaducifolio BSC 3402		7,4	PN		13	B	11	M	0,68	A	20	A	3,3	A	6	B	1,2	B	2,8	M	34	M	10,4	M	0,64	M
78505	Matorral Seco 0-10 cm. prof.																										
78506	Matorral Seco 10-20 cm. prof.																										
78507	Matorral Seco 20-30 cm. prof.																										
78508	B. Seco Caducifolio 0-10 cm																										
78509	B. Seco Caducifolio 10-20 cm																										
78510	B. Seco Caducifolio 20-30 cm																										
78511	B. Seco Semi Caducifolio 0-10																										
78512	B. Seco Semi Caducifolio 10-20																										
78513	B. Seco Semi Caducifolio 20-30																										

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				= Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
M <sub>Ac</sub> = Muy Acido	L <sub>Ac</sub> = Liger. Acido	L <sub>Al</sub> = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	= Colorimetría		N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		= Turbidimetría		Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		= Absorción atómica		B, S	
				Elementos: de N a B			
				B = Bajo			
				M = Medio			
				A = Alto			

*x W. [Signature]*  
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**

**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	: Salas Macías Carlos Alfredo		Nombre	: Sin nombre		Cultivo Actual	:	
Dirección	: carlos.a.salas.m@gmail.com		Provincia	: Manabí		Nº de Reporte	: 0825	
Ciudad	: Manta		Cantón	: Manta		Fecha de Muestreo	: 17/03/2016	
Teléfono	: 0980971858		Parroquia	: Santa Marianita		Fecha de Ingreso	: 17/03/2016	
Fax	:		Ubicación	: Sitio Pocoche		Fecha de Salida	: 04/04/2016	

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	g/cm3	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	D.A	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
0825					3,1 M	1,6	5,12	13,57	31,03						
78503					2,7 B	2,7	8,05	30,00	12,71						
78504					2,7 B	6,0	4,85	34,26	23,98						
78505										1,08					
78506										1,05					
78507										1,09					
78508										0,95					
78509										1,01					
78510										1,11					
78511										1,11					
78512										1,09					
78513										1,15					

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
<b>B</b> = Bajo	<b>NS</b> = No Salino	<b>S</b> = Salino	<b>B</b> = Bajo
<b>M</b> = Medio	<b>LS</b> = Lig. Salino	<b>MS</b> = Muy Salino	<b>M</b> = Medio
<b>T</b> = Tóxico			<b>A</b> = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkey Blac
Al+H = Titulación con NaOH

*X W. Salas Macías*  
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



*+ [Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos de la muestra.



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: Salas Macías Carlos Alfredo
Dirección	: carlos.a.salas.m@gmail.com
Ciudad	: Manta
Teléfono	: 0980971858
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: Sin nombre
Provincia	: Manabí
Cantón	: Manta
Parroquia	: Santa Marianita
Ubicación	: Sitio Pocoche

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	:
Nº Reporte	: 0825
Fecha de Muestreo	: 17/03/2016
Fecha de Ingreso	: 17/03/2016
Fecha de Salida	: 30/05/2016

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm																
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
78502	Matorral Seco MS-1801R		6,5	LAc	13	B	5	B	2,13	A	18	A	10,9	A	6	B	1,5	B	4,5	A	24	M	14,5	M	0,82	M
78503	B. Seco Caducifolio BSC 2801		5,2	Ac	20	M	5	B	0,41	A	9	A	3,3	A	7	B	4,7	M	1,8	M	119	A	54,8	A	0,60	M
78504	B. Seco SemCaducifolio BSC 3402		7,4	PN	13	B	11	M	0,68	A	20	A	3,3	A	6	B	1,2	B	2,8	M	34	M	10,4	M	0,64	M



INTERPRETACION			
pH		Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino	B = Bajo
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino	M = Medio
			A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Salas Macías Carlos Alfredo	Nombre	: Sin nombre	Cultivo Actual	:
Dirección	: carlos.a.salas.m@gmail.com	Provincia	: Manabí	Nº de Reporte	: 0825
Ciudad	: Manta	Cantón	: Manta	Fecha de Muestreo	: 17/03/2016
Teléfono	: 0980971858	Parroquia	: Santa Marianita	Fecha de Ingreso	: 17/03/2016
Fax	:	Ubicación	: Sitio Pocoche	Fecha de Salida	: 30/05/2016

Nº Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	g/cm3	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.							Mg	K	K	
78502					3,1	1,6	5,12	13,57	31,03			22	50	28	Franco-Arcilloso
78503					2,7	2,7	8,05	30,00	12,71			24	54	22	Franco-Limoso
78504					2,7	6,0	4,85	34,26	23,98			34	28	38	Franco-Arcilloso



INTERPRETACION		
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl
<b>B</b> = Bajo	<b>NS</b> = No Salino	<b>S</b> = Salino
<b>M</b> = Medio	<b>LS</b> = Lig. Salino	<b>MS</b> = Muy Salino
<b>T</b> = Tóxico		<b>B</b> = Bajo
		<b>M</b> = Medio
		<b>A</b> = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkley Blac
Al+H = Titulación con NaOH

*x W. [Signature]*  
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

*La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados*

*+ [Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

**Anexo 7: Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador para realizar la investigación en el área estudio.**



**Oficio Nro. MAE-CGZ4-DPAM-2015-2820**

**Portoviejo, 23 de diciembre de 2015**

Señor Ingeniero M.sc  
Carlos Alfredo Salas Macías  
En su Despacho

De mi consideración:

Esta Dirección Provincial después de haber analizado su propuesta de investigación le concede la autorización para que ejecute su proyecto denominado "Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales caso Pacoche" para que realice su proyecto en el área protegida del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche, ya que su investigación contempla como parte de los objetivos un componente sobre el almacenamiento de carbono en formaciones vegetales.

Esta autorización no contiene permiso para recolección de muestras botánicas ya que la propuesta no lo estipula, para el ingreso al área protegida es obligación del investigador coordinar con la Ing. Iliana Solórzano responsable del área protegida Pacoche, el e-mail de contacto es: [iliana.solorzano@ambiente.gob.ec](mailto:iliana.solorzano@ambiente.gob.ec)

Con sentimientos de distinguida consideración,

Atentamente,

  
L.cdo. Juan Manuel Cisneros Cisneros  
**COORDINADOR GENERAL ZONAL (MANABÍ Y SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS) -  
DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE MANABÍ**

Referencias:  
- MAE-UPN-DPAM-2015-2633

Anexos:  
- escanear0003.pdf  
- Autorización de investigación No.15

Copia:  
Señorita Ingeniera  
Iliana Elizabeth Solórzano Solórzano  
**Administrador de Áreas Protegidas - Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche**

je/ac

Papel Ecológico

\* Documento generado por Ovipux

**DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE MANABÍ**  
Calle Olmedo, Sucre y Cardeña - Edificio Condominio de la Previsora Piso 4  
Portoviejo - Ecuador  
Teléfono: (593 5) 2651840, 2638957  
[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

1/1



## AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

No. 015 JMC-DPAM-MAE

FLORA (X)

FAUNA ( )

Portoviejo, 21 de noviembre del 2015

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, AUTORIZA a la siguiente investigador: Carlos Alfredo Salas Macías con número de cédula 130812299-1 de Nacionalidad Ecuatoriana para que **lleve a cabo la investigación científica: "Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales. Caso Pacoche – Manabí"**.

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

- 1- Solicitud del sr. Carlos Alfredo Salas Macías –Investigador.
- 2- Valoración técnica del Proyecto: Julia Cordero – Responsable de biodiversidad de la Unidad de Patrimonio Natural de la Dirección Provincial de Manabí, Ministerio del Ambiente.
- 3- Auspicio de la Institución Científica Extranjera: Ninguna.
- 4- Auspicio del Institución Nacional: Ninguna.
- 5- Contraparte del Ministerio del Ambiente: Ing. Iliana Solórzano – Responsable del área protegida del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, de la Dirección Provincial de Manabí de la Unidad de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente.
- 6- Complementos autorizados de la investigación: No coleccionará ningún espécimen ya que parte de su investigación se refiere a carbono almacenado en las diferentes formaciones vegetales.

Autorización de Investigación Científica N° 015 JMC-DPAM-MAE "Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales. Caso Pacoche – Manabí. Carlos Alfredo Salas Macías.

- 7- Este permiso no autoriza bioprospección, ni comercialización, ni extracción de ADN, ni para otros fines.
- 8- Este permiso está permitido solamente para fines científicos.
- 9- Duración: Del 21 de noviembre del 2015 hasta el 21 de noviembre del 2016.
- 10- Nombre del investigador principal: Carlos Alfredo Salas Macías.

**Obligaciones del investigador:**

- El investigador debe entregar 2 copias en formato impreso y digital (formato PDF), de los resultados finales de la investigación en castellano. Estas copias deberán ser entregadas en la Dirección Provincial de Manabí y al área protegida del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche.
- El investigador se compromete a entregar 2 copias de las fotografías (impreso y digital) que formen parte de la investigación, estas copias deberán ser entregadas a la Dirección Provincial de Manabí y al área protegida del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche.
- Deben entregar a la Dirección Provincial el informe de las especies objeto de la investigación en formato digital, incluyendo la localización exacta de los especímenes con las coordenadas UTM.
- De acuerdo a la metodología descrita la investigadora estará en la obligación de cumplir con la metodología indicada.
- Se compromete a coordinar con técnicos de esta Dirección Provincial durante la ejecución del proyecto para el acompañamiento durante las salidas de campo.
- Se podrá solicitar prórroga para la entrega de los resultados quince días antes de la fecha de vencimiento estipulada en el documento; justificando las debidas razones.
- Cualquier cambio deberá ser informado a esta Dirección Provincial.



Autorización de Investigación Científica N° 015 JMC-DPAM-MAE Valoración multidimensional de la sostenibilidad en territorios rurales. Caso Pacoche – Manabí. Carlos Alfredo Salas Macías.



**OBSERVACIONES:**

- El plazo de entrega del informe final del proyecto será hasta el 30 de diciembre del 2016
- Carlos Alfredo Salas Macías, procedió al pago de \$20,0 (veinte dólares) de acuerdo a lo estipulado en el Libro IX de las Tasas Ambientales del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria; depositando el valor a la sublínea 190499 del Ministerio del Ambiente en el Banco Nacional de Fomento, con No. de referencia 649174591.

**EL INCUMPLIMIENTO DE CUALQUIERA DE ESTAS DISPOSICIONES ASÍ COMO EL USO INDEBIDO DE ESTE DOCUMENTO O EL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES, ADMINISTRATIVAS O TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS CONFORME A LA CODIFICACIÓN A LEY FORESTAL, TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA Y CON LA SUSPENSIÓN INMEDIATA DE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN.**

Atentamente,

  
Ecd. Juan Manuel Cisneros Cisneros  
DIRECTOR PROVINCIAL DE MANABI  
MINISTERIO DEL AMBIENTE

