



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas Oceánicas
y Recursos naturales.

**“ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DEL SUELO Y SU
IMPACTO EN LOS SERVICIOS AMBIENTALES EN EL BOSQUE PACOCHE
EN EL CANTÓN MANTA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ ”**

Trabajo de titulación Previo a la obtención del Título de
Magister En Cambio Climático

Presentado por: Gaspar Martín Moreno Mera

Guayaquil – Ecuador,
2017

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza, a mis padres por su apoyo incondicional, a maestros y personas que de una u otra forma contribuyeron con sus conocimientos y en especial a mi tutora la Dra. María Fernanda Calderón Vega por su paciencia y dedicación en la elaboración de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a mi abuela Josefa García Cedeño.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Daniel Vicente Ortega Pacheco, Ph.D.
Presidente



María Fernanda Calderón Vega, Ph.D.
Directora

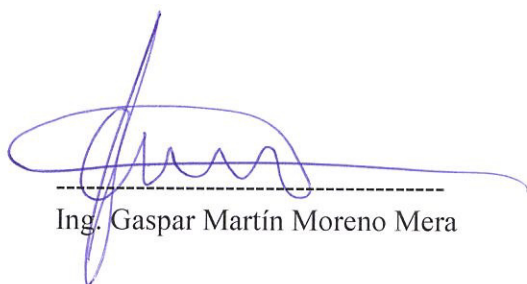


Gladys Rincón Polo, Ph.D.
Evaluadora

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Tesis, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Ing. Gaspar Martín Moreno Mera

RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en analizar el cambio de uso y cobertura del suelo con la finalidad de detectar el impacto en los servicios ambientales de provisión y de regulación mediante técnicas SIG. El trabajo de investigación se realizó en la RVSMC-Pacoche localizado entre el cantón Manta y Montecristi de la provincia de Manabí.

El análisis de uso y cobertura del suelo del área protegida corresponde a tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013) donde se evaluó temporal y espacialmente las clases de coberturas a través de la técnica de análisis “tabulación cruzada”, la cual mostró pérdidas y ganancias de cada unidad del paisaje para cada periodo de estudio, de manera que la cobertura de mosaico agropecuario y del bosque nativo registraron significativas transformaciones a través del tiempo.

Posteriormente se identificó y elaboró un inventario preliminar de los SA de provisión y de regulación a través de encuestas según la percepción de las personas que habitan la zona de estudio. Además, complementario a esto, se realizó un estudio descriptivo de la serie histórica de la temperatura (1981-2016) y precipitación (1975-2016), con los respectivos promedios, mínimos y máximos y con ello la tendencia y el patrón estacional.

Finalmente para el análisis de los SA afectados en función de los cambios de uso y cobertura del suelo, se empleó la triangulación de datos la misma que combinó la información del análisis de uso y cobertura del suelo, del inventario preliminar y del análisis estadístico de temperatura y precipitación, en consecuencia encontró que los servicios de provisión generados por los cultivos agrícolas y los recursos hídricos se encuentran mayormente afectados; asimismo los SA reguladores del clima local y del recurso hídrico también están severamente afectados. Concluyendo además que los SA en general se encuentran vulnerables ante la alteración del régimen de precipitación y temperatura y de los cambios de uso y cobertura del suelo.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE GARDUACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
RESUMEN.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
General.....	3
Específicos.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Ecosistemas.....	4
2.2. Servicios Ambientales (SA).....	5
2.2.1. Los servicios de abastecimiento o de provisión.....	5
2.2.2. Los servicios de regulación.....	6
2.2.3. Los servicios culturales.....	6
2.2.4. Los servicios de soporte.....	7
2.3. Cobertura y uso del suelo.....	8
2.3.1. Cobertura del suelo.....	8
2.3.2. uso del suelo.....	8
2.4. Bosque tropical.....	8
2.4.1. Bosque seco tropical.....	9
2.4.2. Bosque húmedo tropical.....	9
2.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	9
2.6. Tabulación cruzada.....	10
III. METODOLOGÍA.....	11
Área de estudio.....	11
1. Cambio del Uso y Cobertura del Suelo.....	12
2. Inventario de los Servicios Ambientales (SA) de provisión y de regulación....	16
2.1. Diseño de las encuestas.....	16
2.2. Levantamiento de información.....	17
3. Análisis descriptivo de temperatura y precipitación.....	18
4. Análisis de los SA afectados.....	18

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1. Evaluación de uso y cobertura del suelo.....	20
4.2. Inventario de SA de provisión y de regulación.....	30
4.2.1. SA de provisión.....	30
a. Cultivos agrícolas.....	30
b. Alimentos de origen animal.....	33
c. Materias primas vegetales.....	35
d. Recursos Hídricos: agua dulce.....	36
4.2.2. SA de Regulación.....	38
a. Clima Local o Microclima.....	38
b. Recurso hídrico.....	39
c. Control Natural.....	40
d. Fertilidad del suelo.....	41
4.3. Análisis estadístico de precipitación y temperatura.....	42
4.3.1. Análisis descriptivo de precipitación, serie histórica (1975-2016).....	42
4.3.2. Análisis descriptivo de temperatura máxima y mínima, serie histórica (1981-2016).....	44
4.4. Análisis de los SA afectados en función de los cambios en el uso y cobertura del suelo.....	47
4.4.1 Triangulación de datos temporal y espacial de los SA de provisión.....	47
a. Cultivos agrícolas.....	49
b. Materias primas vegetales.....	51
c. Alimentos de origen animal.....	51
d. Recursos Hídricos: agua dulce.....	52
4.4.2. Triangulación de datos temporal y espacial de los SA de regulación.....	53
a. Clima Local o Microclima.....	55
b. Recurso hídrico.....	56
c. Control Natural.....	57
d. Fertilidad del suelo.....	58
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	63

I. INTRODUCCION

La cobertura de la tierra está conformada por sistemas naturales (vegetación, superficies rocosas, cuerpos de agua)[1], de los cuales se derivan una gran variedad de ecosistemas que generan servicios ambientales (SA), como; alimentos, agua dulce, regulación del clima, recreación estética, etc., dichos servicios son aprovechados por los seres humanos en pos de su beneficio y bienestar, creándose de esta manera una dependencia total de los ecosistemas y de los servicios que estos proveen [2].

Hay que mencionar que el concepto de SA es conocido desde los años 80 y ya en los años 90 se convierte en tema de debate científico[3], por tal razón, posteriormente se creó el programa internacional “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (EM), el cual tiene como principal objetivo estudiar la relación entre los ecosistemas y el bienestar humano[4]; además, de abordar temas como la inclusión de los SA en políticas empresariales y de conservación ambiental [5], o la valoración económica de los mismos [6].

De esta manera los SA que proveen alimentos y agua dulce (SA de provisión), así como también, los que controlan el clima del planeta (SA de regulación), han tomado gran importancia, sobre todo porque garantizan la permanencia de las sociedades sobre la tierra [7]. Por otro lado, la reducción de la cobertura vegetal constituye la pérdida de ecosistemas generadores de SA, especialmente de aquellos que genera el servicio de regulación de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, sobre todo del CO₂[8].

Dado esta situación, se considerada como principal causa del cambio o degradación de la cubierta vegetal a la actividad antrópica [9], relacionada con la apertura de vías de primer orden[10], como resultado del crecimiento demográfico y con ello la expansión agrícola [11], la explotación de recursos madereros y demás SA [12], [13], creando así escenarios de gran vulnerabilidad social, económica y ambiental frente a los efectos del cambio climático [14].

Es así, que informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) revelan que para el año 2016 los bosques del mundo cambiaron su cobertura por áreas agrícolas y por el aumento demográfico [15]. También se ha demostrado que a más de la reducción de los bosques, las zonas agrícolas tienden a disminuir por el avance del sector urbano [16], [17], la explotación ganadera y el aprovechamiento de los recursos naturales (madera) [18].

En efecto, el principal factor de estudio es el cambio de uso y cobertura del suelo, el cual es observado y monitoreado a través de los satélites de teledetección [16], junto

con la utilización de herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las variadas técnicas de análisis espacial, permiten simplificar la información de un territorio (mapas digitales) y crear bases de datos geográficos. Además, estas herramientas se han posesionado gracias a la gestión pública y la creación o reforma de políticas ambientales, ya que facilita identificar y visualizar la complejidad y los límites de distribución espacial de una determinada superficie terrestre [19].

En contexto nacional estudios realizados desde 1990 al 2008 confirman que grandes zonas de bosques naturales se deforestaron por las acciones humanas (actividad agropecuaria, crecimiento urbano y rural). En la provincia de Manabí la degradación de los bosques llega a un máximo nivel en varios sectores, con la pérdida absoluta de ecosistemas y biodiversidad. Seguido, la falta de conocimiento de temas ambientales y la carencia de inventarios de SA ha originado el uso irracional del suelo y por ende una acelerada desaparición de los bosques [20].

El presente documento tiene como finalidad, el análisis del cambio de cobertura y uso del suelo en el bosque Pacoche ubicado entre el cantón Manta y Montecristi de la provincia de Manabí registrado en los últimos 18 años, mediante la aplicación de técnicas SIG y encuestas a los moradores según su percepción sobre los SA, que se encuentran dentro del área protegida o reserva natural; para así relacionar, comparar y corroborar la transformación del suelo a las distintas actividades productivas o antropogénicas a las que se ha visto sometido el bosque y que han impactado sobre los SA que ofrece el ecosistema. Por lo tanto, el presente estudio pone las bases para futuros trabajos de continuidad o para los proyectos relacionados al tema. Así como, para lo toma de decisiones de las instituciones o gobiernos locales en temas de legislación ambiental, planificación del desarrollo territorial, plan de manejo de bosque, entre otros.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un análisis del Cambio de Uso y Cobertura del Suelo, con el fin de detectar el impacto en los servicios ambientales (provisión y regulación), mediante técnicas SIG en el bosque Pacoche, cantón Manta de la provincia de Manabí.

Objetivos específicos

- Evaluar, mediante el uso de SIG la información de uso y cobertura del suelo en los años 1990, 2000, 2008 y 2013.
- Desarrollar un inventario preliminar de los servicios ambientales de acuerdo a la percepción de comunidades dentro del área de estudio.
- Analizar los servicios ambientales afectados en función de los cambios en el uso y cobertura del suelo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistema

El término ecosistema tiene origen en pensamientos filosóficos del siglo IV a. C., pero en 1935 es descrito como la unidad básica de la naturaleza que permite entender cómo funcionan los seres vivos y el entorno natural. Asimismo, escuelas e investigadores relacionan este término con flujos de energía, fenómenos naturales, suelo-vegetación, etc., convirtiéndose en una definición descriptiva, predictiva y analítica [21].

Por lo tanto, el ecosistema es el medio donde se realizan interacciones dinámicas entre los componentes bióticos (plantas, animales y microorganismos) y abióticos (agua, nutrientes, luz); que dará origen a los SA [22]; los cuales además se clasifican de acuerdo a su origen en, ecosistemas terrestre, insulares y marinos (Figura 1).

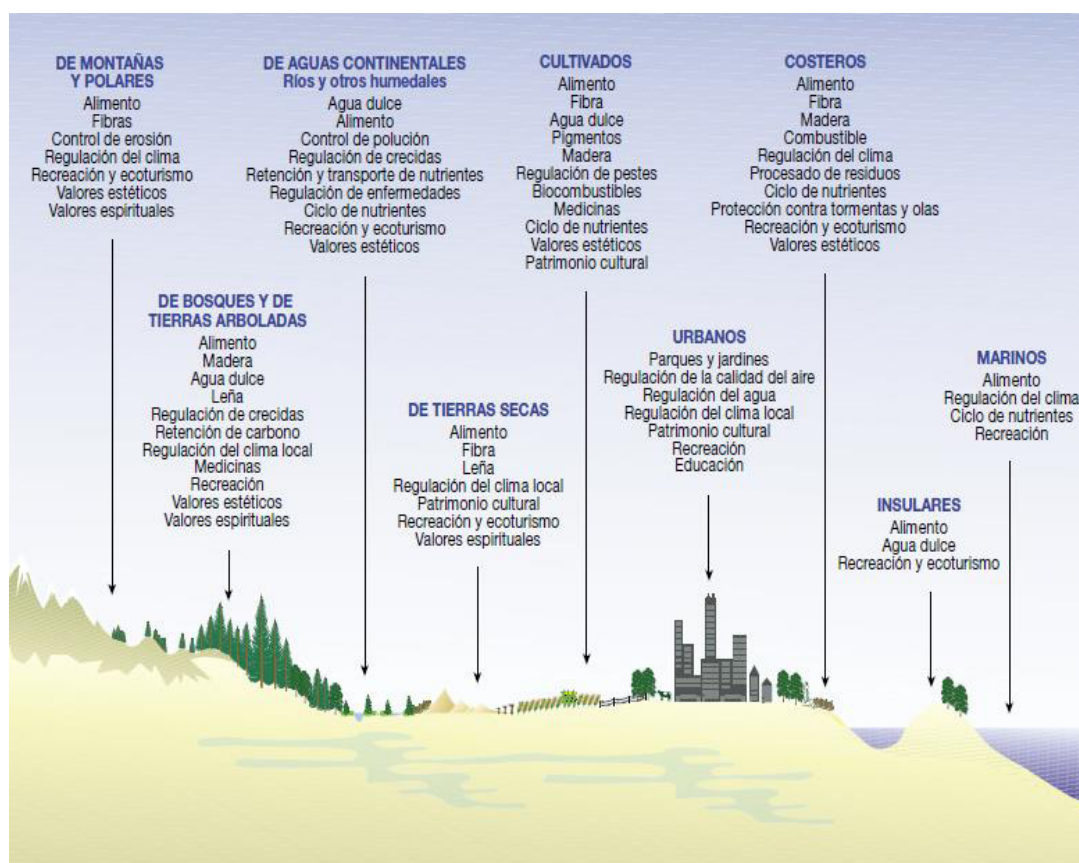


Figura 1. Los Ecosistemas y varios de los Servicios Ambientales que proveen.
Fuente: [12].

2.2. Servicios Ambientales

Los servicios ambientales (SA) corresponde a una expresión creada por la comunidad científica como una medida para enfrentar la crisis ambiental, esto como consecuencia de las distintas interpretaciones que el término “sustentable” generó por más de dos décadas [23]. De esta manera, se define a los SA como los beneficios directos (alimentos, fibra, combustible) e indirectos (fertilidad del suelo, polinización, etc.) producidos por los ecosistemas de la tierra, los mismos que son aprovechados por las sociedades para su bienestar [24], creando así una estrecha relación entre los ecosistemas y las personas.

Por tal razón, en el 2001 se crea la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), con la finalidad de generar y aportar información sobre la relación ecosistema-humano, sirviendo de apoyo para los convenios internacionales vinculados al medio ambiente, y para las evaluaciones internacionales como el Panel intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) [4]. Dado este panorama, los SA han sido clasificados en cuatro grupos de acuerdo a la libre disposición en que se encuentran y por ser de vital importancia para la humanidad: servicios de suministro o provisión, regulación, culturales y de proceso o de base [25].

2.2.1. Los servicios ambientales de abastecimiento o de provisión

Son aquellos servicios tangibles como alimento, agua dulce, madera, fibras y combustibles que se obtienen de forma directa de los ecosistemas y que los seres humanos necesitan para la subsistencia [26],

1. *Agua dulce*; es fundamental para la salud humana y es regulado por las funciones naturales de los ecosistemas y de los procesos geofísicos (evaporación, sistema del clima).
2. *Alimento*; es proporcionado por los ecosistemas terrestres y marinos en estado silvestre o bajo prácticas de manejo; cumpliendo con la única función de nutrir y alimentar a los seres vivos.
3. *Madera, fibras y combustibles*; son origen natural, que en gran parte son empleados como materia prima permitiendo generar ingresos económicos; además proporcionan energía, a través de la combustión de la biomasa (leña, rastrojo, estiércol).

2.2.2. Los servicios ambientales de Regulación

Son de gran importancia para el bienestar humano, se obtiene directamente de los ecosistemas terrestres, sin pasar por procesos de transformación, regulan o controlan aspectos como el aire, el agua, el CO₂ en la atmósfera (secuestro de carbono), eventos climáticos, la erosión del suelo, y control biológico[27].

1. *Regulación del clima y del aire*; está vinculado con los movimientos de materia y energía dentro y entre los ecosistemas de bosque, donde eventos como la evapotranspiración influyen directamente en la temperatura y las precipitaciones. Además estos flujos de los ecosistemas de bosque resultan en sumideros de CO₂, lo que contribuye a una mejor calidad del aire [28].
2. *Regulación hídrica*; es la capacidad que tienen los ecosistemas para regular los caudales (temporalidad), recargar acuíferos, purificar el agua de agentes patógenos y de la salinidad; además, de controlar la erosión del suelo [29].
3. *Regulación de la erosión del suelo*; de gran importancia para el sector agropecuario, ya que la presencia de cobertura vegetal y los macro y microorganismos edáficos contribuyen a través del reciclaje de nutrientes y de la descomposición de materia orgánica a controlar la erosión del suelo, manteniendo sus propiedades físico, químicas y biológicas constituyendo así la fertilidad del suelo [30].
4. *Regulación biológica*; asociado también con la regulación de enfermedades. particularmente en los agroecosistemas la interacción biótica permite un equilibrio entre la población de enemigos naturales y de las plagas, para así a través del parasitismo, comensalismo, mutualismo y depredación mantener el flujo de energía, nutrientes, la dispersión de semillas, control de insectos-plaga y la polinización [29].

2.2.3. Los servicios ambientales culturales

Son los servicios intangibles que se obtienen de los ecosistemas terrestres y marinos, los mismos contienen valores estéticos, espirituales, culturales y emocionales, relacionándose además con los servicios de regulación y provisión, por tal razón son aprovechados por el turismo y las actividades recreativas (deporte al aire libre, pesca) con el único propósito de mantener la salud mental y física [31].

2.2.4. Los servicios ambientales de soporte

Estos servicios son denominados como “servicios de soporte”, “servicios funcionales” o “servicios de apoyo” los cuales tienen la capacidad de mantener a los ecosistemas y sus procesos, el ciclo hidrológico, la dispersión de semillas, la fotosíntesis, formación de suelos y el ciclo de nutrientes, por lo tanto, de este servicio depende los demás SA [32].

Por otra parte este cuarto servicio ha generado confusión de conceptos por lo que ha sido obviado en ocasiones por los trabajos, de tal manera que ha sido agrupado con el servicio de regulación para evitar inconvenientes [30].

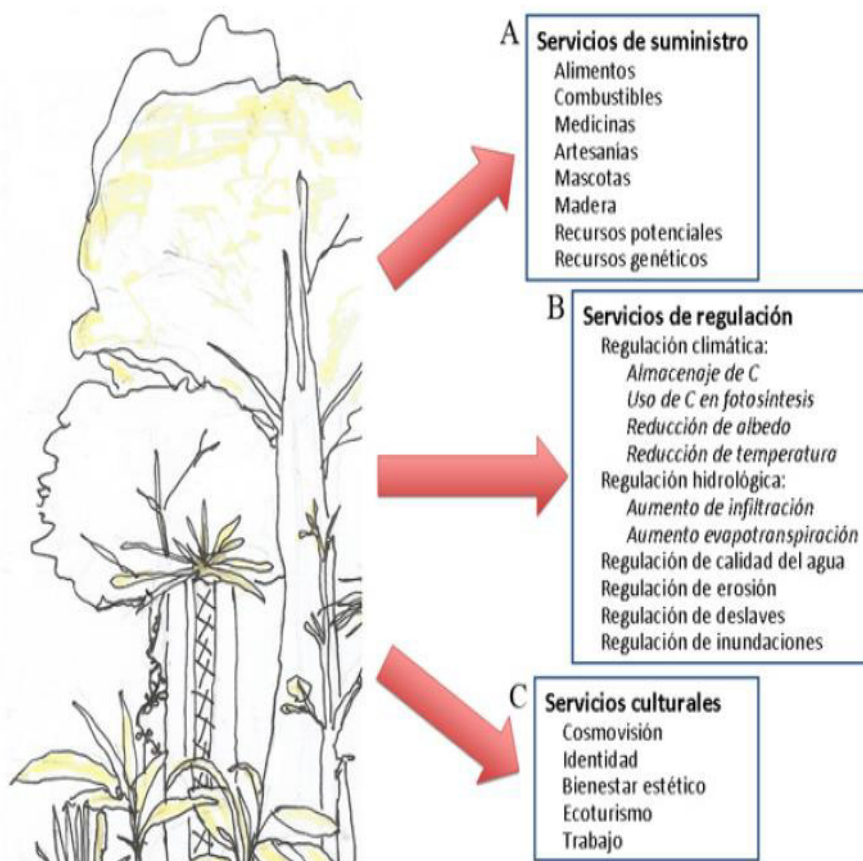


Figura 2. Los servicios ambientales que ofrecen los bosques tropicales, (A) de suministro, (B) regulación y (C) culturales.

Fuente: [22].

2.3. Cobertura y uso del suelo

La cobertura y uso del suelo es una expresión utilizada para referirse a la estructura de una determinada área integrada por especies vegetales y de las actividades humanas, o para mayores representaciones naturales y antrópicas[33].

Además, es considerada como un elemento geográfico de estudio, evaluación y monitoreo. Por esta razón, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y la FAO en 1993, creó una base de referencias internacionales para la cobertura y uso de la tierra en pro de un adecuado manejo sostenible de los recursos naturales, protección medioambiental, seguridad alimentaria y programas sociales [1].

2.3.1. Cobertura del suelo

La cobertura del suelo es la conformación de la cubierta vegetal, el área antrópica, las zonas rocosas, el suelo desnudo y los cuerpos de agua, que en conjunto y asentados sobre la superficie de la tierra dan origen al término *cobertura del suelo*; además, por los distintos ecosistemas terrestres que lo constituyen a nivel global, también el termino es utilizado como un atributo biofísico [1].

2.3.2. Uso del suelo

El uso del suelo está ligado a términos físicos, establecidos por la cobertura o el grado de explotación que la aptitud y la capacidad del suelo permita. Es así, que un suelo apto está determinado por la calidad y es generalmente aprovechado por la producción agropecuaria; mientras que la capacidad del suelo se refiere al área que posee, por lo que es usualmente empleada para las actividades humanas, entre otras [34].

2.4. Bosque tropical

Los bosques tropicales se localizan en diversas regiones naturales del planeta, cubriendo alrededor del 10% de la superficie terrestre, equivalente a 11 millones de km², encontrándose la mayor área de estos bosques en América (55.0%), seguido de Asia (33.8%), y África (11,2%), su importancia a nivel global radica en la captura de

carbono, ya que es seis veces mayor de lo que libera la actividad humana (combustible fósil) a la atmósfera [35].

Asimismo, posee más del 60% de la biodiversidad del planeta [36], influye en el clima local y regional, además de proveer una amplia gama de SA [37].

Por otro lado, los bosques tropicales están conformados por bosques secos y húmedos, creando y desarrollando la base natural para el crecimiento regional de un país, puesto que ofrecen SA y un potencial eco turístico y cultural, además, posee un alto nivel de endemismo que lo convierte en prioridad para la conservación [14].

2.4.1 Bosque seco tropical

Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) son conocidos también como bosques caducifolios y semicaducifolios y ocupan el 42% de la superficie mundial, tiene una marcada estacionalidad climática; con una estación lluviosa que comprende cuatro meses de precipitación de más de 200mm por mes, mientras que el periodo de sequía abarca de cinco a seis meses al año, donde la precipitación no pasa de los 10 mm mensuales, esto determina la estructura y el desarrollo de la vegetación de los BTES lo cual otorga las características propias de estos bosques [38].

2.4.2 Bosque húmedo tropical

Los bosques tropicales húmedos se formaron hace 100 millones de años y cubren el 7% de la superficie del planeta, localizados en los continentes africanos, latinoamericanos, y en la cuenca Indo-Pacífico, se caracteriza por una abundante biomasa vegetal y por su rica biodiversidad, ya que cuenta con más del 50% de especies de flora y fauna reconocidas (madera, frutas, animales de caza, reserva de tierras) [39].

Además, según la FAO estos bosques se clasifican en: bosques húmedos, bosques húmedos bajos, bosques siempreverdes, bosques húmedos semi-caducifolios, terrenos boscosos y sabanas arboladas [40].

2.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Son programas informáticos desarrollados a finales del siglo XX, muy requeridos en la planeación y el ordenamiento espacial, sobre todo en campos relacionados al ordenamiento territorial, al medio ambiente y recursos naturales.

Dada la evolución de los SIG, en el año 1990 el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) de los Estados Unidos define a los SIG como un conjunto de hardware, software que permite monitorear, analizar, manipular, modelar, y representar datos espacialmente referenciados; además, ser en un recurso informático que contribuye al ahorro de tiempo, lo que representa un menor inversión económica [41].

Es por eso que los SIG se han convertido en una herramienta tecnológica de información de gran utilidad e indispensables para las empresas e instituciones vinculadas con la planificación urbana o territorial, planificación del transporte, el medio ambiente, etc., ya que facilita la obtención de una base de datos con información cartográfica (mapa digital) y alfanumérica (atributos de cada elemento del mapa digital) separadas en distintos temas, capas o estratos de información como, relieve, litología, uso del suelo, ríos, carreteras, estructuras y demás [42].

En cuanto a los estudios del territorio y del paisaje; los SIG son un instrumento imprescindible en el estudio de los bosques, pues permite determinar la pérdida de cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo a través del tiempo y el espacio, con un acercamiento de lo existente (cuantificación de áreas), representado a través de un mapa en formato digital [43].

2.6. Tabulación Cruzada

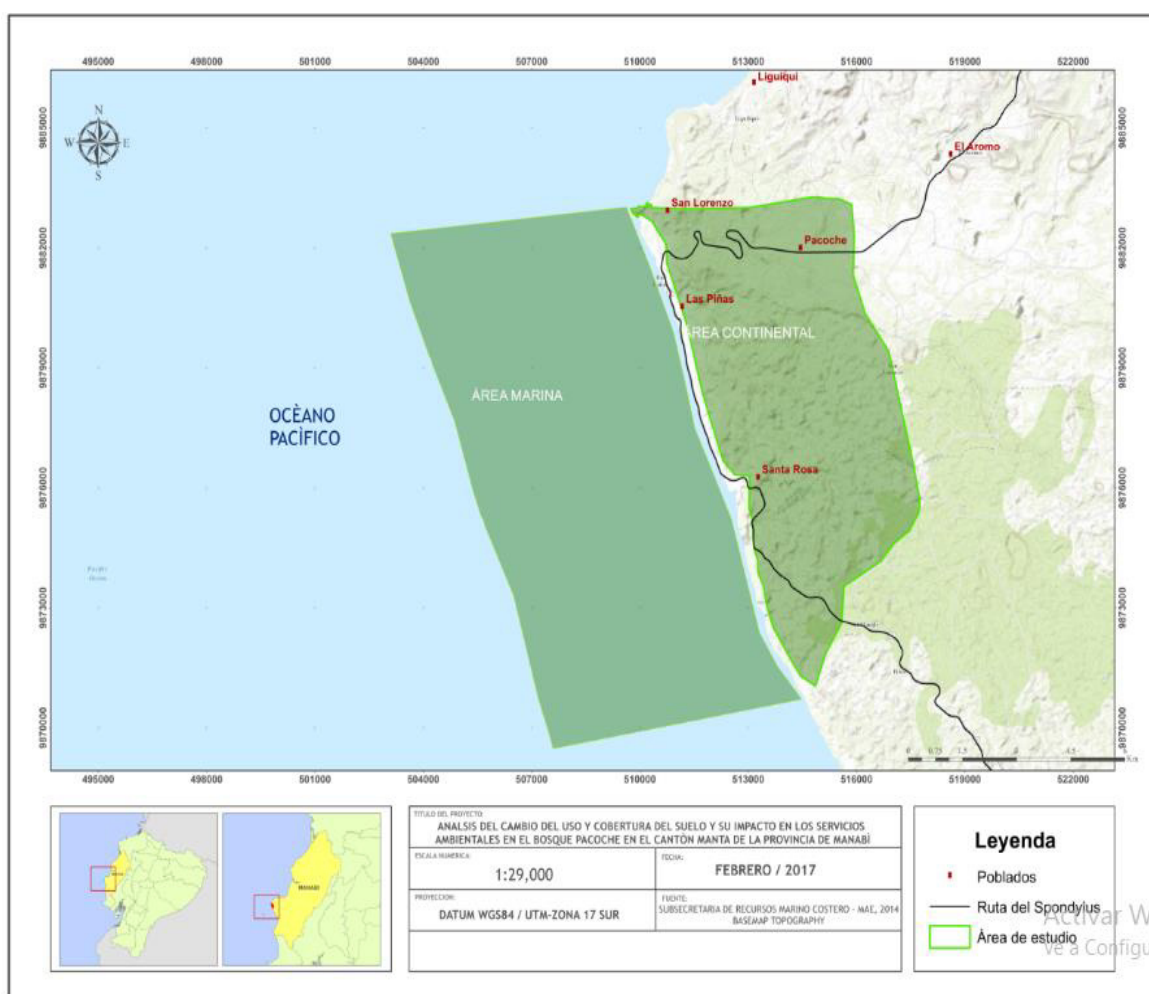
La Tabulación cruzada o tabla de contingencia es una técnica de análisis estadístico muy utilizado en las ciencias sociales, la cual tiene como función analizar la relación entre dos o más variables permitiéndole interpretar y leer los datos que se obtienen, y así determinar la relación entre las variables escogidas [44].

En cuanto a esta técnica también analiza variables cualitativas o cuantitativas de manera simultánea [45], donde el resultado de las frecuencias o número de casos se muestra en varias celdas, además este proceso se realiza de forma manual, mecánica o electrónica. [46].

III. METODOLOGÍA

Área de estudio

El Refugio de Vida Silvestre Marina Costera (RVSMC) Pacoche se localiza en la costa central del Ecuador, en la provincia de Manabí entre los cantones Manta y Montecristi, en la zona latitudinal con las siguientes coordenadas: Punto Noroccidental: $01^{\circ}03'33''S$ y $80^{\circ}54'40''W$. Punto Nororiental: $01^{\circ}03'25''S$ y $80^{\circ}51'28''W$. Punto Suroccidental: $01^{\circ}09'60''S$ y $80^{\circ}51'59''W$. Punto Suroriental: $01^{\circ}07'41''S$ y $80^{\circ}50'25''$ [47].



Mapa I. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche
Fuente: MAE [48].

La RVSMC Pacoche es reconocida por su gran diversidad de especies de flora y fauna, algunas de ellas endémicas y en peligro de extinción, lo que la convierte en un área protegida de alto valor de conservación. Además, su composición y formación geológica (lutitas, limonitas, arcillas, areniscas, aluviales y coluviales) conceden a este lugar una gran presencia de acuíferos [49], de igual manera su estructura orográfica (entre 100 a 200m de altitud) tiene influencia directa en las condiciones climáticas del lugar; con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación que no supera los 500 mm [48]. Estas características condicionan la presencia de los clima subtropical seco y tropical húmedo, lo que genera la formación de ecosistemas terrestres como el bosque siempreverde estacional o bosque húmedo y el bosque bajo con arbustales deciduos o bosque seco [50].

Por tal razón, el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) declaró en el año 2008 como parte del Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas a esta reserva natural, la cual fue categorizada como Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera, la misma que integra 13.545 hectáreas en total, de las cuales 5.045 ha., comprenden el bosque húmedo tropical y el bosque seco tropical, mientras que 8.500 ha., restantes corresponden al área marina costera [51]. Sin embargo, los continuos estudios de factibilidad técnica-jurídica permitieron aumentar los límites de la RVSMC Pacoche y para el año 2014 se reformó a 31. 517, 90 ha, donde el área marina abarca 26.468,21 ha y el área terrestre 5.049,69 ha [52].

Además, cabe recalcar que esta área protegida abarca parte del sector rural de la ciudad de Manta, asentados en el borde del perímetro costero, con una población de más de 8.924 personas (INEC, 2010), el cual representa el 3.94% del número de habitantes [53].

1. Cambio del Uso y Cobertura del Suelo

Para este trabajo se utilizó la base cartográfica de los mapas digitales de uso y cobertura del suelo del Ecuador continental, correspondiente a cuatro años: 1990, 2000, 2008 y 2013, [54], [55], [56]. Además del límite terrestre de la RVSMC Pacoche en formato digital [48]. Se delimitó la información de uso y cobertura del suelo del área de estudio, mediante herramientas de geoprocso para cada uno de los años mencionados.

Luego se realizó la estandarización de las clases de cobertura, esto como resultado de las distintas escalas que presentaron los años seleccionados, para lo cual en función del sistema de clasificación de uso y cobertura del suelo realizado por el instituciones del gobierno nacional [56], y en conjunto con las unidades del paisaje encontradas

(agricultura, ecosistema de bosque, zona poblada, arbustos), se llevó a cabo la homogeneización de las clases de coberturas para los periodos de estudio.

Posteriormente se procedió al análisis temporal y espacial de las categorías a través de la técnica de análisis “tabulación cruzada”, de modo que fue necesario transformar el mapa de formato vectorial a formato ráster y lograr obtener la superficie de cada cobertura con sus respectivas transformaciones, debido a lo cual se utilizó las herramientas de análisis espacial de ArcGIS versión de prueba 10.5 [57].

Por lo que se refiere a la tabulación cruzada (Tabla 1), esta consiste en el cruzamiento de dos años; los cuales se denominan tiempo 1 y tiempo 2, donde el tiempo 1 muestra las pérdidas de las categorías ordenadas en fila, mientras que el tiempo 2 muestra las ganancias de las categorías ordenadas en columna [58].

Tabla I. Ejemplo de matriz de tabulación cruzada para dos tiempos con pérdidas (P) y ganancias (G).

		<i>Cambio a</i>				Total tiempo 1	Pérdidas
		Cobertura terrestre tiempo 2					
		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4		
Cambio de Cobertura terrestre tiempo 1	Categoría 1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{1+}	$P_{1+} - P_{11}$
	Categoría 2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{2+}	$P_{2+} - P_{22}$
	Categoría 3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{3+}	$P_{3+} - P_{33}$
	Categoría 4	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{4+}	$P_{4+} - P_{44}$
	Total tiempo 2	P_{+1}	P_{+2}	P_{+3}	P_{+4}	l	
Ganancias		$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+4} - P_{44}$		

Fuente: [58].

En el tiempo 1 se registran las pérdidas (P) para cada categoría (i), obtenidas a través del análisis entre el tiempo 1 y tiempo 2, mediante la resta entre el total del tiempo 1 (P_{j+}) y la persistencia (P_{ij}) por lo que el resultado es la pérdida de superficie para cada categoría.

$$P = P_{j+} - P_{ij} \quad (1)$$

En el tiempo 2 se registran las ganancias (G) para cada categoría (j) obtenidas por el análisis entre el tiempo 1 y el tiempo 2; a través de la resta entre el total del tiempo 2

(P_{+j}) y la persistencia (P_{ij}) y la diferencia es la ganancia de superficie para cada categoría.

$$G = P_{+j} - P_{ij} \quad (2)$$

Una vez establecidas las pérdidas y las ganancias para cada categoría se pueden conocer los cambios. Es así que el cambio neto (CN), se logra a través de la resta entre la pérdida (P) y la ganancia (G) de cada categoría de la cual se obtiene como resultado un valor absoluto.

$$CN = |P - G| \quad (3)$$

Asimismo el cambio total (CT) se obtiene de la suma de las pérdidas y ganancias de cada categoría.

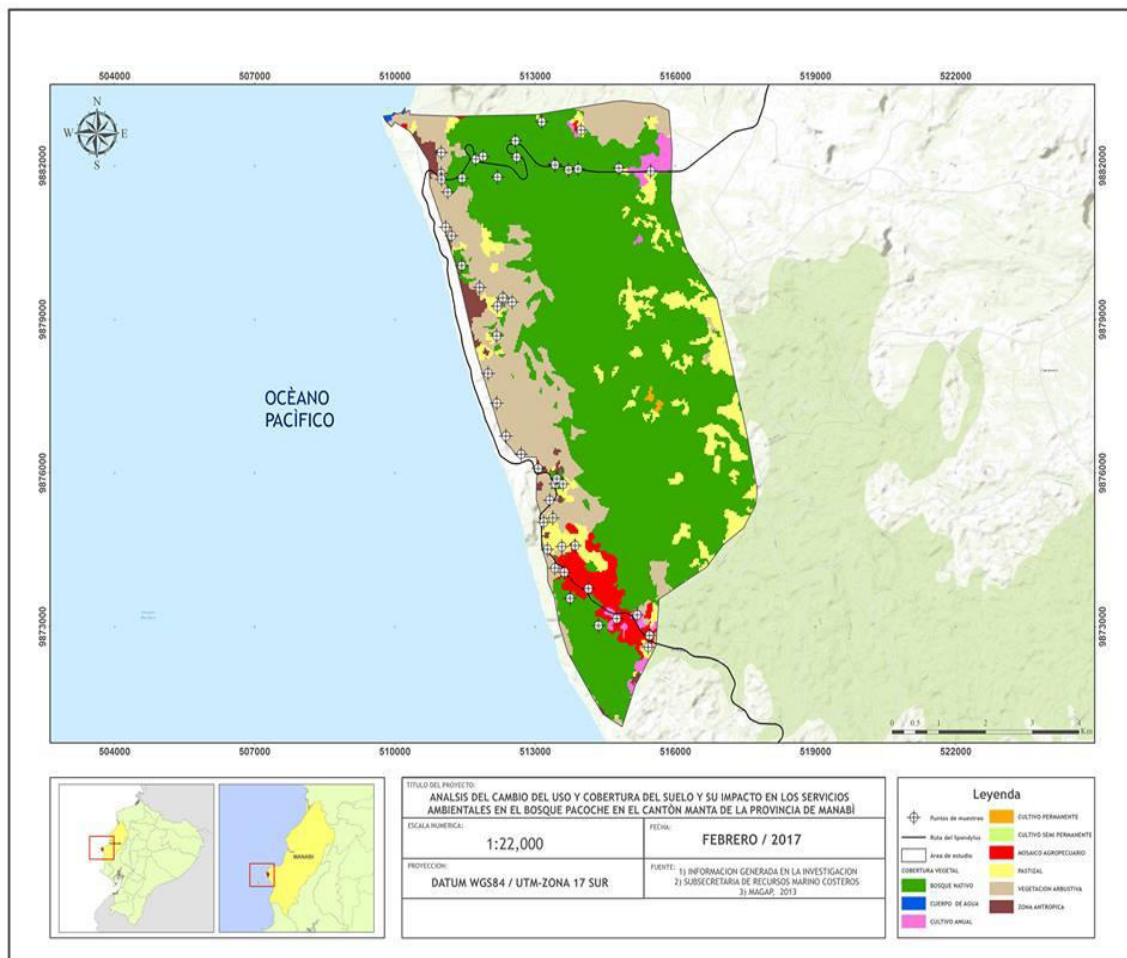
$$CT = P + G \quad (4)$$

Por último el intercambio (I) para cada categoría es el resultado que se tiene al restar el cambio total (CT) con el cambio neto (CN).

$$I = CN - CT \quad (5)$$

Para la validación se utilizó el corte cronológico del año 2013 (Mapa II), sobre el cual, a través de un entorno SIG se generaron treinta sitios distribuidos aleatoriamente en las coberturas productoras de los SA de provisión y de regulación, por lo que la zona antrópica se excluyó para este trabajo.

Con respecto a los sitios seleccionados, estuvieron distribuidos en tres zonas de la parte terrestre del área protegida: norte, este y oeste. Para el lado norte y este, los lugares fueron validados con el trabajo de campo, en base a una variable auxiliar como las vías de primer y segundo orden, por la facilidad de acceso; además, porque gran parte de las coberturas generadoras de los SA de provisión están localizadas al margen de estas vías. Asimismo, este trabajo empleó la técnica de la observación y de las fotografías tomadas a través de un vehículo aéreo no tripulado (UAV), dotado de una cámara digital de 12 megapíxeles 4k a 30 fps.



Mapa II. Corte cronológico del año 2013, sitios distribuidos aleatoriamente en las coberturas productoras de los SA de provisión y regulación.

En cuanto al lado oeste de la zona de estudio, las unidades del paisaje fueron validadas con recursos informáticos como el programa cartográfico Google Earth [59], dado que la estación lluviosa causó daños en las vías de secundarias dificultando el acceso hacia las coberturas. Para el análisis se emplearon imágenes satelitales, mediante las cuales con la superposición de las coberturas del año 2013 sobre el mapa digital de la reserva Pacoche del presente año, se pudo corroborar el cambio o la persistencia ocurrida en las clases de coberturas.

2. Inventario de los servicios ambientales (SA) de provisión y de regulación

2.1. Diseño de las encuestas

La elaboración del inventario de SA de provisión y de regulación comprendió aspectos socioeconómicos y ecológicos (ingresos económicos, agricultura, calidad ambiental), presentes en el área de estudio.

- a) *Enfoque metodológico*; se empleó una metodología cualitativa, ya que la zona de estudio al estar compuesta por áreas de bosque, poblados y agroecosistemas, presenta muchas características o cualidades a analizar [60].
- b) *Instrumento de estudio*; en base a la metodología establecida, se utilizó la encuesta como instrumento de estudio, la misma estuvo constituida por preguntas cerradas-dicotómicas y a la vez por observaciones que permitieron conocer la percepción de los habitantes sobre los SA [61]. Para la encuesta se tomó de referencia un trabajo, donde se evaluaron SA con instrumentos de investigación social (entrevista, grupo de discusión) en ecosistemas con similares características al de este trabajo de investigación [62].
- c) *Identificación de Variables*; en base a los recursos naturales que posee la reserva Pacoche y los habitantes que se benefician de los SA, se identificaron variables cualitativas además de sus indicadores [63], [64].
Las variables, en ese mismo sentido, contribuyeron a un análisis descriptivo y a la obtención del inventario preliminar de los SA de provisión y de regulación (Tabla II). Es así, que estas variables fueron seleccionadas en base a la actividad agropecuaria que es propia de las localidades rurales de la provincia y a la presencia del ecosistema de bosque (húmedo y seco) que caracterizan a esta reserva natural [48].

Tabla II. Tipos de variables e indicadores

	VARIABLE	INDICADOR
SA. de provisión	Cultivos agrícolas	Superficie
		Árboles frutales
		Frutas verduras y hortalizas
	Materias Primas de origen vegetal	Árboles maderables
		Fibras vegetales
	Animales para consumo	Domésticos
		Silvestres
Agua dulce	Fuentes naturales (pozos, ríos, acuíferos)	
	Localización	
SA. de regulación	Recurso hídrico	Calidad del agua
		Cantidad de Lluvias
		Abastecimiento
	Control natural	Uso de agroquímicos
		Lluvias, lloviznas
	Clima local	Temperaturas
Fertilidad del suelo	Rendimiento de la producción	
	Uso de fertilizantes químicos	

* Servicios Ambientales (SA)

2.2. Levantamiento de información

La información se recolectó en cinco localidades que se ubican en el interior y en las periferias del área protegida: San Lorenzo, Pacoche, Ligüiqui, Las Piñas y Santa Rosa, constituyendo además, el 3.94% de la población rural del cantón Manta [53]. El trabajo evaluó el conocimiento o la percepción de los habitantes de estas cinco localidades respecto al aprovechamiento de los recursos naturales de la parte terrestre de la reserva Pacoche; asimismo, el inventario se complementó y se validó científicamente con el documento oficial emitido por el Ministerio del Ambiente (MAE) sobre la RVSMC-Pacoche, en conjunto con fotografías aéreas tomadas a través del UAV.

Se procedió a encuestar a los habitantes, de las cinco localidades antes mencionadas para lo cual, se seleccionó por cada localidad diez personas al azar, conformando así una muestra de cincuenta personas en total, integrados por adultos mayores en un rango de edad de entre los 65 a 90 años [65]; el rango de edad se establece en base al vasto conocimiento que poseen estas personas del lugar y en especial de la actividad

agrícola, permitiendo de esta manera utilizar el muestreo no probabilístico que basado en el criterio de la experiencia ligado al de costumbres y tradiciones, cualidades y acontecimientos [66], contribuyeron a obtener información precisa y confiable acerca de los SA de provisión y de regulación que genera la zona terrestre del área protegida.

3. Análisis descriptivo de temperatura y precipitación

El análisis descriptivo comprendió el cálculo de la tendencia y del patrón estacional de las series históricas de temperatura y precipitación. Es así, que, para la tendencia de cada variable, como en el caso de la precipitación, el análisis se hace en función del acumulado de cada año y para la temperatura se realiza en base a la media anual. El patrón estacional de temperatura y precipitación se analizó haciendo uso de los valores mensuales de cada año.

El conjunto de datos de la serie histórica comprende para la precipitación los últimos cuarenta años (1975-2016) y para la temperatura más de treinta años (1981-2016) [67]. Esta información proviene de la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DAC), estación meteorológica Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro de la ciudad de Manta, coordenadas $0^{\circ}56'45''S$ $80^{\circ}40'43''O$, esta estación se encuentra dentro de los 20 km a la redonda de la RVSMC Pacoche.

En relación a los parámetros climáticos seleccionados, estos se fundamentan en el microclima o clima local de esta reserva natural, ya que tiene como particularidad la presencia de temperaturas frescas y lloviznas durante todo el año [48]. Además, por la relación directa e indirecta que tienen con los SA de provisión y, sobre todo, con los de regulación.

4. Análisis de los servicios ambientales afectados

Para el análisis de los SA afectados se utilizó del método de investigación “triangulación de datos”, el cual aplica y combina información de distinta naturaleza sea ésta de tipo temporal o espacial a través de métodos cualitativos y cuantitativos [68]. Es así, que este trabajo de investigación abarcó tanto la metodología cualitativa como cuantitativa para los objetivos establecidos; con el *análisis de cambio de uso y cobertura del suelo de la reserva Pacoche* se empleó un método cuantitativo, denotando la evolución de la cobertura de la reserva natural a través del tiempo; mientras que el inventario de los SA utilizó un método cualitativo para obtener

información en cinco localidades demostrando el espacio que ocupa este estudio; para finalmente el análisis estadístico de temperatura y precipitación requerir un método cuantitativo, que permitió proporcionar información a través del tiempo, por lo tanto, esta triangulación de datos correlacionó información de tiempo y espacio [69],[70].

Para este proceso, se obtuvo el reporte de forma independiente de cada metodología, para después, complementar a cada una; de este modo el informe del análisis de cambio de uso y cobertura del suelo se complementó con el informe del inventario de los SA de provisión y de regulación y con ello el análisis de temperatura y precipitación y viceversa, esto se llevó a cabo con el objetivo de fusionarlas y llegar a determinar la afectación de los SA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este trabajo de investigación se emplearon metodologías cuantitativas y cualitativas. Las metodologías cuantitativas, permitieron establecer el cambio de uso y cobertura del suelo de la reserva Pacoche correspondiente a tres periodos; asimismo contribuyó con el análisis descriptivo de temperatura y precipitación para determinar el respectivo cambio de cada variable climática analizada.

En cuanto a la metodología cualitativa, esta se utilizó para obtener el inventario de SA de provisión y de regulación por medio de las encuestas con información recogida de distintos poblados de la zona de estudio, para finalmente con la combinación de los resultados obtenida de cada una de las metodologías (triangulación de datos) identificar los SA afectados proporcionados por esta área protegida.

Por otro lado, las limitaciones se hicieron presente a la hora del trabajo de campo en la fase de validación del inventario de los SA y del análisis de uso y cobertura del suelo, pues la presencia de la estación lluviosa durante el proceso dificultó el acceso a la zona de estudio principalmente por las vías de segundo orden, teniendo que optar por otras medidas para continuar con la validación de esta investigación. Es así, que para el caso de los SA se utilizaron fotografías aéreas en distintos sitios generadores de SA y para tal caso, sólo se escogieron aquellos que estaban más próximos a la vía de primer orden. Por último para la validación de uso y cobertura del suelo, haciendo uso de la misma metodología y dada la dificultad de acceso a las vías de segundo orden, las clases de cobertura faltantes se validaron a través de Google Earth.

4.1. Evaluación de uso y cobertura del suelo

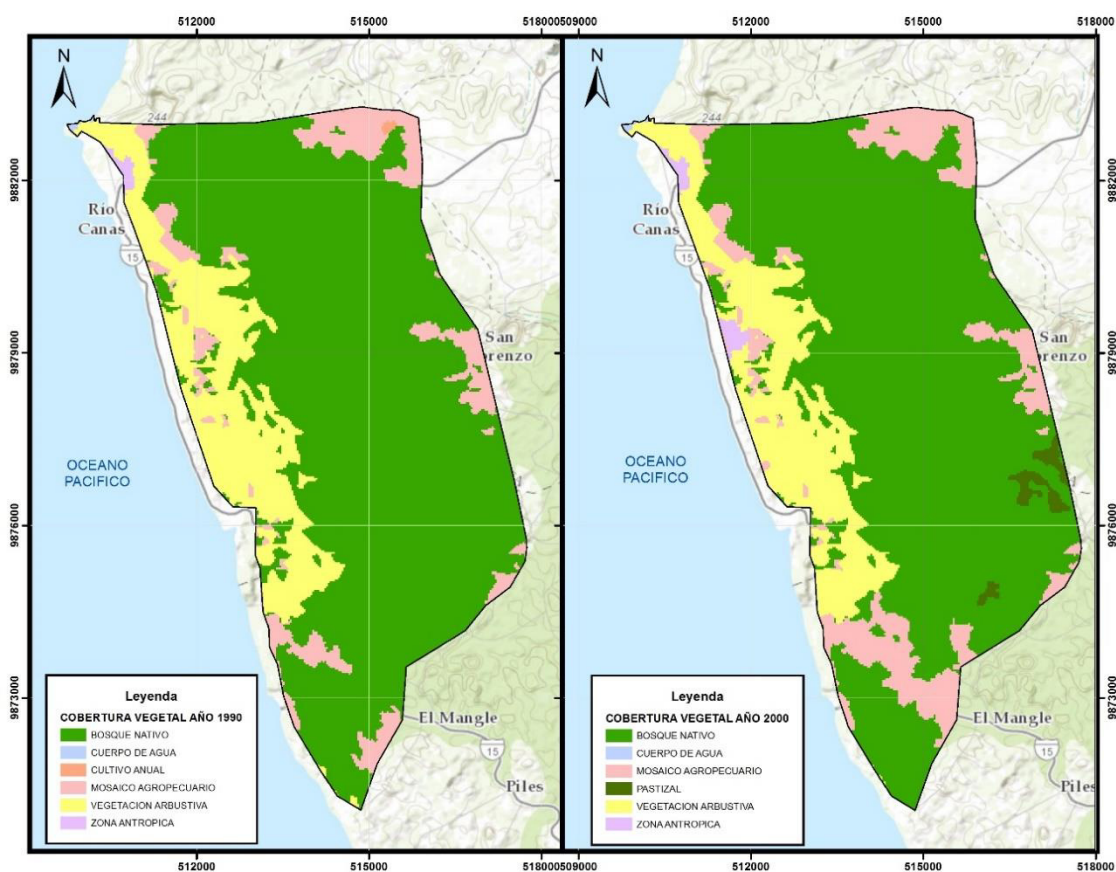
La evaluación de la dinámica del uso y cobertura del suelo de tres cortes cronológicos; 1990-2000; 2000-2008; 2008-2013, describió la distribución, el aumento y la disminución que presentaban las distintas clases de coberturas de la RVSMC Pacoche. En cuanto a la estandarización de la clasificación de uso y cobertura del suelo (Anexo 1), se utilizaron un total de nueve unidades del paisaje para este trabajo (Tabla III).

Tabla III. Clasificación de categorías de la zona de estudio RVSMC Pacoche correspondientes 1990-2000; 2000-2008; 2008-2013.

CATEGORÍAS	ABREVIACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bosque nativo	Bn	Localizado desde los 200 hasta los 450 m de altitud, comprende el bosque húmedo o siempreverde piemontano y el bosque seco semideciduo y deciuo, caracterizado por pendientes fuertes y árboles con más de 25 metros de alto.
Vegetación arbustiva	Va	Inicia desde la línea costera hasta una altitud que no sobrepasa los 200m. Está integrada por el matorral seco, seco litoral y el espinar litoral, el cual se caracteriza por una altura de hasta 6m.
Cuerpo de agua	Cag	Es el resultado de la composición montañosa donde se forman vertientes y cuencas hidrográficas, las cuales son drenadas en tres orientaciones; norte, oriente y finalmente descargan en el Océano Pacífico.
Cultivo Anual	Ca	Definido por su ciclo vegetativo estacional, y donde por tradición en esta zona se cultiva principalmente; maíz, frejol, sandía, camote, entre otros.
Mosaico Agropecuario	Ma	Conformada por la asociación de cultivos de distintos ciclos vegetativos que no pueden ser individualizadas; y cuya distribución en esta zona está dada por áreas muy pequeñas de aproximadamente 1ha.
Cultivo Semipermanente	Csm	Comprendido por un periodo vegetativo de entre uno y tres años. En esta área es característico las herbáceas como; el banano, plátano, yuca, piña y caña de azúcar.
Cultivo Permanente	Cp	Su ciclo vegetativo es superior a tres años; destacándose en la zona sembríos de café, paja toquilla, tagua, árboles frutales (cítricos) etc.
Zona Antrópica	Za	Constituido por poblados humanos e infraestructura; dentro de la RVSMC Pacoche se encuentran algunos sitios, comunas y parroquias, distribuidos en el perímetro del borde costero.
Pastizal	Pa	Compuestas por vegetación herbácea de la familia de las gramíneas y leguminosas utilizadas como alimento para el ganado bovino y caprino.

Fuente: MAGAP, MAE [71]

Para este primer análisis del periodo 1990-2000 (Mapa III), los resultados muestran que para el año 1990 el área de estudio tuvo una pérdida total de 5,77% que en términos absolutos se interpreta como 291,51 ha. Las clases de coberturas que presentaron mayor pérdida fue el Bn con el 4,59% (231,75 ha); transformándose en Va en el 0,16% (8,01 ha), en Ma en el 3,27% (164,87 ha), en Pa en 1,16% (58,50 ha) y en Za en 0,01% (0,27 ha) y conservando una persistencia de 69, 53% (Tabla IV).



Mapa III. Análisis de cobertura y uso del suelo del periodo 1990-2000

Tabla IV. Análisis del cambio de uso y cobertura del suelo periodo 1990-2000*, **

Año 1990	Año 2000							Total 1990	P (%)
	Bn (%)	Va (%)	Cag (%)	Ma (%)	Ca (%)	Za (%)	Pa (%)		
Bn	69,53	0,16	-	3,27	-	0,01	1,16	74,12	4,59
Va	0,08	15,76	-	0,08	-	0,40	-	16,33	0,56
Cag	-	-	0,05	-	-	-	-	0,05	-
Ma	0,53	-	-	8,58	-	-	-	9,11	0,53
Ca	0,01	-	-	0,07	-	-	-	0,09	0,09
Za	-	-	-	-	-	0,30	-	0,30	-
Pa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Total	100,00
Total 2000 (%)	70,16	15,92	0,05	12,00	-	0,71	1,16	100,00	5,77
G (%)	0,63	0,16	-	3,42	-	0,41	1,16	5,77	
C N (%)	3,96	0,40	-	2,89	0,09	0,41	1,16	8,92	
C T (%)	5,21	0,72	-	3,96	0,09	0,41	1,16	11,54	
I (%)	1,25	0,32	-	1,07	-	-	-	2,63	

* Bosque nativo (Bn); Vegetación arbustiva (Va); Cuerpo de agua (Cag); Mosaico agropecuario (Ma); Cultivo anual (Ca); Zona antrópica (Za); Pastizal (Pa).

** Pérdida (P); Ganancia (G); Cambio Neto (CN); Cambio total (CT); Intercambio (I).

La disminución de las clases coberturas del año 1990 determinaron las ganancias para el año 2000; de esta manera, las unidades del paisaje que aumentaron su área, fueron; Ma con el 3,42% (172,89 ha) abarcando el Bn con el 3,27% (164,97 ha), la Va con el 0,08% (4,23 ha), y el Ca con el 0,07% (3,69 ha). Asimismo, el Pa registró una ganancia del 1,16% (58,50 ha) reemplazando sólo al Bn por el mismo valor de su ganancia.

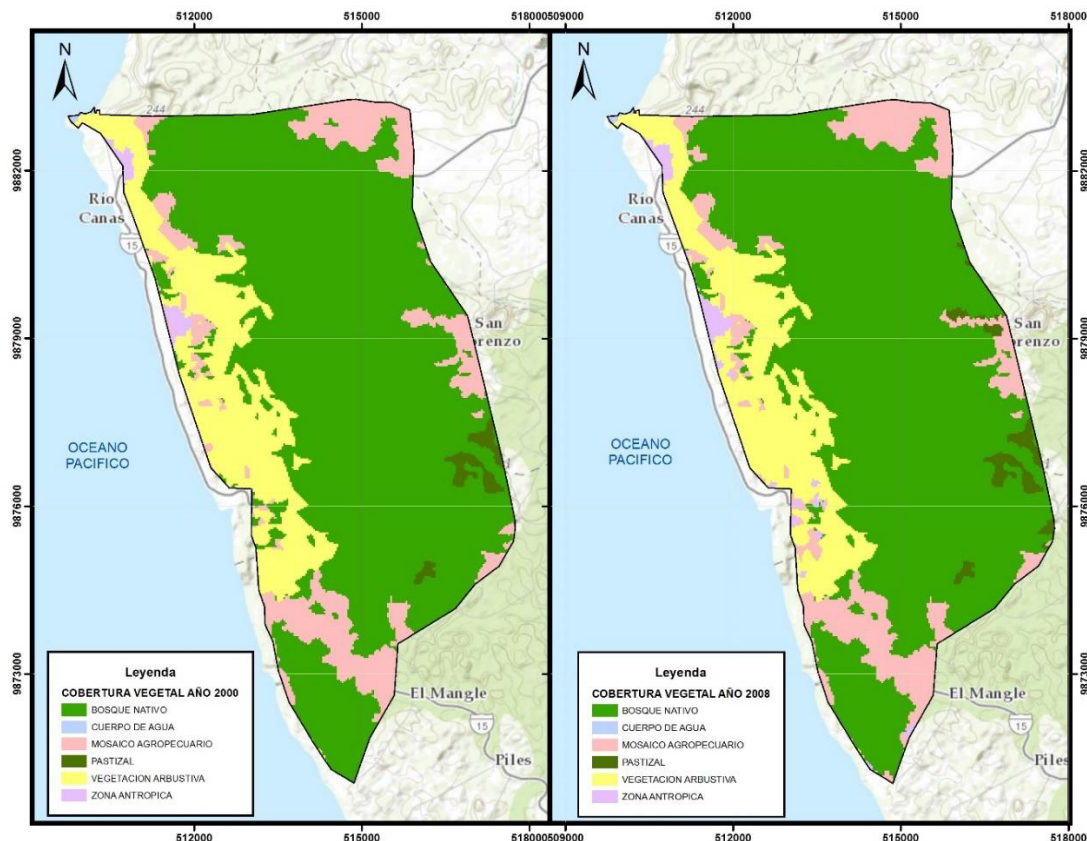
Por otro lado, este análisis proporcionó también el cambio total (CT) de la superficie, con una tasa del 11,54% correspondiente a 583,02 ha; donde las coberturas con mayor CT fueron; Bn con el 5,21% (263, 34 ha), Ma con el 3,96% (199,80 ha) y Pa con el 1,16% (58,50 ha). De la misma manera, el cambio neto (CN) del área de estudio registró un total del 8,92% lo que representa 450,00 ha; de ellas las unidades del paisaje con mayores porcentajes de CN fueron; Bn con el 3,96% (200,16 ha), Ma con el 2,89 (145,98 ha) y Pa con el 1,16% (58,50 ha). También, el intercambio (I) total de superficie resultó en un 2,63%, concerniente a 133,02 ha;

siendo el mayor valor de I en el Bn con el 1,25% (63,18 ha) y en el Ma con el 1,07% (53,82).

En este primer corte cronológico se registró una disminución considerable de la superficie del bosque nativo (Bn), especialmente por el aumento de las áreas de pastizal (Pa) y de mosaico agropecuario (Ma). Coincidiendo con otros análisis realizado en la reserva Pacoche [50]. Además, trabajos relacionados en la provincia de Manabí demuestran que la deforestación se debe principalmente al crecimiento de las áreas de asociación de cultivos [72]. Así mismo, países de la región evidencian una tendencia al incremento de las áreas de cultivos y también a las áreas de pastizal [73], [74]. Esta problemática es habitual en zonas rurales [75], [76], donde el desarrollo antropogénico influye en el crecimiento de la agricultura a pequeña escala [77], [78].

También cabe destacar, que al término de este periodo, en el año 1999 el Municipio del cantón Manta decreta la protección de las áreas de bosque de Pacoche [48], para que finalmente ocurra que, en el año 2008 el MAE reconozca a esta zona de estudio como parte del Sistema Nacional de áreas Protegidas del Ecuador; razón por la cual, los primeros años de este periodo se evidencia una tendencia al aumento de áreas agrícolas y ganaderas. Este hecho permite deducir que el incremento demográfico estuvo relacionado con el aumento de la actividad agropecuaria. De igual manera esta situación se ha venido presentando en países latinoamericanos [79].

Para el análisis del periodo 2000-2008, el año 2000 (Tabla V) reportó una pérdida total de la cobertura del 1,75% lo que concierne a 88,56 ha., donde las categorías que mayor pérdida presentaron (Mapa IV), se encontraron en; Bn con el 0,85% (42,93 ha), convirtiéndose en Ma con el 0,52% (26,28 ha), Za con el 0,30% (15,30 ha) y Pa con el 0,03% (1,35 ha), con una persistencia del 69,31% (3500,28 ha). A la vez el Ma reportó pérdidas del 0,56% (28,35 ha), transformándose en Va con el 0,05% (2,61 ha), en Za con el 0,07% (3,42 ha) y en Pa con el 0,44% (22,32) y con una persistencia de 11,44% (577,89 ha).



Mapa IV. Analisis de cobertura y uso del suelo del periodo 2000-2008

Las transformaciones de las unidades del paisaje en el año 2000 definieron las ganancias para el año 2008. De tal modo que las coberturas con mayores porcentajes, fueron; el Ma con el 0,63% (31,86 ha), el mismo avanzó sobre el Bn con el 0,52% (26,28 ha) y sobre la Va con el 0,11% (5,58 ha). De igual manera la Za registró ganancias del 0,60% (30,42 ha) sobre el Bn con el 0,30% (15,30 ha), la Va con el 0,23% (11,70 ha) y el Ma con el 0,07% (3,42 ha). Por último, el Pa evidenció un aumento del 0,47% (23,67 ha) reemplazando al Bn con el 0,03% (1,35 ha), y al Ma con el 0,44% (22,32 ha).

Para este periodo, el análisis también demostró el cambio total (CT) del área de estudio, con el 3,51% equivalente a 177,12 ha; de ello las clases de cobertura con el mayor CT fueron: el Ma con el 1,19% (60,21 ha) y el Bn con el 0,85% (42,93 ha). Igualmente, la superficie presentó un cambio neto (CN) total del 2,28% similar a 115,20 ha; por lo que las coberturas con el mayor CN fueron: el Bn con el 0,85% (42,93 ha), la Za con el 0,60% (30,42 ha) y el Pa con el 0,47% (23,67 ha).

Finalmente, el área demostró un intercambio (I) total del el 1,23% semejante a 61,92 ha, donde la cobertura con el mayor I fue el Ma con el 1,12% (56,70 ha) (Tabla V).

Tabla V. Tabulación cruzada periodo 2000-2008 *, **

Año 2000	Año 2008						Total 2000	P (%)
	Bn (%)	Va (%)	Cag (%)	Ma (%)	Za (%)	Pa (%)		
Bn	69,31	-	-	0,52	0,30	0,03	70,16	0,85
Va	-	15,58	-	0,11	0,23	-	15,92	0,34
Cag	-	-	0,05	-	-	-	0,05	-
Ma	-	0,05	-	11,44	0,07	0,44	12,00	0,56
Za	-	-	-	-	0,71	-	0,71	-
Pa	-	-	-	-	-	1,16	1,16	-
							Total	100,00
Total 2008 (%)	69,31	15,63	0,05	12,07	1,31	1,63	100,00	1,75
G (%)	-	0,05	-	0,63	0,60	0,47	1,75	
CN (%)	0,85	0,29	-	0,07	0,60	0,47	2,28	
CT (%)	0,85	0,39	-	1,19	0,60	0,47	3,51	
I (%)	-	0,10	-	1,12	-	-	1,23	

* Bosque nativo (Bn); Vegetación arbustiva (Va); Cuerpo de agua (Cag); Mosaico agropecuario (Ma); Zona antrópica (Za); Pastizal (Pa).

** Pérdida (P); Ganancia (G); Cambio Neto (CN); Cambio total (CT); Intercambio (I).

Para este corte cronológico la tendencia respecto al disminución y al avance de algunas clases de cobertura continua igual como en el primer periodo (1990-2000), es así que el Bn es la cobertura más degradada por la transformación de Ma y de Pa; sin embargo, para este periodo el aumento de la Za sobre el Bn se vuelve representativa en este análisis, convirtiéndose en otro factor que incide sobre la deforestación. También, cabe mencionar que el análisis reflejó una disminución considerable en la degradación del Bn comparada con el primer corte cronológico, lo cual permitió especular sobre la influencia que tiene la declaratoria de área protegida en las áreas de bosque de esta reserva natural.

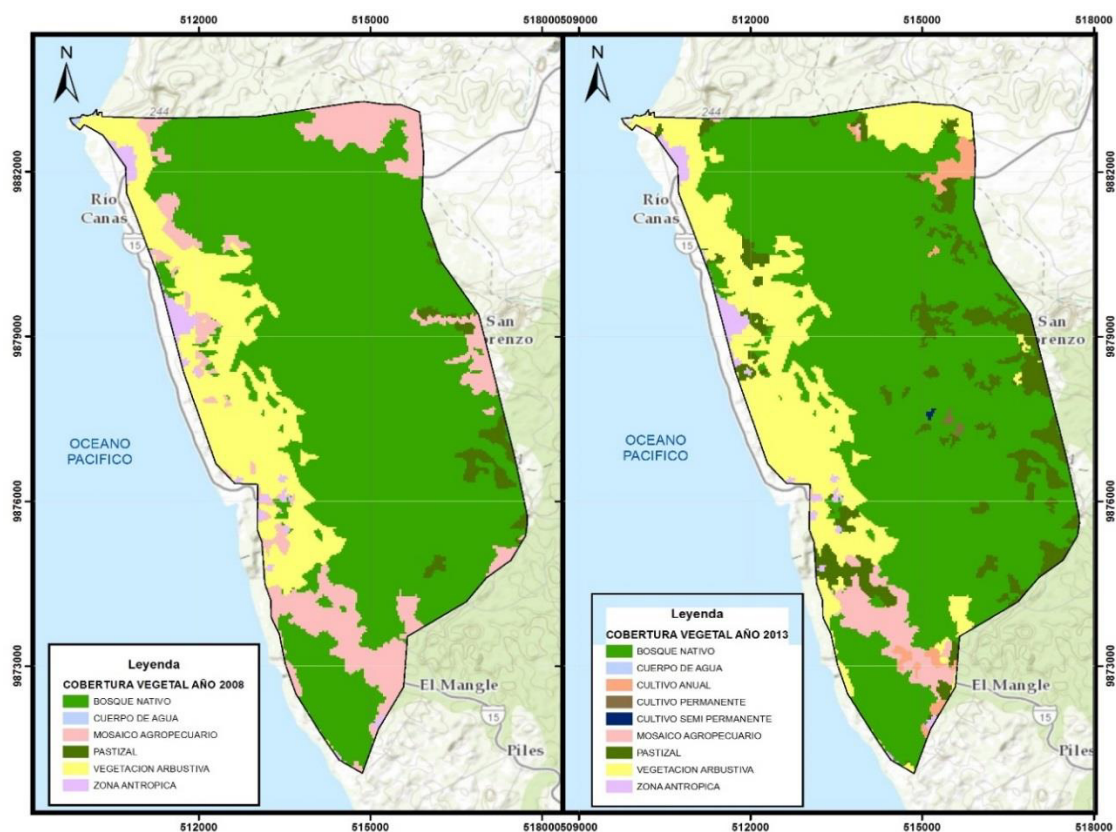
Por lo que se refiere a las unidades del paisaje con mayores pérdidas para este periodo de estudio, el Ma registró también una considerable pérdida de su área atribuida al aumento del Za y del Pa.

Acerca de las pérdidas de las superficies del Bn y del Ma que registran este periodo, es preciso recalcar que el Bn estuvo mayormente afectado por el Ma seguido de la Za; mientras que el Ma a pesar de su evidente aumento sobre el Bn, muestra pérdida de su cobertura principalmente por el Pa. Todo esto refleja la estrecha relación que existe entre el aumento demográfico y la actividad agropecuaria como resultado de la rentabilidad económica que genera esta actividad sobre todo por la ganadería, de esta manera ejerce presión en las áreas de bosques y en las coberturas agrícolas, panorama que también se muestra a nivel de Latinoamérica [80].

A su vez a nivel nacional la expansión agrícola es la mayor causa de la deforestación [81], mientras que en la provincia de Manabí diferentes estudios identificaron a la actividad antrópica y al aumento del cultivo del pastizal como los factores que inciden en la disminución de la cubierta de bosque y de las áreas agrícolas [82], [83].

Para este tercer y último periodo 2008-2013 (Mapa V), la cobertura de la reserva Pacoche registró en el año 2008 una pérdida total del 14,52%, lo que representó 733,32 ha., y de las unidades del paisaje con los más altos valores de pérdidas, fueron: el Ma con el 9,22% (465,66 ha); el cual fue reemplazado por el Bn con el 0,14% (7,29 ha), la Va con el 5,25% (265,05 ha), el Ca con el 1,19% (60,30 ha) y por el Pa con el 2,63% (133,02 ha) y con una persistencia del 2,85% (144,09 ha).

Asimismo, se evidenció una disminución considerable del Bn con el 3,72% (188,10 ha), convirtiéndose esta en Ma con el 0,19% (9,54 ha), en Ca con el 0,26% (12,96 ha), en Csm con el 0,04 % (1,98 ha), y en Pa con el 3,12% (157,59 ha) y con una persistencia del 65,59% (3312,18 ha).



Mapa V. Análisis de uso y cobertura del suelo, periodo 2008-2013

Todos estos cambios de coberturas iniciados en el año 2008 representaron las ganancias para el año 2013 (Tabla VI), donde las unidades del paisaje con mayor porcentaje de ganancia, fueron: el Pa con el 7,14% (360,36 ha) cubriendo al Bn con el 3,12% (157,79 ha), a la Va con el 1,38% (69,75 ha) y al Ma con el 2,63% (133,02 ha). Seguido, otra de las coberturas que registró ganancias fue la Va con el 5,25% (265,05 ha) el cual reemplazó al Ma con el mismo valor de porcentaje.

Este análisis cronológico (Tabla VI), también demostró para la zona de estudio un cambio total (CT) del 29,04% correspondiente a 1466,64 ha; siendo las clases de cobertura con mayor tasa de CT: el Ma con el 9,59% (484,20 ha), el Pa con el 7,14% (360,36 ha), y la Va con el 6,82% (344,61 ha). Además, se demostró el cambio neto (CN) total del área con el 24,88% representado por 1255,86 ha; de ello las coberturas con mayor porcentaje de CN, fueron: el Ma con el 8,85% (447,12 ha), y

el Pa con el 7,14% (360,36 ha). Finalmente, se registró el intercambio (I) total con el 4,16%, equivalente a 210,78 ha; de manera que la cobertura con mayor valor de I lo evidenció la Va con el 3,15% (159,12 ha).

Tabla VI. Tabulación cruzada periodo 2008-2013 *, **

Año 2008	Año 2013									Total 2008	P (%)	
	Bn (%)	Va (%)	Cag (%)	Ma (%)	Ca (%)	Csm (%)	Cp (%)	Za (%)	Pa (%)			
Bn	65,59	-	-	0,19	0,26	0,04	0,12	-	3,12	69,31	3,72	
Va	-	14,06	-	0,18	-	-	-	0,02	1,38	15,63	1,58	
Cag	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	0,05	-	
Ma	0,14	5,25	-	2,85	1,19	-	-	-	2,63	12,07	9,22	
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Csm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Za	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-	1,31	-	
Pa	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,63	-	
										Total	100,00	14,52
Total 2013 (%)	65,73	19,30	0,05	3,22	1,45	0,04	0,12	1,32	8,76	100,00		
G (%)	0,14	5,25	-	0,37	1,45	0,04	0,12	0,02	7,14	14,52		
CN (%)	3,58	3,67	-	8,85	1,45	0,04	0,12	0,02	7,14	24,88		
CT (%)	3,87	6,82	-	9,59	1,45	0,04	0,12	0,02	7,14	29,04		
I (%)	0,29	3,15	-	0,73	-	-	-	-	-	4,16		

* Bosque nativo (Bn); Vegetación arbustiva (Va); Cuerpo de agua (Cag); Mosaico agropecuario (Ma); Cultivo anual (Ca); Cultivo semipermanente (Csm); Cultivo permanente (Cp); Zona antrópica (Za); Pastizal (Pa).

** Pérdida (P); Ganancia (G); Cambio Neto (CN); Cambio total (CT); Intercambio (I).

En este último corte cronológico la tendencia a la disminución del Bn y del Ma se mantiene igual que en el periodo 2000-2008. Sin embargo, un cambio en la jerarquía de estas dos coberturas establece la diferencia, ya que el análisis de este periodo registró al Ma como la unidad del paisaje con mayor pérdida, seguido del Bn. Todo esto ocurre principalmente como consecuencia del aumento de las áreas de Pa y del Ca.

Con respecto al cambio en la jerarquía de las clases de cobertura, se deduce el efecto que tiene la creación del Plan de Manejo Refugio de Vida Silvestre Marino y Costera Pacoche 2009-2014 [48], en este periodo, ya que el área de bosque (Bn) a más de

presentar un menor porcentaje de pérdida comparado con el Ma, registra el restablecimiento de algunas de áreas de Bn y de Va sobre la superficie del Ma.

Por otro lado, el Bn presentó una disminución poco representativa a causa del Cp, con lo cual se deduce que está relacionado con las plantaciones de café de esta zona de estudio y que su incremento está influenciado por el “Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana” [84], con lo cual se demuestra que la transformación del Bn impacta los procesos climáticos así como también los aspectos socioeconómico, de esta manera estudios en países latinoamericanos lo ratifican [85].

En cuanto a la disminución de la superficie del Ma y del Bn, el análisis determinó que el mayor cambio es proporcionado por el cultivo de pasto, representando éste un problema socio-ambiental para esta área protegida: esta aseveración es ratificada en el plan de manejo de esta reserva natural [48]. También coincide con lo que ocurre a nivel de la provincia, sobre todo por la presencia de pastizales [86], confirmándose la misma problemática a nivel internacional y en países de América Latina [87], [88], esto como efecto de la rentabilidad económica que genera la actividad ganadera, provocando así la expansión de las áreas de pastizal [89].

4.2. Inventario de servicios ambientales de provisión y de regulación

4.2.1. Servicios ambientales de provisión

Los SA de provisión de esta zona de estudio están representados por productos alimenticios y no alimenticios que garantizan la subsistencia y la permanencia de sus habitantes; además, de la generación de ingresos económicos extras a las familias, y que de acuerdo a los cuestionarios (Anexo 2), estos servicios se producen a través de la actividad agrícola, la cría de animales domésticos, la caza de animales silvestres, de fuentes naturales de agua dulce y de fibras de origen vegetal.

a. Cultivos agrícolas

Los productos agrícolas reconocidos por los encuestados consisten en frutas, legumbres, hortalizas, cereales y tubérculos de distintos ciclos productivos (Tabla VII), de los cuales gran parte se cultivan en mayor proporción a excepción de la papaya, el pepino, la haba y el maní (Anexo 3, tabla 1).

Tabla VII. Inventario de cultivos agrícolas.

Ciclo productivo	Nombre común	Nombre científico
Anual	Camote	<i>Ipomoea batatas</i>
	Fréjol tumbes	<i>Phaseolus vulgaris</i>
	Haba	<i>Vicia faba</i>
	Maíz	<i>Zea mays</i>
	Melón	<i>Cucumis melo</i>
	Maní	<i>Arachis hypogaea</i>
	Papaya	<i>Carica papaya</i>
	Pepino	<i>Cucumis sativus</i>
	Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>
	Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>
Semipermanente	Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
	Guineo, banano	<i>Musa × paradisiaca</i>
	Piña	<i>Ananas comosus</i>
	Plátano, verde	<i>Musa × paradisiaca</i>
	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
Permanente	Aguacate	<i>Persea americana</i>
	Anona	<i>Annona squamosa</i>
	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>
	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
	Café arábigo (caturra)	<i>Coffea arabica</i>
	Guaba	<i>Inga edulis</i>
	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
	Limón sutil	<i>Citrus Aurantifolia</i>
	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
	Mamey Cartagena/ mamey serrano	<i>Mammea americana</i>
	Naranja criolla	<i>Citrus sinensis</i>
Toronja	<i>Citrus × paradisi</i>	

A su vez, la encuesta determinó que la mayoría de las unidades de producción agropecuarias (UPA) se localizan a una distancia bastante considerable desde el poblado, además entre las observaciones se confirma este hecho ya que gran parte de la actividad agrícola se realiza en la parte alta (más 200msnm), del área protegida al ser un lugar idóneo para el desarrollo de los cultivos, sobre todo por los de ciclo permanente.

Asimismo, los encuestados alegaron que la agricultura que se practica es de tipo familiar o de subsistencia, cultivándose en épocas de lluvias para lo cual también se

emplea la parte baja (menor a 200 msnm y menor) de la zona de estudio, especialmente para cultivar los de ciclo corto [48], pues la finalidad es la producción de alimentos para la canasta básica, mano de obra familiar, diversidad de productos y traslado de conocimientos ancestrales, coincidiendo con el panorama característico de la provincia de Manabí [86], [90].

Además, el cuestionario determinó que la producción agrícola es destinada para el autoconsumo y que el excedente de la misma se destina a la venta, asimismo, las observaciones determinaron que solo la producción de café se destina a la venta, hecho que se corrobora en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT) del GAD parroquial Santa Marianita, localidad aledaña a la zona de estudio [91].

En cuanto a las superficies destinadas para la actividad agrícola, la encuesta estableció que las UPA no sobrepasan la hectárea. En el mismo contexto, las observaciones indicaron que las únicas UPA que sobrepasan la hectárea son las plantaciones del cultivo de café (Anexo 8), además, hay que mencionar que las superficies de estas dos UPA se implementa los sistemas de producción, mixta o policultivo y Sistema Agroforestal (SAF) [48], lo cual concuerda con la información establecida en el PDOT cantonal [53].

Asimismo, entre las observaciones de los encuestados, cabe destacar al maíz como el producto más predominante del lugar, ya que durante todo el año se obtiene producción gracias a las lloviznas que se presentan una vez culminada la época de lluvias, aprovechando para su respectiva siembra sólo la parte baja (menor a 200 msnm) perteneciente a la zona árida de esta reserva natural, esto como efecto de la adaptabilidad del cultivo de maíz a las distintas condiciones edafoclimáticas a la que puede ser sometida, de esta manera le confiere la importancia que incluso es reconocida nivel mundial [92].

Sin embargo, los encuestados también manifestaron que desde hace algunos años las lloviznas han comenzado a disminuir paulatinamente, ocasionando que cada vez se cultive menos este cereal. En contraste, a nivel nacional el gobierno promovió la aplicación de paquetes tecnológicos de alto rendimiento (semilla híbrida, fertilizantes edáficos y agroquímicos) en la provincia, por lo cual se triplicó la producción de maíz [92].

Por otro lado, en las observaciones se destaca la importancia del cultivo del café por el beneficio económico que brinda a las familias a través de la venta de su producción, esto como efecto de la rentabilidad económica que caracteriza a este cultivo [93]. A pesar esto, los encuestados también declararon que hace algunos

años atrás los cultivos de café fueron abandonados, como resultado de los bajos precios, la decreciente productividad, la edad de avanzada de los cafetos, problemas fitosanitarios (broca, roya), y por las pérdidas de la producción y cultivos que ocasionó el fenómeno de El Niño de la década de los 90, lo cual ha sido confirmado por informes de asociaciones de exportadores del café [94]. Como respuesta a esta problemática el programa nacional “Proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana” [84] incentivó a la renovación de los cafetales, con lo cual las plantaciones retoman su importancia económica, social y ambiental [95].

Al mismo tiempo, los encuestados informaron que la producción agrícola en general presenta un descenso en su rendimiento desde hace algunos años atrás, como consecuencia de la disminución de las precipitaciones y lloviznas, lo que ha ocasionado que la actividad agrícola sea sustituida por otra actividad más rentable como la pesca artesanal: problemática que es ratificada en el PDOT de la parroquia colindante a la zona de estudio [96].

En cuanto, al impacto en el rendimiento agrícola, trabajos en países de la región coinciden con este panorama [97], [98], [99], [100], el cual es atribuido a la deforestación, como producto de las actividades antropogénicas que implican el uso de combustibles fósiles, a su vez éstos afectan a la atmósfera provocando el calentamiento global y por ende al cambio climático [101].

b. Alimentos de origen animal

Los alimentos de origen animal utilizados por los pobladores incluyen animales domésticos de corral y animales silvestres. En base al cuestionario que considera a los animales que más se consumen, se determinó para el caso de los animales de corral, un mayor consumo de cerdos, chivos y gallinas y en menor medida patos y vacas, los cuales se crían en los linderos de las residencias.

Con respecto a los animales silvestres, los más empleados para la alimentación son el venado, la guanta, la guacharaca, el guatuso, y el armadillo; mientras que en menor proporción está la pava de monte, la perdiz y el saíno (Anexo 3, tabla 2), siendo considerado su hábitat el ecosistema de bosque (Tabla VIII) [91].

Tabla VIII. Inventario de alimentos de origen animal

Animales	Nombre común	Nombre científico
Domésticos de corral	Cerdo	<i>Sus scrofa domesticus</i>
	Chivo	<i>Capra aegagrus hircus</i>
	Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>
	Pato	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>
	Vaca	<i>Bos taurus</i>
Silvestres	Armadillo	<i>Dasypodidae</i>
	Guanta	<i>Cuniculus paca</i>
	Guacharaca	<i>Ortalis</i>
	Guatuso	<i>Dasyprocta punctata</i>
	Pava de monte	<i>Penelope purpurascens</i>
	Perdiz	<i>Geotrygon montana</i>
	Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>

Por lo que se refiere a la animales silvestres, las observaciones establecen que actualmente la caza de estos animales está totalmente prohibida por razones de conservación al encontrarse en una zona protegida. Además, los encuestados informaron que en el pasado estos animales eran abundantes y que debido a la sequía de los ríos, originada por la disminución en las precipitaciones, los animales han tenido que emigrar fuera del área protegida en busca del líquido vital. De esta manera los estudios en países de la región concuerdan acerca de la sequía y su impacto sobre la fauna silvestre [102], esto como consecuencia del cambio climático que ha repercutido principalmente en el ciclo hidrológico [103].

Acerca de la permanencia de los animales silvestres, otra de las observaciones que cabe mencionar la destrucción de su hábitat, producto de la construcción de la obra estatal “Refinería del Pacífico RDP”, y, que a pesar de estar fuera del ecosistema de bosque de la reserva natural, los encuestados atribuyen a esta construcción la disminución de la fauna silvestre, ya que allí habitaban muchos de los animales de la reserva Pacoche. En contraste, el gobierno nacional realizó la evaluación de los impactos ambientales de esta obra de gran magnitud, garantizando la protección de las áreas protegidas aledañas y sobre todo de la reserva Pacoche [104], pero, posiblemente no consideraron la variable identificada a través de las encuestas.

c. Materias primas vegetales.

Las materias primas vegetales (Tabla IX) representan los SA de provisión no alimentaria y de acuerdo al cuestionario estos se clasifican en árboles maderables y fibras vegetales, que basados en la percepción de los encuestados, se establece una mayor presencia de árboles maderables como: el caoba, el cedro, el laurel, el pechiche, el higuerón y el mangle; mientras que en menor cantidad están el guayacán, el jigua, el cativo y el arrayán. Por último, las fibras vegetales se presentan de forma total en la zona de estudio (Anexo 3, tabla 3).

Tabla IX. Inventario de materias primas vegetales.

	Nombre común	Nombre científico
Árboles maderables	Arrayán	<i>Erythroxylum glaucum</i> O. E. Schulz
	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
	Cativo	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth
	Cedro	<i>Ocotea stenura</i> Mez
	Guayacán	<i>Tabebuia Chrysantha</i>
	Higuerón / mata palo	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth
	Jigua	<i>Nectandra reticulata</i>
	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
	Mangle	<i>Myrsine</i> sp.
	Pechiche	<i>Vitex gigantea</i> Kunth
Fibras	Caña guadua	<i>Guadua angustifolia</i>
	Hojas de cade (Palma de cade)	<i>Phytelephas aequatorialis</i>
	Madera para leña	
	Paja toquilla	<i>Carludovica palmata</i>
	Tagua (Palma de cade)	<i>Phytelephas aequatorialis</i>

Por otro lado, entre las observaciones se destaca la importancia de las materias primas vegetales, como la paja toquilla y la tagua, ya que estas fibras son destinadas a la venta como materia prima o como productos artesanales generando ingresos económicos extras a las familias del lugar. Esto demuestra la estrecha relación entre el desarrollo y la diversidad de recursos naturales que sustentan a los sectores rurales del país [105], de la misma manera se convierte en el reflejo de lo que ocurre en países de la región [106].

Asimismo, los encuestados agregaron que en los últimos años la generación de estos productos artesanales y materias primas se ha reducido en comparación con años anteriores, como efecto de la baja producción de la paja toquilla y la tagua, impactando notablemente los ingresos económicos que producía estas fibras vegetales.

Asimismo, se menciona que los árboles maderables, la caña guadua y las hojas de cade son utilizados como materiales para la construcción de viviendas, a pesar de esto, en la actualidad su aprovechamiento se ha visto interferido por razones de conservación pues la zona de estudio forma parte del Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, razón por la cual el empleo de árboles maderables está totalmente prohibido y la utilización de la caña guadua es limitada requiriendo de una previa autorización del delegado del MAE. Es así que los pobladores han preferido adquirir la caña guadua fuera de la zona de estudio.

En cuanto a la madera para leña, esta es utilizada para cocinar, pero a través del tiempo ha sido reemplazado por las cocinas convencionales a gas, a pesar de esto, las personas manifestaron mantener todavía la costumbre de cocinar con leña, pues el uso doméstico de la leña es una característica de las zonas rurales, en efecto esta biomasa constituye la fuente primaria de energía para los países latinoamericanos [107].

d. Recursos hídricos: Agua dulce

El recurso hídrico que provee la reserva Pacoche según la percepción de los encuestados se obtiene a través de fuentes naturales como pozos, ríos y manantiales o vertientes de montaña (Anexo 3, tabla 4), a la vez el cuestionario determinó que estas fuentes naturales se encuentran bien abastecidas, por último estableció que entre los poblados y las fuentes existe una distancia bastante considerable.

En relación a las fuentes naturales (Tabla X), la zona de estudio está conformada por acuíferos subterráneos y un sistema hidrográfico compuesto por más de diez

microcuencas. A su vez, la orografía característica del lugar separa los drenajes en distintas direcciones hasta descargar al océano Pacífico [48].

- *Vertiente Norte*; río Pacoche y río Ligüiqui.
- *Vertiente Oeste*; río San Lorenzo, Cañas, Piñas, Punta colorada, Santa Rosa, La canoa, El mangle.
- *Vertiente Este*; estero Agua fría, río de Cañas, río Los Napos.

Tabla X. Inventario de recursos hídricos: vertientes, microcuencas.

Ubicación	Microcuenca	Perímetro (Km)
Vertiente Norte	Río Pacoche	11,60
	Río Ligüiqui	13,63
Vertiente Oeste	Río San Lorenzo	9,53
	Cañas	8,36
	Piñas	8,12
	Punta colorada	3,56
	Santa Rosa	8,43
	La Canoa	12,78
	El Mangle	9,23
Vertiente Este	Esteros Agua Fría	22,02
	Río de Cañas	30,75
	Río Los Napos	31,33

Fuente: [48].

En cuanto a la ubicación de los acuíferos subterráneos, estos representan un impedimento para el fácil acceso, es así que las observaciones resaltan la construcción de una estructura para el almacenamiento del agua, la cual es captada y conducida a través de un sistema de redes de tuberías hacia las localidades; además los encuestados mencionan que este recurso hídrico es manejado de manera sustentable por un comité comunitario, en efecto esto es una característica de los sectores rurales del país y de otras naciones latinoamericanas [108], [109].

Además, los encuestados informaron que actualmente el aprovisionamiento de agua es realizado por la empresa pública de aguas de Manta (EPAM), por lo que se ha prescindido del servicio que brindan las fuentes naturales; sin embargo, mencionaron que el flujo del agua subterránea está disminuyendo comparado con años anteriores, pues esto permite deducir que el agotamiento de este recurso natural representara a futuro una eminente escasez, hecho que se corrobora con

trabajos a nivel internacional, donde esta problemática es atribuida al aumento demográfico, el crecimiento agroexportador y sobre todo el cambio climático [110].

Pues el crecimiento poblacional significa una mayor demanda de alimentos, por consiguiente un incremento de las áreas agrícolas sobre las superficies de bosque, contribuyendo así al calentamiento global y por ende a la alteración del clima [111].

4.2.2. SA de Regulación

Los SA de regulación de la reserva Pacoche se establecen por el entorno ecológico y a través de la percepción de los encuestados se reconocen los servicios reguladores o controladores de los recursos hídricos, del equilibrio entre enemigos naturales y plagas, del clima local, y de la fertilidad del suelo (Tabla XI).

Tabla XI. Inventario de SA de regulación.

Servicio de Regulación	Subtipo de servicio
Clima local / Microclima	Lluvias
	Lloviznas
	Temperaturas
	Calidad del aire
Recurso Hídrico	Abastecimiento de acuíferos y ríos
	Ciclo hidrológico
	Calidad: purificación de fuentes naturales
Control Natural	Equilibrio entre enemigos naturales y plagas
Fertilidad del suelo	Composición física del suelo
	Composición química del suelo

a. Clima local o Microclima

En la Reserva Pacoche se confirma la presencia del servicio de regulación del clima local o microclima, ya que el cuestionario a través del indicador: calidad del clima local (Anexo 12), estableció que este se encuentra en óptimas condiciones, complementándose con las observaciones, donde los encuestados califican al microclima de este lugar como un “clima frío y saludable”.

En cuanto a la observación sobre el “clima frío y saludable”, se argumenta en el caso del calificativo frío que está se debe a la interacción entre las lloviznas constantes y las temperaturas frescas de esta zona de estudio [48]. En efecto estos dos elementos definen al clima local y regional, permitiendo además a través de sus fluctuaciones determinar el régimen de las demás variables meteorológicas (insolación, nubosidad, evaporación, humedad del aire, y presión atmosférica), por tal razón, países de la región centran sus investigaciones en estas dos variables climáticas [112], [113], [114]. Finalmente, respecto al calificativo saludable que también se le da al clima local de esta zona de estudio, se deduce que está vinculado con la calidad del aire que es proporcionado por el proceso fotosintético de las plantas al absorber GEI como el CO₂ e intercambiándolo por oxígeno puro, [115], [116], [27].

Es así, que el servicio de regulación del clima local se relaciona y se determina por la calidad del mismo, además este servicio es atribuido a la presencia de la flora de esta reserva natural en especial al ecosistema de bosque húmedo y demás factores ecológicos (orografía, corrientes marinas), pues estos inciden principalmente en la precipitación y la temperatura, de esta manera trabajos en Latinoamérica confirman que la conservación del servicio de regulación del microclima, está directamente relacionado con los ecosistemas de bosque [117], [118], [119], [120],

b. Recurso Hídrico

El servicio de regulación, fue reconocido cuestionando la calidad del agua y la normalidad en el régimen de lluvias (Anexo 13). De esta manera, los encuestados establecieron para el primer caso, que el líquido vital proporcionado por esta reserva natural posee óptimas condiciones de calidad; mientras, que para el segundo caso los encuestados determinaron una escasez de lluvias.

Por lo que se refiere a las observaciones, estas mencionaron con relación a la calidad del agua proveniente de las fuentes naturales, que ésta es consumida sin

necesidad de pasar por métodos caseros de purificación, ya que su inocuidad ha sido ratificada por análisis de laboratorio, por tal razón, lo encuestados califican el agua de esta zona de estudio como de “excelente calidad”. En efecto esto coincide con investigaciones sobre el calificativo, el cual es empleado para la clasificación de la calidad del agua que es apta para el consumo humano [121].

Pues cabe recalcar, que el servicio de regulación de la calidad del agua se conserva debido a la presencia del ecosistema de bosque, pues su masa forestal tiene como función proteger al suelo de la acción erosiva de la lluvia, lo cual reduce los sedimentos en las masas de agua; asimismo, la hojarasca producida por los árboles y el sotobosque (arbustos) filtran los contaminantes del agua de lluvia, incluso estudios de organismos internacionales respaldan la relación de los bosques con la calidad del agua [122]. También, países de la región resaltan el servicio de regulación de la calidad de las aguas subterráneas que brindan los bosques tropicales [123].

Con relación a las observaciones, los encuestados también mencionaron acerca de la estrecha relación que hay entre el abastecimiento de agua con las épocas de lluvia, pues esto se debe fundamentalmente a las características físicas del suelo (arcilla y arena) de esta zona de estudio que permiten recargar, almacenar y liberar el agua regularmente de acuerdo a la precipitaciones [48]. Lo cual es corroborado con trabajos en países latinoamericanos, donde se destaca la dependencia de los patrones de lluvia y las características del suelo [29].

De esta manera, cabe agregar entre las observaciones, la disminución de las precipitaciones que han originado la sequía de algunos afluentes y el descenso en el flujo de agua de los acuíferos de esta reserva natural, lo que significa que este servicio de regulación se encuentra en un estado de conservación deplorable. Pues de acuerdo a la percepción de los encuestados el deterioro de este servicio de regulación tiene sus inicios en la década de los 90 con la construcción de la vía de primer orden que conecta a las provincias Península de Santa Elena y Esmeraldas sobre el ecosistema de bosque de esta zona de estudio; además, el problema se acrecentó aún más por la reciente construcción de la refinería del Pacífico la cual está próxima a la reserva Pacoche.

Efectivamente estudios corroboran la importancia de la masa forestal en la distribución y retención del agua sobre el suelo; así como también de la producción en cuanto al volumen de lluvia [124], [122]. De igual modo, se destaca el impacto en el ciclo del agua por la degradación de los ecosistemas de bosque como consecuencia de la construcción de obras de gran trascendencia [125], como las

carreteras principales que son fundamentales para unir los pueblos a través de un sistema de transporte [126].

c. Control natural

En la reserva natural se identificó en función de la actividad agrícola el servicio de regulación o control natural, pues a través de los cuestionarios se estableció que la utilización de agroquímicos para controlar enfermedades o plagas es poco frecuente (Anexo 14).

También, a esto se suma las observaciones que complementa lo percibido por los encuestados, declarando que el uso de pesticidas químicos es innecesario puesto que los daños causados en los cultivos por agentes patógenos son poco significativos para la calidad y el rendimiento de la producción. Esto denota un equilibrio entre la comunidad de la fauna auxiliar (parasitoides, depredadores, insectos, etc.) y de las plagas que integran e interactúan en los agroecosistemas.

Es así, que el servicio de regulación o control natural revela el buen estado de conservación, el cual es atribuido a la práctica agrícola de esta zona de estudio que implementa sistemas de producción agroecológicos (policultivos y SAF) [48], pues estos sistemas al emplear una diversidad de cultivos de diversos ciclos de producción protege a través del aumento y la permanencia el hábitat de los enemigos naturales [127], especialmente los cultivos de ciclo perenne al representa menor grado perturbación, pues esta protección de su hábitat repercute directamente en la cantidad, diversidad y eficacia de estos organismos benéficos, dando como resultado la conservación del servicio de regulación o control natural. Por lo tanto, en el contexto agroecológico, trabajos a nivel internacional toman como base el control natural para las acciones de conservación de la entomofauna benéfica [128], [129].

Además, cabe mencionar que otro de los elementos ecológicos que aporta con la conservación del servicio de regulación relacionado con el hábitat es el ecosistema de bosque, ya que la mayoría de las especies que controlan las plagas prefieren su hábitat en lugares con grandes dimensiones para mantener la población y la diversidad de agentes benéficos. De hecho trabajos en países latinoamericanos lo confirman, incluso consideran la distancia entre las tierras cultivadas y el ecosistema de bosque como un factor para el cuidado de la diversidad de los organismos controladores [27].

d. Fertilidad del suelo

Por la actividad agrícola que tradicionalmente se practica en esta zona de estudio, indicadores como el uso de fertilizantes y el rendimiento de la producción sirvieron para identificar a través del cuestionario el servicio de regulación de la fertilidad del suelo, pues según la percepción de la mayoría de los encuestados el empleo de fertilizantes químicos es innecesario (Anexo 15); mientras que el rendimiento de la producción es percibida como satisfactoria, lo cual demuestra que el servicio de regulación se encuentra activo.

Respecto a la conservación de este servicio regulador, se especula que gracias a los sistemas agrícolas sustentables (policultivo y SAF) [48], y el ecosistema de bosque de esta reserva natural, se ha podido controlar la erosión del suelo a la vez mantener la fertilidad del mismo, pues la hojarasca minimiza el impacto erosivo de ciertos factores ambientales (lluvia, rayos solares) [130]; al mismo tiempo esta se transforma en materia orgánica (mantillo), permitiendo mantener las características físicas (estructura, porosidad, color, permeabilidad, profundidad y drenaje) y químicas (macro y micronutrientes) del suelo. En efecto, todo esto concuerda con trabajos realizados en países de la región sobre los beneficios que brinda los agroecosistemas y las áreas de bosque para la fertilidad del suelo [131], [132], [133].

A pesar de todo esto, hay que mencionar las amenazas que ponen en riesgo la fertilidad del suelo de esta zona de estudio, como lo son las prácticas culturales agrícolas donde se emplea la quema de residuos vegetales (cosecha y malezas) [48], lo cual provoca la inestabilidad de los macro y micronutrientes del suelo que proporcionan la fertilidad del mismo, por lo que trabajos en Latinoamérica confirman el peligro de las prácticas culturales para la composición química del suelo [134], [135].

4.3. Análisis estadístico de precipitación y temperatura

El análisis estadístico descriptivo de las variables climáticas de temperatura y precipitación correspondiente a una escala mensual y anual, develó un comportamiento constante de los patrones estacionales de la precipitación; asimismo, de la temperatura mínima y de la temperatura máxima. Además, la línea de tendencia demostró, para la precipitación una tendencia a la disminución, mientras que la temperatura mínima y máxima evidenció una tendencia al incremento.

4.3.1. Análisis descriptivo de precipitación, serie histórica (1975-2016)

El análisis descriptivo de precipitación se realizó con el acumulado de cada año de la serie histórica, de esta manera se obtuvo una precipitación media anual de 379,56 mm, precipitación mínima de 53,70 mm y precipitación máxima de 1781,80 mm.

El análisis mensual de precipitación permitió determinar el patrón estacional (Figura 3), de la serie histórica, el cual comprendió desde diciembre hasta abril [136], registrando un comportamiento constante de las precipitaciones a través de los años, donde los meses con mayor precipitación fueron enero, febrero y marzo. Por otro lado, este análisis de la serie histórica presentó valores máximos dentro y fuera de la estación lluviosa: noviembre, diciembre, enero, febrero, abril, mayo, junio y julio con una precipitación anual aproximada de 1700mm en los años 1982-1983 y 1997-1998, esto como resultado de la presencia del fenómeno de El Niño, además; estos dos periodos se destacan por ser los episodios más importante de este fenómeno climático [137].

A su vez, el análisis de la tendencia en la precipitación anual de la serie histórica, establece que las precipitaciones tienden a disminuir con el pasar de los años, con una tasa anual de -0.7575 , que para la serie histórica significó un decrecimiento del $-31,05$ mm (Figura 4).

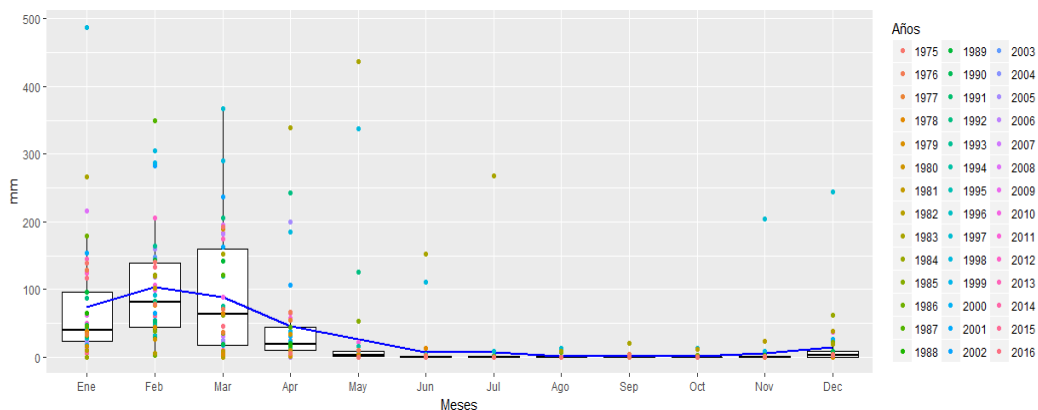


Figura 3. Diagrama de serie histórica de patrón estacional de precipitación mensual.

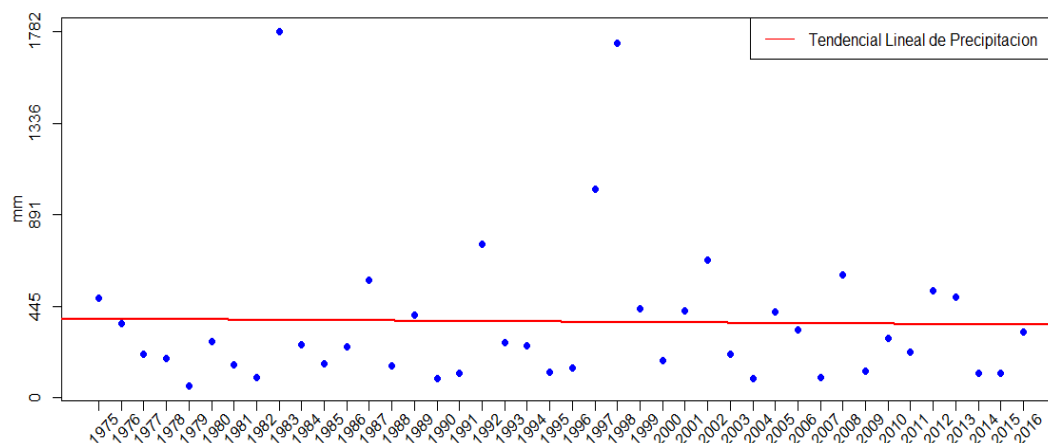


Figura 4. Diagrama de serie histórica de tendencia de la precipitación anual.

4.3.2. Análisis descriptivo de temperatura máxima y mínima, serie histórica (1981-2016).

El análisis descriptivo de la temperatura máxima y de la temperatura mínima se realizó con los valores de temperatura media mensual y anual de la serie histórica, con la cual se obtuvo la media, el mínimo y el máximo.

Temperatura Máxima; temperatura media anual de 32,55°C, temperatura media anual mínima de 29,48°C y una temperatura media anual máxima de 33,02°C. El patrón estacional de la temperatura máxima (Figura 5) se estableció con el análisis mensual de la serie histórica, la cual se mantuvo constante entre un rango de 29,48°C a 33,02°C, presentando leves fluctuaciones de la temperatura media mensual máxima entre los meses de diciembre-enero y abril- mayo. Respecto al valor máximo que presentó el mes de julio de 1997-1998 este se encuentra influenciado por el fenómeno climático de El Niño, el cual además representó uno de los episodios más cálidos de las últimas décadas [137].

A la vez, con la temperatura media anual máxima se determinó la tendencia (Figura 6), evidenciando un incremento progresivo con una tasa anual de 0.00384°C, lo que significó un incremento de 0,13°C para toda la serie histórica. Además, la tendencia se mantuvo en un rango de 29,48°C a 33,02°C.

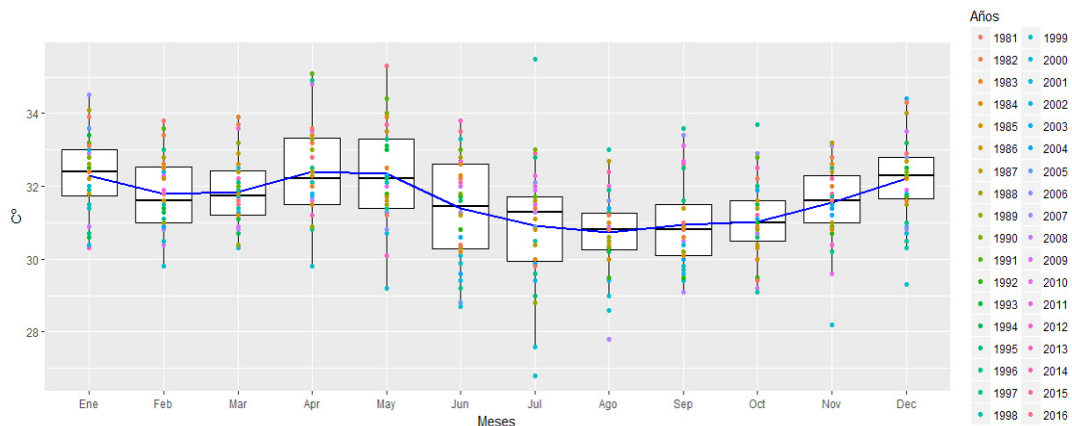


Figura 5. Diagrama de serie histórica del patrón estacional de la temperatura media mensual máxima.

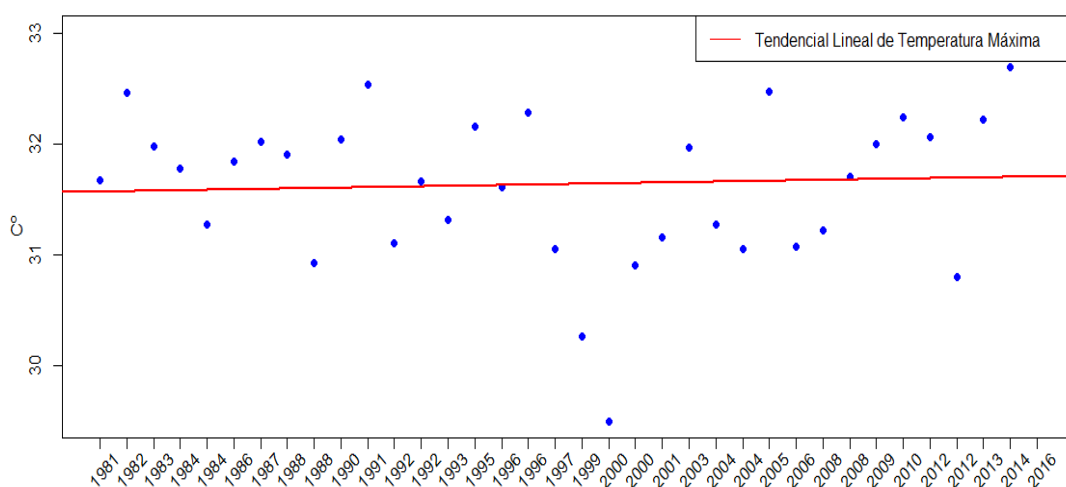


Figura 6. Diagrama de serie histórica de tendencia de la temperatura media anual máxima.

Temperatura Mínima; se registró una temperatura media anual de 20,82°C, temperatura media anual mínima de 18,62°C y temperatura media anual máxima de 21,90°C. Para la temperatura mínima el patrón estacional (Figura 7) se estimó con los valores mensuales de la serie histórica, manteniéndose constante entre un rango de 18,62°C a 21,90°C, con leves variaciones donde la temperatura media mensual mínima incrementó en los meses de enero a marzo durante la serie histórica. Asimismo, presentó valores mínimos atípicos en los meses de noviembre (15,1 °C), (15,9°C) del año 1996, 2005; diciembre (16° C), (16.5 °C) del 1998, 1986; enero (17°C) de 1984 y febrero (18,2°C) del año 1985, esto como efecto de la presencia del fenómeno de La Niña ya que esta se caracteriza

por presentar temperaturas extremadamente frías, desatándose la del año 1996 por el impacto que causó la sequía en la agricultura [138].

En cuanto a la tendencia de la temperatura media anual mínima, (Figura 8) presentando un considerable incremento a través del tiempo, con una tasa anual de 0.04187°C , que representó para esta serie histórica un aumento del $1,46^{\circ}\text{C}$, la misma que se mantuvo en un rango de $18,62^{\circ}\text{C}$ a $21,90^{\circ}\text{C}$.

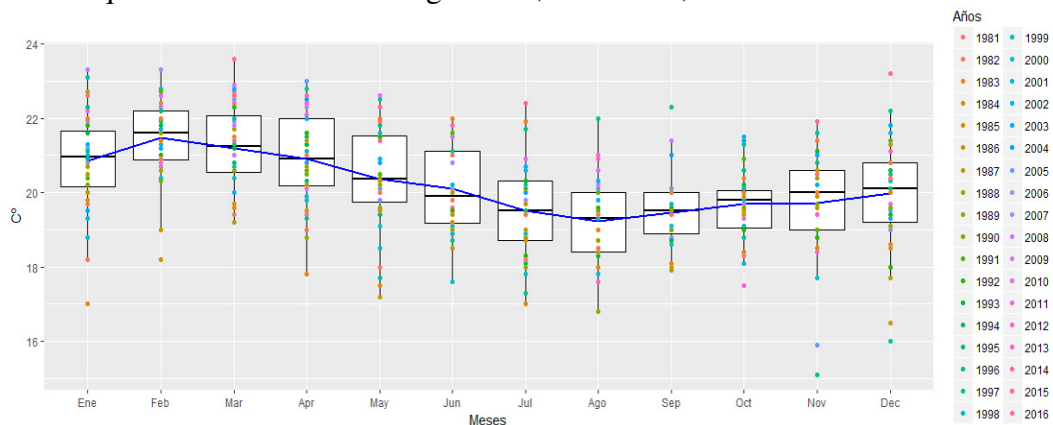


Figura 7. Diagrama de serie histórica del patrón estacional de la temperatura media mensual mínima.

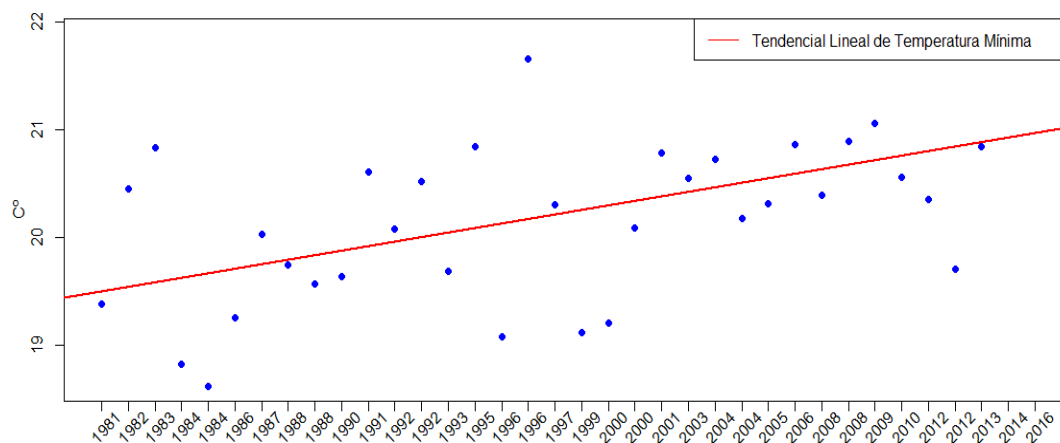


Figura 6. Diagrama de serie histórica de tendencia de la temperatura media anual mínima.

4.4. Análisis de los SA afectados en función de los cambios en el uso y cobertura del suelo.

La Triangulación de datos identificó a través del tiempo y del espacio el estado de conservación, las características, así como también permitió extraer conclusiones para cada uno de los SA afectados en función de las unidades del paisaje del Ma y Bn ya que estas presentaron grandes transformaciones durante los tres periodos de estudio y por ende representan las coberturas generadoras de forma directa e indirecta de los servicios de provisión y de regulación, los cuales fueron impactados en menor y mayor grado.

4.4.1 Triangulación de datos temporal y espacial de los SA de provisión

El análisis de la triangulación de datos reconoció que los SA mayormente afectados son los que proveen el recurso hídrico y los productos alimenticios, ya que las clases de coberturas que generan este servicio, fueron las que mayor cambio de su superficie (Bn, Ma) han padecido en estos tres periodos de estudio (Tabla XII).

Tabla XII. Triangulación de datos de forma temporal y espacial de los SA de provisión.

Servicios de provisión	Análisis de Cobertura y uso de la tierra	Inventario de SA de provisión (cultivos agrícolas)	Precipitación serie histórica (1975-2016)	Temperatura máxima y mínima (1981-2016)	
Cultivos agrícolas	1990-2000: <ul style="list-style-type: none"> Ma (26.91 ha.) cambió a Bn Ma (172.89 ha.) aumentó sobre Bn, Va y Ca Ca (4.41 ha) cambió a Bn y Ma 	<ul style="list-style-type: none"> C. anuales: camote, fréjol tumbes, haba, maíz, melón, maní, papaya, pepino, sandía, zapallo. C. semipermanente: caña de azúcar, guineo, piña, plátano, yuca. C. permanente: aguacate, anona, caimito, cacao, café, guayaba, limón, mandarina, mamey, naranja, toronja. 	<ul style="list-style-type: none"> Promedio anual 379,56 mm. Mínimo anual 53,70 mm. Máximo anual 1781,80 mm. Valores atípicos: registrados en 1982-1983 1997-1998 (1781,80) fenómeno de El Niño [137]. La precipitación disminuye a través del tiempo (-31,05 mm). El patrón estacional presenta mayor precipitación en los meses enero, febrero y marzo. 	TEMPERATURA MÁXIMA <ul style="list-style-type: none"> Media anual 32.55 °C Mínimo anual 29.48°C. Máximo anual 33.02°C. Valores atípicos: registrados en 1997-1998; 1991-1992 [137], y 2015-2016 fenómeno de El Niño [139] La temperatura incrementar a través del tiempo (0.13°C). El patrón estacional presenta leves fluctuaciones con un incremento en los meses de 	
	2000-2008: <ul style="list-style-type: none"> Ma (28.35 ha.) cambió a Va, Za y Pa. Ma (31.86 ha.) aumentó sobre Bn y Va. 	<ul style="list-style-type: none"> En el 2008 la zona de estudio es declarada área protegida [48] Se cultiva en épocas de lluvia. 	<ul style="list-style-type: none"> Habitualmente la producción agrícola es para autoconsumo y para la venta Estudio realizado en cinco localidades del interior y adyacentes a la zona de estudio UPA-policultivo menor a una ha. 		
	2008-2013: <ul style="list-style-type: none"> Ma (465.66 ha.) cambió a Bn, Va, Ca y Pa. Ma (18.54 ha.) aumentó sobre Bn y Va. Ca (73.26 ha.) aumentó sobre Bn y 				

	<p>Ma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Csm (1.98 ha.) aumentó sobre Bn. • Cp (6.03 ha.) aumentó sobre Bn. 	<ul style="list-style-type: none"> • UPA-monocultivo (café), mayor a una ha. 	<p>diciembre-enero y abril- mayo.</p> <p>TEMPERATURA MÍNIMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promedio anual 20.82°C • Mínimo anual 18.62°C. • Máximo anual 21.90°C. • Valores atípicos: registrados en 1996 [138], 1998 [140], 2005, 2011 fenómeno de La Niña. • La temperatura incrementa considerablemente (1.46°C) a través del tiempo. • El patrón estacional presenta leves fluctuaciones con un incremento en los meses de enero a marzo.
M. primas de origen vegetal	<p>1990-2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. <p>2000-2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa. <p>2008-2013:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. de su área. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. 	<ul style="list-style-type: none"> • En 1999, el municipio de Manta ordena la protección de la parte alta de Pacoche [48] • En el 2008 la zona de estudio es declarada área protegida [48]. • Árboles maderables: arrayán, caoba, cativo, cedro, guayacán, higuerón, jigua, laurel, mangle, pechiche • Fibras vegetales: madera para leña, hojas de cade, caña guadua, tagua, paja toquilla. • Las cinco localidades encuestadas se benefician de las materias primas 	
Animales para consumo	<p>1990-2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31 59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. • Pa (58.50 ha.) aumentó sobre Bn <p>2000-2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93 ha.) cambió a Ma, Za y Pa. • Pa (23.67 ha.) aumentó sobre Bn y Ma <p>2008-2013:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. • Pa (360.36 ha.) aumentó Bn, Va, Ma 	<ul style="list-style-type: none"> • En la década del 90 la zona de estudio se convierte en área protegida [48]. • Animales domésticos de corral: cerdo, gallina, chivo, pato, vaca • Animales silvestres: armadillo, guanta, guacharaca, guatuso, pava de monte, perdiz, venado. 	
Recurso hídrico	<p>1990-2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes naturales de agua: pozos, ríos y vertientes de montaña • Las fuentes de agua abastecen constantemente a los poblados • distancia bastante considerable entre el 	

<p>2000-2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa. <p>2008-2013:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. de su área. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. 	<p>poblado y las fuentes de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El aprovisionamiento de agua potable llega a las cinco localidades. • Sistema de distribución del agua de las fuentes naturales abastece las cinco localidades estudiadas
---	--

Bosque nativo (Bn); Vegetación arbustiva (Va); Cuerpo de agua (Cag); Mosaico agropecuario (Ma); Cultivo anual (Ca); Cultivo semipermanente (Csm); Cultivo permanente (Cp); Zona antrópica (Za); Pastizal (Pa).

a. Cultivos agrícolas

El análisis estableció que los cultivos agrícolas están representados por las coberturas Ma, Ca, Csm y Cp, a su vez estas son generadoras de los servicios de provisión alimenticios, las mismas que al registrar pérdidas y ganancias durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013) pone en riesgo a este servicio de provisión.

De esta manera, la triangulación de datos destaca la pérdida total del Ca en el primer periodo de estudio; mientras que el Ma por sus constantes transformaciones denota una inestabilidad a través del tiempo, demostrando que el servicio de provisión proporcionado por los cultivos agrícolas, se ha visto afectado en función del cambio de uso y cobertura del suelo.

En cuanto al Ma es imperioso recalcar que su persistencia a través del tiempo está dada por la relación que tiene con los sistemas de producción (policultivo o SAF) más empleados en esta zona de estudio [48], y cada UPA que constituye esta cobertura no sobrepasan la hectárea, pues así lo confirman las observaciones, sobre todo por el sistema de producción agrícola, el cual tiene como objetivo el consumo familiar [91]; convirtiéndose en una particularidad de las zonas rurales de la provincia [86], [90].

Con respecto a las UPA, las observaciones también señalaron que sólo las plantaciones de café ocupan más de una hectárea, ya que proveen de ingresos económicos extras a las familias a través de la venta de su producción [93]. Asimismo, los encuestados declararon que años atrás las plantaciones de café fueron abandonadas, principalmente por problemas fitosanitarios (broca, roya), y por pérdidas en la producción y cultivos provocados por el fenómeno de El Niño [94].

Ciertamente, la influencia que ejerce la temperatura y la precipitación es clave para el mantenimiento de la actividad agrícola, pues en el caso de problemas fitosanitario, el análisis de temperatura mínima y máxima histórica, registró una tendencia al incremento, lo que favorece al desarrollo de plagas, pues así lo ratifican trabajos en países de Centroamérica [141]; mientras que la pérdida de plantaciones por efecto de eventos climáticos como El Niño, coincide con lo registrado en el análisis histórico de precipitación, donde por su gran impacto en la agricultura se destaca este fenómeno climático ocurrido en los años 1982-1983 y 1997-1998 [137].

En relación a estos eventos extremos, cabe destacar la presencia del fenómeno de La Niña, y su influencia en la pérdida de la unidad del paisaje del Ma, pues este fenómeno se caracteriza por las sequías, lo cual permite deducir que las transformaciones (172.89 ha.) del Ma del primer periodo (1990-2000) está estrechamente vinculado con el fenómeno climático ocurrido en 1998. Asimismo, se relaciona con una de las pérdidas más considerables (465.66 ha) del Ma, suscitada en el tercer periodo (2008-2013), pues para el año 2011 también se registró otro fenómeno de La Niña.

A pesar de que en el tercer periodo (2008-2013) el Ma reportó grandes pérdidas de su área, otras coberturas agrícolas registraron aumentos o ganancias (Ca, Csm y Cp), destacándose entre ellas el Cp por la relación que guarda con las plantaciones de café, lo cual permite inferir que el aumento de superficie de esta clase de cobertura se vincula con el programa nacional “Proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana” que tiene por objetivo incentivar la renovación de los cafetales [84].

Por otra parte, las observaciones indican que las lluvias en las últimas décadas ha disminuido paulatinamente afectando directamente al rendimiento agrícola, teniendo que abandonar la actividad agrícola para a otra más rentable como la pesca artesanal, es así, que el análisis descriptivo de la serie histórica revela una tendencia al decrecimiento de las precipitaciones, con lo cual se puede correlacionar la disminución de la precipitación con las pérdidas de la cobertura de Ma registrado en los tres periodos [142], [143].

En efecto, este análisis de triangulación de datos evidencia que este servicio de provisión se encuentra vulnerable a los cambios de uso y cobertura de suelo, a la variabilidad y fenómenos climáticos, poniendo en riesgo la conservación de este servicio de provisión y por ende la seguridad alimentaria.

b. Materias primas vegetales

La triangulación de datos identificó a la unidad del paisaje del Bn como la generadora de las materias primas vegetales, la cual al registrar transformaciones considerables durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013), atenta a la conservación de estos servicios de provisión no alimenticia.

Por otro lado, al encontrarse en un área protegida, el aprovechamiento de ciertos productos está restringido o limitado, reafirmando este hecho con las observaciones, donde los encuestados manifestaron que el uso del recurso maderable está totalmente prohibido, mientras que el uso de la caña guadua está limitado.

Asimismo, cabe mencionar que entre las observaciones se indica que fibras vegetales como la tagua y la paja toquilla, se han visto afectadas por el descenso en la producción. Es así, que esta problemática puede relacionarse con el decrecimiento de las precipitaciones que el análisis de la serie histórica determinó para esta zona de estudio; además, por la función que cumple las áreas de bosque al interceptar las lluvias [144], se puede inferir que los cambios de la cobertura de Bn durante los tres periodos de estudio ha impactado en el régimen de las lluvias, afectando a la producción de la tagua y la paja toquilla.

En síntesis, los cambios de uso y cobertura del suelo tienen un impacto indirecto, mientras que la alteración de los patrones de precipitación tiene un impacto directo sobre la producción de estas materias primas vegetales, lo cual vuelve vulnerable a este servicio de provisión. Además, afectando de manera social y económica a las familias de las cinco localidades encuestadas, ya que la tagua y la paja toquilla permiten generar ingresos económicos extras a través de la venta de estos productos.

c. Alimentos de origen animal

La triangulación de datos reconoció en base al análisis de uso y cobertura de suelo a la unidad del paisaje del Bn por brindar el hábitat a la fauna silvestre y por ende la permanencia de los mismos. Así también el análisis consideró al Pa por ser la cobertura generadora del alimento del ganado bovino, uno de los animales de corral. En cuanto a la cobertura de Bn, esta registró pérdidas considerables durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013); mientras que el Pa evidenció ganancias durante todos los años evaluados.

En relación con los cambios en la cobertura de Bn, se deduce un impacto en la población de la fauna silvestre, ya que al degradar las áreas de bosque, se destruye también su hábitat, por lo cual los animales emigran hacia otros lugares. Es así que las observaciones coinciden con esta problemática, como producto de la construcción de obras estatales como la carretera de primer orden y la Refinería del Pacífico. Además que en el caso de las carreteras, estas fragmentan el hábitat con consecuencias en la movilidad hacia las estructuras reproductivas, asimismo, al borde de la carretera se crea condiciones desfavorables de los elementos meteorológicos (mayor temperatura, mayor radiación, etc.) modificándose sobre todo la oferta de alimento para la fauna silvestre [145].

A su vez, las observaciones de los encuestados señalaron que años anteriores los animales silvestres eran abundantes y que debido a la sequía de los ríos, emigraron en busca del líquido vital hacia otros lugares. Respecto a la falta de agua en las fuentes naturales, el análisis de la serie histórica demuestra que las precipitaciones tienden a disminuir, provocando la sequía o el desabastecimiento de las fuentes naturales agua [146], sumado a esto, la degradación de los bosques altera el ciclo del agua, incrementando aún más la el déficit de agua en los afluentes. De esta manera los estudios en países de la región concuerdan que la sequía tienen un gran impacto sobre la fauna silvestre [147]

Por otro lado, el análisis de la temperatura máxima y mínima muestran una tendencia al incremento a través de los años, lo cual afecta a la conservación de especies de animales silvestres; además, la alteración de las temperaturas afecta a los sistemas hidrológicos, ocasionando la sequía de ríos [148].

Por otra parte, el aumento de la cobertura de Pa a través de los periodos de estudio evidencia una conservación del servicio proporcionado por los animales domésticos de corral, a pesar de esto, el incremento de la cobertura del Pa esta mayormente dado sobre la cobertura del Bn, lo cual de manera directa e indirecta amenaza la conservación del servicio de provisión vinculado con la permanencia de la fauna silvestre, demostrando a la vez lo vulnerable que se encuentra este SA ante el cambio de uso y cobertura del suelo, además por el cambio en el régimen de lluvias y temperaturas.

d. Recurso hídrico

El análisis a través de la triangulación de datos determinó que la unidad del paisaje de Bn está directamente vinculada con el recurso hídrico de esta reserva natural,

pues los bosques son clave en el ciclo hidrológico, permitiendo abastecer las fuentes naturales de agua [149]; tanto superficiales como subterráneas: ríos, pozos y acuíferos de esta zona de estudio.

En la reserva Pacoche la tasa de deforestación, se presentó durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013) y a pesar que desde 1999 se protegen estas áreas de bosque, los cambios continuaron, repercutiendo en el normal abastecimiento de las fuentes naturales de agua, concordando con las observaciones, donde los encuestados informaron que el flujo del agua subterránea está disminuyendo comparado con años anteriores. Además, a esta situación se suma el decrecimiento de las precipitaciones que el análisis descriptivo de la serie histórica reveló, por lo tanto, se convierte en un problema para el normal abastecimiento del recurso hídrico de esta reserva natural, denotando un servicio de provisión vulnerable ante la deforestación y los cambios en los patrones de precipitación [150].

4.4.2. Triangulación de datos temporal y espacial de los SA de regulación

El análisis de la triangulación de datos (Tabla XIII), determinó el impacto de los SA de regulación, en función de los cambios y uso del suelo (Bn, Ma, Ca, Csm, y Cp), el análisis descriptivo de la serie histórica de precipitación y temperatura y el trabajo de las encuestas. Estableciéndose un gran impacto con los servicios de regulación que dependen de las coberturas de Bn, ya que además esta fue una de las unidades del paisaje que mayor tasa de transformación reportó durante los tres periodos (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013) de estudio.

Tabla XIII. Triangulación de datos de forma temporal y espacial de los SA de regulación.

Servicios de regulación	Análisis de Cobertura y uso de la tierra	Encuestas	Precipitación	Temperatura
Clima local/ microclima	1990-2000: • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca.	• Óptimas condiciones de la calidad del ambiente (clima y aire)	• Promedio anual 379,56 mm. • Mínimo anual 53,70 mm.	TEMPERATURA MÁXIMA • Media anual 32.55 °C • Mínimo anual 29.48°C. • Máximo anual 33.02°C. • Valores atípicos: registrados en 1997-1998; 1991-1992 [137], y 2015-2016 fenómeno de El Niño [139]
	2000-2008: • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa.		• Máximo anual 1781,80 mm.	
	2008-2013: • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. de su área.		• Valores atípicos: registrados en 1982-1983	• La temperatura incrementar a través del tiempo (0.13°C).

	<ul style="list-style-type: none"> • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. 		1997-1998 (1781,80) fenómeno de El Niño [137].	<ul style="list-style-type: none"> • El patrón estacional presenta leves fluctuaciones con un incremento en los meses de diciembre-enero y abril- mayo.
Recurso hídrico	<p>1990-2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. <p>2000-2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa. <p>2008-2013:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. de su área. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente calidad del agua • Pocas lluvias 	<ul style="list-style-type: none"> • La precipitación disminuye a través del tiempo (-31,05 mm). • El patrón estacional presenta mayor precipitación en los meses enero, febrero y marzo. 	<p>TEMPERATURA MÍNIMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promedio anual 20.82°C • Mínimo anual 18.62°C. • Máximo anual 21.90°C. • Valores atípicos: registrados en 1996 [138], 1998 [140], 2005, 2011 fenómeno de La Niña. • La temperatura incrementa considerablemente (1.46°C) a través del tiempo. <p>El patrón estacional presenta leves fluctuaciones con un incremento en los meses de enero a marzo.</p>
Control natural	<p>1990-2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. • Ma (26.91 ha.) cambió a Bn • Ma (172.89 ha.) aumentó sobre Bn, Va y Ca • Ca (4.41 ha) cambió a Bn y Ma <p>2000-2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa. • Ma (28.35 ha.) cambió a Va, Za y Pa. • Ma (31.86 ha.) aumentó sobre Bn y Va. <p>2008-2013:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. • Ma (465.66 ha.) cambió a Bn, Va, Ca y Pa. • Ma (18.54 ha.) aumentó sobre Bn y Va. • Ca (73.26 ha.) aumentó sobre Bn y Ma. • Csm (1.98 ha.) aumentó sobre Bn. • Cp (6.03 ha.) aumentó sobre Bn. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poco uso de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades. 		

Fertilidad del suelo	1990-2000:	<ul style="list-style-type: none"> • Bn (231.75 ha.) cambió a Va, Ma, Za y Pa. • Bn (31.59 ha.) aumentó sobre Va, Ma y Ca. • Ma (26.91 ha.) cambió a Bn • Ma (172.89 ha.) aumentó sobre Bn, Va y Ca • Ca (4.41 ha) cambió a Bn y Ma 	<ul style="list-style-type: none"> • No se utiliza fertilizantes químicos • Rendimiento agrícola aceptable.
	2000-2008:	<ul style="list-style-type: none"> • Bn (42.93ha.) cambió a Ma, Za y Pa. • Ma (28.35 ha.) cambió a Va, Za y Pa. • Ma (31.86 ha.) aumentó sobre Bn y Va. 	
	2008-2013:	<ul style="list-style-type: none"> • Bn (188.10 ha.) cambió a Ma, Ca, Csm, Cp y Pa. de su área. • Bn (7.29 ha.) aumentó sobre Ma. • Ma (465.66 ha.) cambió a Bn, Va, Ca y Pa. • Ma (18.54 ha.) aumentó sobre Bn y Va. • Ca (73.26 ha.) aumentó sobre Bn y Ma. • Csm (1.98 ha.) aumentó sobre Bn. • Cp (6.03 ha.) aumentó sobre Bn. 	

Bosque nativo (Bn); Vegetación arbustiva (Va); Cuerpo de agua (Cag); Mosaico agropecuario (Ma); Cultivo anual (Ca); Cultivo semipermanente (Csm); Cultivo permanente (Cp); Zona antrópica (Za); Pastizal (Pa).

a. Clima local

La triangulación de datos identificó para este análisis a la clase de cobertura del Bn, pues además de crear un microclima o condiciones climáticas propias para un lugar determinado [151], contribuye a conservar el servicio de regulación del clima local. También se escogió al Pa en base a los cambios considerables que ocasiono en el Bn consecutivamente a través del tiempo.

Es así que durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013), el Bn evidenció significativas pérdidas de su área, cabe recalcar que desde 1999 se brinda protección a estas áreas de bosque, por tal razón en el segundo corte cronológico el cambio del Bn disminuyó considerablemente debido a esta

restricción; sin embargo, para el siguiente corte cronológico la transformación de la cobertura continua notablemente. A estas pérdidas o cambios se le atribuye la influenciadas principalmente del Pa, que a diferencia de las otras coberturas (Va, Ma, Ca, Csm y Cp), el Pa tiene efectos negativos sobre la estructura de los suelos, además que reportó aumentos significativos en el último periodo (360.36 ha), especialmente sobre el Bn.

De esta manera, las transformaciones del Bn revelan un impacto en la conservación del servicio de regulación del microclima para esta zona de estudio. A pesar de esto, el cuestionario demostró que el clima local se encuentra en óptimas condiciones, incluso las observaciones lo califican como “un clima frío y saludable”, pues ante esto, los encuestados lo perciben por la interacción de variables climáticas como la temperatura y la precipitación [113].

Hay que agregar, que a pesar de que el servicio de regulación se mantiene estable, las observaciones indican un cambio en los patrones de temperatura y precipitación, de hecho el análisis descriptivo de la serie histórica lo confirma, lo cual permite deducir que el servicio de regulación se encuentra vulnerable ante los cambios en la cobertura del Bn, así como también por los cambios en los patrones de precipitación y temperatura, pues de la interacción de estas variables y el ecosistema de bosque depende el microclima característico de la reserva Pacoche.

b. Recurso hídrico

El análisis determinó que la unidad del paisaje del Bn está estrechamente vinculada con la regulación del recurso hídrico de esta reserva natural, pues los bosques controlan la calidad del agua al absorber contaminantes a través de sus raíces, además de minimizar la erosión del suelo y por ende reducir los sedimentos en las fuentes de agua [152]; asimismo las áreas de Bn regulan el ciclo hidrológico y por ende la cantidad de lluvias [118].

Es así, que en el análisis de los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013), el Bn registró la mayor transformación (231.75 ha) durante el primer periodo; mientras que en los siguientes cortes cronológicos se evidenció un decrecimiento en la deforestación, esto como resultado de que en 1999 se tomaran medidas de protección para las áreas de bosque. A pesar de esto, se permite inferir que las pérdidas del Bn influyeron en la calidad y cantidad de agua de las fuentes naturales de la reserva Pacoche.

Con relación a la calidad del agua, el cuestionario y las observaciones establecen que el agua mantiene óptimas condiciones de calidad; sin embargo, la encuesta determinó que las precipitaciones han presentan un decrecimiento, concordando con las observaciones, donde los encuestados informaron que las lluvias han disminuido con el pasar de los años provocando la sequía de algunos afluentes y el descenso del flujo de agua de los acuíferos, pues ellos atribuyen este problema a la deforestación por factores antropogénicos (vía de primer orden, Refinería del Pacífico) [153],

Respecto al descenso en las precipitaciones, el análisis de precipitación histórica (1975-2016) corroboró una disminución en la tendencia; lo cual explica la escasez física en los caudales ecológicos y al presentarse una reducción del nivel del agua subterránea, situación que también está influenciada por la deforestación ya que esto contribuye al cambio en los patrones de precipitación [154].

c. Control natural

La triangulación de datos reconoció a las clases de coberturas de Bn, Ma, Ca, Csm y Cp; por ser el referente a la evaluación sobre el control natural entre enemigos naturales y plagas, ya que estas unidades del paisaje constituyen los elementos ecológicos donde estos organismos interactúan y mantienen su hábitat [155].

Es así, que las coberturas con mayor transformación durante los tres periodos de estudio fueron el Ma y el Bn; lo cual representa una amenaza para la conservación de la población de la fauna auxiliar (depredador, parasitoide, insecto, etc.), ya que para el caso del Ma, este representa un paisaje agrícola diversificado que permite mantener el control natural de plagas [131] y para el caso del Bn, este por sus grandes dimensiones es idóneo y el preferido por los organismos benéficos como su hábitat. No obstante, el cuestionario reveló el uso poco frecuente de agroquímicos para el control de enfermedades o plagas, ya que las observaciones esclarecieron que los daños causados por agente patógenos son poco significativos para la calidad y el rendimiento agrícola.

No obstante, es importante mencionar que el análisis descriptivo de las variables climáticas de la serie histórica reveló, para el caso de la precipitación un decrecimiento, que contribuye al incremento de plagas invasoras [157], mientras que para la temperatura registró un aumento, que favorece al desarrollo de enfermedades y plagas [156], demostrando lo vulnerable que se encuentra este

servicio de regulación del equilibrio entre enemigos naturales y las plagas ante los cambios en los patrones climáticos [158].

Con relación, a los cambios en la temperatura y precipitación que develó el análisis descriptivo, hay que agregar que las pérdidas del Bn contribuyeron a que esta problemática se intensifique aún más, ya que la principal función del ecosistema de bosque es regular estas dos variables climáticas. Ciertamente, esto demuestra lo vulnerable que se encuentra el servicio de control natural de la reserva Pacoche, por los cambios en el Bn y por la alteración en el régimen de patrones climáticos.

d. Fertilidad del suelo

El análisis de la triangulación de datos reconoció a las unidades del paisaje como Ma, Ca, Csm y Cp por ser dependientes de la fertilidad del suelo; y a la cobertura de Bn por ser la contribuyente a regular o controlar este recurso natural [159].

De esta manera las pérdidas y ganancias reportadas durante los tres periodos de estudio (1990-2000; 2000-2008; 2008-2013), constituyen el factor determinante para la conservación de este servicio de regulación. Es así que para el caso del Bn las constantes pérdidas representan la falta de masa arbórea, la cual protege la estructura del suelo contra el impacto erosivo de elementos ambientales (lluvia, rayos solares); además, por la falta de hojarasca, se impide la activación de la mesofauna edáfica [160], todo esto representa en una disminución para la fertilidad del suelo. Sin embargo, las encuestas establecen lo contrario, al indicar que el empleo de fertilizantes es innecesario y que de acuerdo a la percepción de los encuestados el rendimiento de la producción es satisfactoria para los agricultores.

Demostrando a la vez, que a pesar de las transformaciones del ecosistema de Bosque, todavía se mantiene estable el servicio de regulación de la fertilidad del suelo, pues a esto se atribuye que la deforestación durante los tres periodos de estudio disminuyó progresivamente como efecto de la protección que se brindó a las áreas de bosque desde el año 1999. Asimismo, por los cortes cronológicos donde la superficie de Bn denota un cambio constante a Ma, se establece que la diversidad de cultivos agrícolas de distintos ciclos productivos que integra esta unidad del paisaje, contribuye a la preservación del servicio de regulación de este recurso natural, ya que uno de los principios agroecológicos de estos sistemas de producción es conservar la fertilidad del suelo [161].

Sin embargo, el servicio de regulación se encuentra vulnerable ante las transformaciones especialmente del Pa sobre la cobertura de Bn, pues estos ecosistemas de bosque desempeñan un papel importante en la regulación de la fertilidad del suelo; además, este aumento de las áreas de pastizal significa una reducción de la fertilidad del suelo inducido por la degradación de su estructura que el pastoreo de los animales provoca [162].

De igual manera, este servicio de regulación se encuentra vulnerable debido a la disminución de a la cobertura de Ma que registró la reserva Pacoche, ya que son agroecosistemas (policultivo, SAF) sustentables que ofrecen este servicio de regulación. Ciertamente las áreas de cultivo se han reducido debido al bajo rendimiento que ha ocasionado la modificación de los patrones de temperatura y especialmente de la precipitación. Efectivamente el este estudio de la precipitación histórica registra una tendencia a la disminución, lo cual altera la fertilidad del suelo, y junto con el cambio en las lluvias, disminuye la producción agrícola [163]. En cuanto a las temperaturas la tendencia revela un incremento, siendo este un factor que incide en la reducción de la duración de las etapas de los cultivos [164].

V. CONCLUSIONES

- El presente trabajo de investigación evaluó los cambios de uso y cobertura del suelo y el impacto en los servicios ambientales de la reserva natural Pacoche. Determinando que las coberturas con mayores pérdidas registradas a través de los años fueron, el Mosaico agropecuario y el Bosque nativo, impactando notablemente en los SA de provisión y de regulación.
- El inventario preliminar de los SA de provisión y de regulación permitió percibir un deterioro progresivo de los SA, como resultado del desconocimiento sobre la importancia que tienen los SA para el entorno natural y la subsistencia de las personas.
- El análisis de los SA afectados en función de los cambios de uso y cobertura del suelo, reveló un gran impacto en los SA de provisión proporcionado por los cultivos agrícolas y por los recursos hídricos; asimismo, demostró un impacto en los SA que regulan el clima local y el recurso hídrico. Además, la evaluación demostró un alto grado de vulnerabilidad a la que están sometidos los SA, por efecto de la alteración de los patrones climáticos (precipitación, temperatura) y de los cambios de uso y cobertura del suelo.
- Esta investigación establece las bases para continuar con trabajos enfocados en los SA, además de proporcionar información que contribuya a la conservación de los recursos naturales, a través de los procesos de ordenamiento territorial, legislación ambiental y el plan de manejos de áreas protegidas.

VI. RECOMENDACIONES

- El proyecto de investigación requirió del trabajo de campo, sobre todo para el desarrollo de la validación de las metodologías aplicadas, por lo cual, presentó inconvenientes debido a las dimensiones de la superficie (5.049,69 ha) terrestre de la reserva Pacoche, y por la insuficiente red vial que presentaba, dificultando así el trabajo de campo, por tal razón, se recurrió a métodos informáticos para completar la validación del trabajo. Por lo tanto, es conveniente y recomendable la aplicación de metodologías que empleen recursos informáticos a la hora de realizar el trabajo de campo en esta área de estudio.
- El inventario preliminar de los SA de provisión y de regulación desarrollado para este trabajo de investigación se realizó bajo una metodología cualitativa (encuesta) la cual se basó en la percepción de las personas; sin embargo, debido a la naturaleza tangible e intangible de los SA, es recomendable la ratificación de los mismos a través de un análisis o estudio de carácter cuantitativo de cada SA, especialmente de los SA de regulación (intangible) a la vez, que dicha información sirva de complemento para el inventario de los SA de provisión y de regulación.
- Las clases de coberturas de Bosque nativo y de Mosaico agropecuario fueron las que mayores tasas de transformaciones registraron durante los tres periodos de estudio a causa principalmente del aumento de las áreas de Pastizal. E así, que se recomienda aplicar sistemas sostenibles de pastoreo con la finalidad de mantener la integridad ambiental, cambiando el sistema de crianza tradicional (ganadería extensiva), por sistemas silvopastoriles, con el respectivo monitoreo a los productores, capacitación continua, y encuestas que permitan contribuir en la intensificación de la producción ganadera y por ende a la rentabilidad. De esta manera, se habilitan herramientas de mitigación y resiliencia frente al cambio climático.
- Dado el aumento de las áreas de pastizal sobre las principales coberturas generadoras de los SA (bosque nativo y del mosaico agropecuario) se recomienda establecer decretos a través de autoridades competentes; GAD, instituciones públicas, que favorezcan la aplicación de sistemas sustentables de pastoreo en esta área protegida.
- Los SA de provisión y de regulación de esta área de estudio muestran un alto grado de vulnerabilidad, y por la relación que tienen con el sistema económico y social es recomendable la valoración de cada SA. Pues el objetivo es el pago de los SA realizado por beneficiarios o empresas de manera directa, convenida y estipulada a los propietarios locales por la instauración de prácticas que garanticen la conservación en el tiempo y espacio de los SA que provee esta reserva natural.

- La realización del inventario de SA de provisión y de regulación, permite recomendar como un complemento el mapeo de estos SA a través de SIG, con esta representación espacial se facilitarían la valoración de estos SA y el ordenamiento sobre el uso de la tierra, para así contribuir con la protección y el cuidado de los SA de provisión y regulación de la reserva Pacoche.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Di Gregorio and L. Jansen, *Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra Conceptos de Clasificación y manual para el usuario*. 2005.
- [2] W. V. Reid *et al.*, “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio Informe de Síntesis,” 2005.
- [3] L. Rodríguez García *et al.*, “La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos Enhancement of forest ecosystem services: a case study in the Italian Alps,” *BOSQUE*, vol. 37, no. 1, pp. 41–52, 2016.
- [4] Millennium Ecosystem Assessment, “Ecosistemas y bienestar humano: Marco para la evaluación.,” 2003.
- [5] B. Egoh, E. G. Drakou, M. B. Dunbar, J. Maes, and L. Willemen, “Indicators for mapping ecosystem services: a review,” 2012.
- [6] J. Briceño, V. Iniguez-Gallardo, and F. Ravera, “Factores que influyen en la apreciación de servicios eco-sistémicos de los bosques secos del sur del Ecuador,” *Rev. Ecosistemas*, vol. 25, no. 2, pp. 46–58, 2016.
- [7] V. Camacho and a Luna, “Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos.,” *Rev. Bio Ciencias*, vol. 1, no. 4, pp. 3–15, 2012.
- [8] J. F. Phillips *et al.*, *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. 2011.
- [9] V. García, I. Almeida, L. Ávila, “Estimación del almacenamiento de carbono y la percepción social de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque de Abies religiosa de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México,” *Teoría y Prax.*, no. 19, 2016.
- [10] G. Cantos Cevallos, “Estrategias de conservación del bosque natural tropical de la comuna ‘El Pital’ Manabí, Ecuador,” *Rev. Cuba. Ciencias For. CFORES, ISSN-e 2310-3469, Vol. 3, N.º. 2, 2015, 921 págs.*, vol. 3, no. 2, pp. 905–921, 2015.
- [11] I. A. y D. M. Carlos Pacheco, “LAS CAUSAS DE LA DEFORESTACIÓN EN VENEZUELA: UN ESTUDIO RETROSPECTIVO,” *BioLlania* , vol. 10, p. 10:281-292, 2011.
- [12] A. Cropper *et al.*, “Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital Natural y Bienestar Humano,” 2005.

- [13] W. A. Palacios and N. Jaramillo, “Árboles amenazados del Chocó ecuatoriano,” *Av. en Ciencias e Ing.*, vol. 8, no. 14, Dec. 2016.
- [14] Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), *Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Enfrentando el cambio climático en la Cordillera Costera, Ecuador*. Guayaquil, Ecuador, 2014.
- [15] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “El estado de los bosques del mundo,” Roma, 2016.
- [16] D. Pullanikkatil, L. G. Palamuleni, and T. M. Ruhiiga, “Land use/land cover change and implications for ecosystems services in the Likangala River Catchment, Malawi,” *Phys. Chem. Earth*, vol. 93, pp. 96–103, 2016.
- [17] H. Li, S. Wang, G. Ji, and L. Zhang, “Changes in land use and ecosystem service values in Jinan, China,” in *Energy Procedia*, 2011, vol. 5, pp. 1109–1115.
- [18] V. Ruiz, R. Savé, and A. Herrera, “Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011,” *Ecosistemas*, vol. 22, no. 3, pp. 117–123, 2013.
- [19] C. Esse, P. Valdivia, F. Encina-Montoya, C. Aguayo, M. Guerrero, and D. Figueroa, “Modelo de análisis espacial multicriterio (AEMC) para el mapeo de servicios ecosistémicos en cuencas forestales del sur de Chile,” *Bosque (Valdivia)*, vol. 35, no. 3, pp. 289–299, 2014.
- [20] Rodrigo Sierra, “Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años.” 2013. [Online]. Available: http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3396.pdf. [Accessed: 11-Sep-2017].
- [21] D. Armenteras, T. M. González, L. K. Vergara, F. J. Luque, N. Rodríguez, and M. A. Bonilla, “Revisión del concepto de ecosistema como ‘unidad de la naturaleza’ 80 años después de su formulación,” *Ecosistemas*, vol. 25, no. 1, pp. 83–89, 2016.
- [22] P. Balvanera, “Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales,” *Rev. Ecosistemas*, vol. 21, no. Mea 2005, pp. 136–147, 2012.
- [23] F. Silvetti, “Una revisión conceptual sobre la relación entre campesinos y servicios ecosistémicos,” *Cuad. Desarro. Rural*, vol. 8, no. 66, pp. 17–45, 2011.
- [24] P. G. González, M. L. S. Alonso, and M. R. V.-A. Gutiérrez, “Evaluación de los servicios ecosistémicos de un socio-ecosistema singular a través de la historia: ‘La Huerta de Murcia,’” *Rev. Ecosistemas*, vol. 24, no. 3, pp. 51–60, 2015.
- [25] European Commission, “Bienes y servicios ecosistémicos,” *Environments*, p. 4,

2010.

- [26] C. Corvalán, S. Hales, and O. López Guarnido, “Ecosistemas y bienestar humano: síntesis sobre salud,” 2005.
- [27] S. D. L. Abouhamad, “Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la sociedad y su relación con la restauración ecológica,” *Biocenosis*, vol. 31, pp. 80–92, 2017.
- [28] A. Fonseca, J. Jarma and J. Cleves, “La Ecoagricultura y la Agroecología como estrategia tecnológica que potencia los servicios ecosistémicos. Una revisión.,” *Temas Agrar.*, vol. 19, no. 2, p. 10, 2014.
- [29] E. P. Emma Corredor, Jorge Fonseca, “Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano,” *Rev. Investig. Agrar. y Ambient.*, vol. 3, no. 1, pp. 77–84, 2012.
- [30] M. Pérez and M. E. Marasas, “Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica,” *Revista Ecosistemas*, vol. 22, no. 1. pp. 36–43, 2013.
- [31] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Servicios culturales.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/culturalservices/es/>. [Accessed: 12-Sep-2017].
- [32] N. S. Gómez and Z. E. R. Gil, “La evaluación de servicios ambientales de soporte,” *Rev. Digit.*, vol. 1, no. 2, pp. 102–127, Aug. 2014.
- [33] A. Velázquez, E. Duran, A. Larrazábal, and F. López, *La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo*, no. mapa 13. 2010.
- [34] F. R. Oñate Valdivieso, *Proyecto: “Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio a Nivel Nacional Escala 1: 25 000.”* 2012, p. 26.
- [35] L. Cayuela and Granzow-L., “Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales,” *Ecosistemas*, vol. 21, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [36] Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), *Un nuevo clima para los bosques*. Washington, D.C., 2008.
- [37] L. Cayuela, “Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles,” *Rev. Ecosistemas*, vol. 15, no. 3, pp. 192–198, 2006.
- [38] C. I. Espinosa, M. De La Cruz, L. Luzuriaga, and A. Escudero, “Bosques

- tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad , estructura , funcionamiento e implicaciones para la conservación.,” *Ecosistemas*, vol. 21, no. 1–2, pp. 167–179, 2012.
- [39] T. Couvreur, “Origin and global diversification patterns of tropical rain forests: inferences from a complete genus-level phylogeny of palms,” Francia, 2011.
- [40] A. Ofosu-Asiedu, “El intercambio de experiencias y situación del conocimiento sobre la ordenación forestal sostenible de los bosques tropicales húmedos,” Brasil, 2008.
- [41] B. C. Luis Enrique, S. S. Milene, M. C. María Teresa, and P. V. Leonardo, “Los SIG como herramienta para optimizar la gestión del reparto Vista Alegre en Santiago de Cuba,” *Arquit. y Urban.*, vol. XXXIV, no. 3, pp. 19–31, 2013.
- [42] J. G. Puebla, “Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul,” *Interações (Campo Gd.)*, vol. 1, no. 1, Mar. 2016.
- [43] I. HernándezGómez, A. Ellis Edward, and C. a Gallo Gómez, “Aplicación de teledetección y SIG para el análisis de deforestación y deterioro de selvas tropicales en la región de Uxpanapa, Veracruz,” *Rev. Int. Cienc. y Tecnol. la Inf. Geográfica*, no. 13, pp. 1–24, 2013.
- [44] P. López-Roldán and S. Fachelli, *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona, España: Dipòsit Digital de Documents Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.
- [45] G. Jaime and P. Hernández, *Elementos Básicos de Estadística Descriptiva para el análisis de datos*. Medellín, Colombia, 2016.
- [46] D. Baranger, *Construcción y análisis de datos : introducción al uso de técnicas cuantitativas en la investigación social.*, 3a ed.-M. Argentina, 2009.
- [47] M. S, Cartaya. S, Zurita. E, Rodríguez. Vi, “Comprobación del NDVI en imágenes rapideye para determinar cobertura y usos de la tierra en la provincia de Manabí, Ecuador,” *Rev. San Gregor.*, vol. 2, no. 10, pp. 75–92, 2015.
- [48] Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), “Plan de manejo Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche,” Manta, 2009.
- [49] L. U. P. López, Manuel Contreras, “Informe Observación Exploratoria Refugio de Vida Silvestre y Marina Costera Pacoche , Manabí – Ecuador,” Manta, Ecuador, 2011.
- [50] S. Cartaya, S., Zurita, “Determinación de la deforestación total y la tasa porcentual

- de cambio: Pacoche y Flavio Alfaro,” *La Técnica*, vol. 14, pp. 72–79, 2015.
- [51] *Registro Oficial. Administración del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado Presidente Constitucional de la República del Ecuador. Año II, N° 444. Límites de Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche.* Quito, Ecuador, 2008.
- [52] *Registro Oficial. Administración del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado Presidente Constitucional de la República del Ecuador. Año IV – N° 792. Modificación de los límites Pacoche.* 2016.
- [53] G. M. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo Ecuador (SEMPADES), Instituto de Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014-2019 GAD Manta.* Manta, Ecuador, 2014.
- [54] A. y Ministerio de Agricultura, Ganadería and S. Pesca - MAGAP, “Mapa de Cobertura Vegetal del Ecuador Continental, Escala 1:250000, Año 1990,” Quito, Ecuador, 2003.
- [55] S. B. MAE, *Protocolo metodológico para la generación del Mapa de Deforestación Histórica en el Ecuador continental 1990-2000-2008.* Quito, Ecuador , 2010.
- [56] MAE-MAGAP, *Protocolo metodológico para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013 – 2014, escala 1:100.000.* Quito, Ecuador, 2015, pp. 1–49.
- [57] Esri, “Download ArcGIS Explorer Desktop.” [Online]. Available: <http://www.esri.com/software/arcgis/explorer-desktop/download>. [Accessed: 13-Sep-2017].
- [58] R. G. Pontius, E. Shusas, and M. McEachern, “Detecting important categorical land changes while accounting for persistence,” *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 101, no. 2–3, pp. 251–268, 2004.
- [59] “Google Earth,” 2017. [Online]. Available: <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>. [Accessed: 13-Sep-2017].
- [60] A. M. Patricia Balcázar, Norma I. González-Arratia López-Fuentes, Margarita Gurrola, *Investigación Cualitativa.* Toluca, México, 2013.
- [61] I. G. María Merino, Teresa Pintado, Joaquín Sanchez, *Introducción a la investigación de mercados*, ESIC edito. Madrid, España, 2015.
- [62] D. Pullanikkatil, “Mapping of Provisioning Ecosystems Services in Likangala River Catchment, Zomba, Southern Malawi,” North-West University, 2014.

- [63] Daniel Causas, “Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación,” *Bibl. electrónica la Univ. Nac. Colomb.*, 2015.
- [64] F. L. Noguero, “El análisis de contenido como método de investigación,” *En-clave pedagógica*, vol. 4, no. 0, 2002.
- [65] S. Graefe *et al.*, “Evaluating Farmers’ Knowledge of Shade Trees in Different Cocoa Agro-Ecological Zones in Ghana,” *Hum. Ecol.*, vol. 45, no. 3, pp. 321–332, 2017.
- [66] P. López, “Población Muestra Y Muestreo,” *Punto Cero*, vol. 9, no. 8, pp. 69–74, 2004.
- [67] V. S. Sheila., Z. Diana., M. Viviana., J. Pablo., P. Enrique., and V. Marcos., “Análisis Estadístico De Datos Meteorológicos Mensuales Y Diarios Para La Determinación De Variabilidad Climática Y Cambio Climático En El Distrito Metropolitano De Quito,” *La Granja; Rev. ciencias la vida.*, pp. 23–47, 2012.
- [68] A. Vera, M. Villalón, and M. Villavón, “La triangulación entre métodos cuantitativos y cualitativos en el proceso de investigación,” *Cienc. Trab. [Internet]*, vol. 7, no. 16, pp. 85–87, 2005.
- [69] T. Alzás García, L. M. Casa García, R. L. González, J. L. Torres Carvalho, and S. V. Catarreira, “Revisión metodológica de la triangulación como estrategia de investigación,” *Investig. Cual. en Ciencias Soc.*, 2016.
- [70] M. Okuda Benavides and C. Gómez-Restrepo, “Metodología de investigación y lectura crítica de estudios: Métodos en investigación cualitativa: triangulación,” *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, vol. XXXIV, no. 1, pp. 118–124, 2005.
- [71] M. MAE, *Proyecto para la generacion del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014, Escala 1:100.000*. Quito, Ecuador, 2014.
- [72] A. D. J. Montilla Pacheco and H. A. Pacheco Gil, “Comportamiento temporal y espacial del bosque ribereño en el curso bajo del río portoviejo y la quebrada chilán, provincia de Manabí, Ecuador,” *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 33, no. 1, pp. 21–35, 2017.
- [73] N. Bonfilio, P. Jaimes, J. B. Sendra, M. G. Delgado, and W. P. Rocha, “Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación,” *Investig. Geográficas*, no. 69, pp. 188–4611, 2009.
- [74] J. Azucena *et al.*, “Procesos de cambio en el suelo de una microcuena en el

- altiplano mexicano. El caso del río San José en el estado de México,” *Papeles Geogr.*, pp. 55–56, 2012.
- [75] World Bank, “Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+ - Manual de capacitación,” 2011.
- [76] O. Nájera, J. Bojórquez, J. Cifuentes, and S. Marceleño, “Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit.,” *Biociencias*, vol. 1, no. 1, pp. 19–29, 2010.
- [77] J. M. Galeana Pizaña, N. Corona Romero, and B. A. J. Ordóñez Díaz, “Análisis dimensional de la cobertura vegetal-uso de suelo en la cuenca del río Magdalena,” *Cienc. Florest. en México.*, vol. 34, no. 105, p. 158, 2009.
- [78] A. Vasquez, “El ordenamiento territorial y los cambios en el uso de la tierra en Costa Rica.,” *Agron. Costarric.*, vol. 20, no. 1, pp. 87–94, 1996.
- [79] R. Müller, P. Pacheco, and J. C. Montero, *El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia*. Indonesia, 2014.
- [80] M. J. Luz A. Delgado, Matteucci Silvia, Acevedo Miguel, Valeri Carol, Blanca Rafael, “Causas directas que inducen el cambio de uso del suelo y de la cobertura boscosa, a escala de paisaje, en el sur de Venezuela.,” *Interciencia*, vol. 42, no. 3, pp. 148–156, 2017.
- [81] C. G. R. P. Marcos G. Sánchez Calderón, “Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y deforestación,” *Rev. Científica y Tecnológica UPSE*, vol. III, no. 1, pp. 41–54, 2015.
- [82] A. Hernández *et al.*, “Impactos del cambio de uso de la tierra en la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador,” *Espamciencia*, vol. 4, no. 2, pp. 59–66, 2013.
- [83] L. U. I. José Calderón Pincay, “Incidencia del cambio de usos de suelo en el azolvamiento del embalse La Esperanza, cantón Bolívar, Manabí,” Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2015.
- [84] MAGAP, “La subsecretaria de comercialización del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca,” Ecuador, 2014.
- [85] Á. Rojas Sánchez, K. Hartman Ulloa, and R. Almonacid Márquez, “El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras,” *Ambient. y Desarro.*, vol. 16, no. 30, pp. 93–104, 2012.
- [86] E. y C. Ministerio de Coordinación de la Producción, “Agendas para la Transformación Productiva Territorial: Manabí,” Manabí, Ecuador, 2011.

- [87] J.-F. Mas, A. Velázquez, and S. Couturier, “La evaluación de los cambios de cobertura / uso del suelo en la República Mexicana,” *Investig. Ambient.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–39, 2009.
- [88] J. Carlos and J. Bastiaensen, “Ganadería lechera y deforestación en Nicaragua,” *Encuentro*, no. 104, pp. 6–28, 2016.
- [89] V. H. López, M. A. Balderas, M. C. Chavez, J. I. Pérez, and J. G. Gutierrez, “Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano,” *Dialnet*, p. 9, 2014.
- [90] A. y P. (MAGAP) Ministerio de Agricultura, Ganadería, *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025 II Parte*. Quito, Ecuador, 2016.
- [91] G. P. S. Marianita, *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia Santa Marianita 2014-2019*. Santa Marianita, Manta, Ecuador, 2015.
- [92] L. Sumba, “Producción Histórica de Maíz Duro Seco,” Quito, Ecuador, 2014.
- [93] PROECUADOR, “Análisis sectorial de café,” Ecuador, 2013.
- [94] P. Delgado, A. Larco, C. García, R. Alcívar, M. Patiño, and W. Chilán, “Café en Ecuador: Manejo de la Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Informe de Terminación de Proyecto Manejo Integrado de la Broca del Café,” Manta, Ecuador, 2002.
- [95] P. M. V. Roxana and V. A. D. Alexander, “Análisis del proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana en la zona de manabí .,” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2015.
- [96] “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019,” 2014.
- [97] C. G. G. Víctor O. Magaña Rueda, “Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos,” *Gac. Ecológica*, no. 65, pp. 7–23, 2002.
- [98] Adrián G. Rodríguez y Laura E. Meza, *Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático*, ISSN 1680-. Santiago, Chile, 2016.
- [99] O. Ocampo, “El cambio climático y su impacto en el agro,” *Rev. Ing.*, pp. 115–123, 2011.
- [100] F. financiero de proyectos de desarrollo FONADE and I. de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM, “Efectos del cambio climático en la

- producción y rendimiento de cultivos por sector,” *Cambios Climáticos*, pp. 0–49, 2013.
- [101] M. E. Zamora, A. H. Huerta, and O. P. Maqueo, “Cambio global: el Antropoceno,” *Cienc. ergo-sum*, vol. 23, no. 1, pp. 67–75, 2016.
- [102] T. G. F. Richard E. Bodmer, M. A. Pablo E. Puertas, and Kimberlyn Chota y William E. Bodmer, *Cambio climático y fauna silvestre en la Amazonía peruana. Impacto de la sequía e inundaciones intensas en la Reserva Nacional Pacaya Samiria*, Primera Edición. Iquitos, Perú: Gráfica Biblos, 2014.
- [103] M. Vuille, “El cambio climático y los recursos hídricos en los Andes tropicales,” *Banco Interam. Desarro.*, p. 21, 2013.
- [104] B. Creamer, “La Refinería del Pacífico ¿Oportunidad Real y fin de la iniciativa Yasuní-ITT?,” *Boletín de Kyuntura*, vol. 12, pp. 1–8, 2010.
- [105] E. Gudynas, “Desarrollo, Derechos de la Naturaleza y Buen Vivir después de Montecristi,” *Debates sobre Coop. y Model. Desarro. Perspect. desde la Soc. Civ. en el Ecuador.*, pp. 83–102, 2011.
- [106] A. Ramos, *Materias Primas Silvestres Utilizadas en Artesanías*, Primera ed. Bogotá, Colombia: Imágenes de la Naturaleza, 2001.
- [107] Hugo Torres Muro, “Evaluación de Impacto Ambiental producido por el uso de Leña en zonas rurales de la región Tacna,” *Cienc. Desarro.*, vol. 0, no. 13, Feb. 2017.
- [108] A. Sandoval-Moreno and M. G. Günther, “La Gestión Comunitaria Del Agua En México Y Ecuador: Otros Acercamientos a La Sustentabilidad,” *Ra Ximhai*, vol. 9, no. 2, pp. 165–179, 2013.
- [109] A. M. Sandoval, “Entre el Manejo Comunitario y Gubernamental del Agua en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México,” *Agric. Soc. y Desarrollo*, vol. 8, pp. 367–385, 2011.
- [110] I. Muñoz, “Adaptación y debilidad del Estado: El caso de la escasez de agua subterránea en Ica,” *Rev. Cienc. Política y Gob.*, vol. 3, no. 4, pp. 47–68, 2016.
- [111] H. V. Narave-Flores, L. Garibay Pardo, M. de los Á. Chamorro Zárate, L. R. Álvarez Oseguera, and Y. de la Cruz Elizondo, *El Cofre de Perote. Situación, perspectivas e importancia*, Editora Pe. México, 2016.
- [112] M. del A. (MINAM), “Los Climas del Perú,” *Carpeta Pedagóg.*, pp. 1–10, 2012.
- [113] J. D. Pabón-Caicedo and J. A. Eslava-Ramírez, “Generalidades De La

- Distribución Espacial Y Temporal De La Temperatura Del Aire Y De La Precipitación En Colombia,” *Meteorol. Colomb.*, vol. 4, pp. 47–59, 2001.
- [114] A. M. Álvarez, J. O. León, and X. J. Pacheco, “Evaluación del Modelo Climático Global MIROC5 y estimaciones de temperatura y precipitaciones para las zonas sur y norte del Perú,” *Apunt. Cienc. Soc.*, vol. 5, no. 2, pp. 188–195, 2015.
- [115] D. D. J. Pimienta, D. Torre, G. D. Cabrera, Ó. A. Calderón, F. J. Hernández, and J. Pérez, “Estimación de biomasa y contenido de carbono de *Pinus cooperi* Blanco, en Pueblo Nuevo, Durango,” *Madera Y Bosque*, vol. 13, no. 1, pp. 35–46, 2007.
- [116] N.-J. Quiceno-Urbina, G.-M. Tangarife-Marín, and R. Álvarez-León, *Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia).*, vol. 43. Colombia, 2016.
- [117] R. H. Manson, “Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México,” *Madera y Bosques*, vol. 10, no. 1, pp. 3–20, 2004.
- [118] J. M. Delgado, “Importancia de los doseles arbóreos para mejorar la producción y generar Servicios Ecosistémicos,” *Agroforestería Neotrop.*, vol. 1, no. 5, pp. 4–6, 2015.
- [119] V. S. Duval and A. M. Campo, “Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Argentina,” *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.*, vol. 26, no. 1, pp. 37–49, 2017.
- [120] G. A. Garau, “Las brisas marinas y su significación geográfica. El caso de Mallorca,” *Sémata Ciencias Sociais e Humanidades*, vol. 25, pp. 7–28, 2013.
- [121] M. Castro, J. Almeida, J. Ferrer, and D. Díaz, “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global,” *Ing. Solidar.*, vol. 10, no. 17, pp. 111–124, 2014.
- [122] L. S. et al Hamilton, *Los Bosques y el Agua. Estudio temático elaborado en el ambito de la Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005*, vol. 155. Roma, 2009.
- [123] R. H. Manson, *El papel del bosque mesófilo de montaña en los programas de “pago por servicios ambientales hidrológicos” en México*, vol. 10, no. 1. México, 2017.
- [124] M. I. Yáñez-Díaz, I. Cantú-Silva, H. González-Rodríguez, and J. I. Uvalle-Sauceda, “Redistribución de la precipitación en tres especies arbustivas nativas y una plantación de eucalipto del noreste de México,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*,

vol. V, no. 2, pp. 71–84, 2014.

- [125] Marc Dourojeanni, “Impactos socioambientales de la carretera transoceánica (Río Branco- Puerto Maldonado),” (*EN)caves Insostenibles*, 2001.
- [126] R. Safonts and L. Aladro, “Planificación de un Sistema de Gestión Ambiental en la construcción y conservación de obras viales,” *Cienc. en su PC*, no. 2, pp. 56–67, 2014.
- [127] C. I. Nicholls and M. Á. Altieri, “Estrategia para manejo de hábitat para control biológico de plagas,” *Agroecología*, vol. 1, pp. 37–48, 2004.
- [128] D. Paredes, M. Campos, and L. Cayuela, “El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte,” *Rev. Ecosistemas*, vol. 22, no. 1, pp. 56–61, 2013.
- [129] M. José, S. Javier Sarandón, L. Nora Tamagno, and A. Daniel Maggio, “Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del ‘ potencial de regulación biótica ’ en agroecosistemas del sudeste bonaerense,” *Agron*, vol. 114, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [130] D. K. Geissert, A. Gómez-Tagle Ch., A. Gómez-Tagle Rojas, and M. Guevara-Santamaría, “Funciones ecohidrológicas del suelo y su importancia para la conservación y el desarrollo,” *BioDiversitas*, vol. 105, pp. 10–12, 2012.
- [131] C. Nicholls, M. Altieri, and L. Vázquez, “Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas,” *Agroecología*, vol. 10, no. 1, pp. 61–72, 2015.
- [132] J. Pérez N., E. Valdés V., and V. Ordaz C., “Cobertura vegetal y erosión del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra,” *Terra Latinoam.*, vol. 30, no. 3, pp. 249–259, 2012.
- [133] R. M. Murray, M. G. Orozco, a. Hernandez, C. Lemus, and O. Najera, “El sistema agroforestal modifica el contenido de materia organica y las propiedades físicas del suelo,” *Av. en Investig. Agropecu.*, vol. 18, no. 1, pp. 23–31, 2014.
- [134] J. A. Fontúrbel, M.T., Fernández, C., Vega, “Efectos a medio plazo de tratamientos de rehabilitación post-incendio en propiedades microbiológicas del suelo,” *Cuad. la Soc. Española Ciencias For.*, vol. 42, pp. 111–128, 2016.
- [135] C. R. S., *Rastrojo de Cultivos y Residuos Forestales, Programa de Transferencia de Prácticas Alternativas al Uso del Fuego en la Región del Biobío.*, Instituto. Chillán, Chile, 2015.
- [136] E. Z. Freddy Hernández, “Inicio, duración y término de la estación lluviosa en

- cinco localidades de la costa ecuatoriana,” Guayaquil, Ecuador, 2007.
- [137] P. Vélez *et al.*, “Fenómeno del Niño historia y prespectivas,” *Rev. Fac. Cienc. Méd. Univ. Cuenca.*, vol. 33, no. 3, pp. 110–115, 2015.
- [138] M. E. Tapia, “Variabilidad temporal del fitoplancton en areas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento de la Niña 1999-2000, Ecuador,” *Acta Oceanográfica del Pacífico*, vol. 14, no. 1. Ecuador, pp. 37–48, 2007.
- [139] 2015 Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016*. San José, Costa Rica, 2015.
- [140] G. Rodríguez Licea and C. Juárez Carrillo, “Impacto de la sequía sobre los mercados agropecuarios en México (2011),” *Econ. Actual*, vol. IV, no. 4, pp. 26–29, 2011.
- [141] I. Maria Teresa Martelo, Mercedes Pérez Macias, “Estudio del impacto del cambio climático sobre la agricultura y la seguridad alimentaría en la República Bolivariana de Venezuela,” Venezuela, 2010.
- [142] E. L. Castillo *et al.*, “Ecohidrología,” *Colomb. For.*, vol. 17, pp. 57–59, 2014.
- [143] I. Puc, J., Trejo, C., Mendoza, E. y Sauzo, “LAS CARRETERAS como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México,” *Biodiversitas*, no. 111, pp. 12–16, 2013.
- [144] A. Bertha and C. Tello, “El papel de los bosques en el Protocolo de Kyoto: el caso del manejo forestal de Nueva Zelanda y México,” *México y la Cuenca del Pacífico*, vol. 8, no. 24, pp. 62–73, 2015.
- [145] M. D. P. Arroyave *et al.*, “Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo,” *Rev. EIA*, no. 5, pp. 45–57, 2006.
- [146] E. Kaeslin, I. Redmond, and N. Dudley, *La fauna silvestre en un clima cambiante*. Roma, 2013.
- [147] A. Gómez-Tagle Ch, A. F. Gómez-Tagle R, J. A. Ávila O, and L. A. Bruijnzeel, “Partición de la precipitación en un bosque tropical montano de pino-encino en el centro de México,” *Bosque (Valdivia)*, vol. 36, no. 3, pp. 505–518, 2015.
- [148] A. I. Monterroso-Rivas, A. G. Ramirez-García, J. D. Gómez-Díaz, Y. Velázquez-Juárez, and R. Rendón-Medel, “Cambio en la disponibilidad hidrica futura en un bosque mesofilo de montaña de México,” *Interciencia*, vol. 41, no. 4, pp. 266–

272, 2016.

- [149] I. Calder, T. Hofer, S. Vermont, and P. Warren, “Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua,” *Unasylva* 229, vol. 58, 2007.
- [150] FAO, *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*. Roma, 2013.
- [151] M. E. García Marín, “La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad,” *Prod. + Limpia*, vol. 11, no. 2, pp. 161–168, 2016.
- [152] E. Benitez and D. Paredes, “Seleccionando especies para el control biológico por conservación en invernaderos de Almería: tomillo de invierno (*Thynus hyemalis*) y el parasitoide de minadores *Cirrospilus* sp.,” *Phytoma*, no. 280, 2016.
- [153] J. Grageda-Grageda, J. A. Ruiz-Corral, A. Jiménez-Lagunes, and A. Fu-Castillo, “Climate change influence on the development of pests and diseases of crops in Sonora,” *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas*, no. 10, pp. 1913–1921, 2014.
- [154] R. Ghini and E. Hamada, “Impacto del cambio climático en plagas y enfermedades de las plantas en Brasil,” *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas*, vol. 2, pp. 195–205, 2011.
- [155] A. Retana-Salazar and Y. González-García, “Factores que han afectado la producción alimentaria entre los siglos XVI al XIX en Costa Rica, con énfasis en las plagas de insectos,” *Rev. gaditana*, vol. 1, pp. 67–76, 2017.
- [156] E. da Silva, E. Velásquez, A. Santos, M. L. C. Bartz, P. Lavelle, and G. G. Brown, “Indicador general de calidad del suelo en diferentes sistemas de uso del suelo en el Sur de Brasil,” in *V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA*, 2015.
- [157] A. Socarras, “Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo,” *Pastos y Forrajes*, vol. 36, no. 1, pp. 5–13, 2013.
- [158] M. Rivero Herrada, R. R. Gaibor Fernández, W. Mozena Leandro, E. P. de Brito Ferreira, T. Maris Ferraresi, and J. J. Reyes Pérez, “Evaluación de atributos biológicos de un suelo latosol bajo producción agroecológica,” *Cent. Agrícola*, vol. 43, no. 4, pp. 14–20, 2016.
- [159] M. Alejandra, M. Marín, L. R. Pescador, L. Ríos, and J. Luis, “Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia,” *Ing. y Región*, vol. 17, pp. 1–12, 2017.
- [160] C. Alberto *et al.*, “Alteración de la fertilidad del suelo Por el cambio climático y su efecto en La productividad agrícola,” *Interciencia*, vol. 32, no. 368–376, 2007.

- [161] O. P. Caviglia, A. B. Wingeyer, and L. E. Novelli, “El rol de los suelos agrícolas frente al cambio climático,” *Ser. Extensión INTA Paraná*, no. 78, pp. 27–32, 2016.
- [162] A. Promis, J. Caldentey, and M. Ibarra, “Microclima en el interior de un bosque de *Nothofagus pumilio* y el efecto de una corta de regeneración,” *Bosque (Valdivia)*, vol. 31, no. 2, 2010.
- [163] S. N. E. Avomo, “Principales efectos ambientales de la autovia nacional Malabo-Luba (isla de Bioko-Guinea Ecuatorial) y propuesta de medidas correctoras desde un enfoque de restauración ecológica,” Universidad de Alcalá, Universidad Politecnica de Madrid, Universidad Rey Juan Carlos, 2014.
- [164] A. F. Carvajal, D. Pabón, and J. D. Pabón, “Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático,” *Soc. Nat.*, vol. 28, no. 2, pp. 185–198, 2016.
- [165] J. Á. Del Castillo and G. A. A. Cardona, “PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL Y DE OXÍGENO EN LA MEDIA MONTAÑA DEL TRÓPICO ANDINO, CASO CUENCA URBANA SAN LUIS (MANIZALES),” *Luna Azul*, vol. 37, no. Universidad de Caldas, pp. 30–48, 2013.

VII. ANEXO

ANEXO 1.**BOSQUE NATIVO (Bn)**

Foto 1. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513431 E, 9882017 N.



Foto 2. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 511734 E, 9882129 N.

VEGETACIÓN ARBUSTIVA (Va)



Foto 3. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513523 E, 987431 N.



Foto 4. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 511215 E, 9880634 N.

CULTIVO ANUAL (Ca)



Foto 5. (Maíz) Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513629 E, 9874065 N.



Foto 6. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513380 E, 9875124 N.

MOSAICO AGROPECUARIO (Ma)



Foto 7. (Plátano, yuca, fréjol) Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513766 E, 9874659 N.



Foto 8. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513267 E, 9875941 N.

CULTIVO SEMIPERMANENTE (Csm)



Foto 9. (Caña de azúcar). Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513694 E, 9881939 N.



Foto 10. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513411 E, 9882084 N.

PASTIZAL (Pa)



Foto 11. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513416 E, 9882032 N.



Foto 12. Ubicación: WGS84 - UTM zona 17 S: 513450 E, 9875756 N.

CUESTIONARIO DE SERVICIOS AMBIENTALES DE PROVISIÓN

1. Productos agrícolas de mayor consumo

Cultivos agrícolas	Árboles frutales	Anona	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Aguacate	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Caimito	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Cacao	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Café	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Caña de azúcar	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Guaba	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Guineo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Guayaba	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Limón	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Mandarina	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Mamey Cartagena	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Naranja	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Pepino	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Plátano	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Toronja	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Frutas, verduras y hortalizas de ciclo corto	Camote	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Fréjol	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Maíz	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Maní	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Melón	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Piña	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Sandía	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Zapallo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
		Pasto	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Superficie de producción		1 ha. <input type="checkbox"/>	Mayor a 1 ha. <input type="checkbox"/>	Menor a 1 ha. <input type="checkbox"/>

Las fincas se localizan lejos de la zona poblada	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Los productos agrícolas satisfacen las necesidades	Venta	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Autoconsumo	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Observación

.....

3. Productos de origen animal de mayor consumo

Animales domésticos	Cerdos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Chivos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Gallinas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Patos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Vacas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Animales silvestres	Armadillo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Guanta	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Guacharaca	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Guatuso	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Pava de monte	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Perdiz	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Saíno	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Venado	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	

Observación

.....

4. Obtención del recurso hídrico: agua dulce

Fuentes naturales de agua	Pozos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Ríos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Vertientes de montaña	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Cree usted que los pozos, ríos y vertientes de montaña abastecen con suficiente agua a los poblados.		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Considera usted que las fuentes de agua naturales se localizan lejos de los poblados.		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

5. Materias primas vegetales de mayor consumo

Árboles maderables	Arrayán	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Caoba	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Cativo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Cedro	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Fernán Sánchez	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Guayacán	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Higuerón	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

	Jigua	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Laurel	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Mangle	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Pechiche	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Fibras vegetales	Caña guadua	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Hojas de cade	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Madera para leña	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Paja toquilla	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	Tagua	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

CUESTIONARIO DE SERVICIOS AMBIENTALES DE REGULACIÓN

1. Regulación del recurso hídrico: agua dulce

¿Considera usted que el agua obtenida de las fuentes naturales de esta reserva natural es de calidad?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Cree usted que las épocas de lluvias son normales (llueve lo suficiente)?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

2. Control natural de plagas y enfermedades agrícolas

¿Utiliza muy seguido agroquímicos para combatir plagas o enfermedades?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
--	---

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

3. Regulación del Clima local o microclima

¿Considera usted que el clima local de esta reserva natural es de calidad y saludable?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
--	---

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

4. Conservación de la fertilidad del suelo

¿Utiliza muy seguido fertilizantes químicos?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Cree usted que el rendimiento en la producción agrícola es buena?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Observación

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 3. TABULACION DE LAS ENCUESTAS

Tabla 1. Cultivos agrícolas

	Cultivos	Produce (%)	No produce (%)	Total (%)
Verduras, frutas y legumbres.	Camote	100		100
	Fréjol	100		100
	Guineo	100		100
	Haba	60	40	100
	Maíz	100		100
	Maní	40	60	100
	Melón	100		100
	Papaya	50	50	100
	Pepino	60	40	100
	Piña	100		100
	Plátano	100		100
	Sandía	100		100
	Zapallo	100		100
	Árboles frutales	Aguacate	60	40
Anona		80	20	100
Caimito		80	20	100
Cacao		70	30	100
Café		100		100
Caña de azúcar		100		100
Guaba		100		100
Guayaba		100		100
Limón		100		100
Mandarina		100		100
Mamey cartagena		100		100
Naranja		100		100
Toronja		100		100

Tabla 2. Alimentos de origen animal

		Mayor consumo (%)	Menor consumo (%)	Total (%)
Animales domésticos de corral	Cerdo	100		100
	Chivo	100		100
	Gallina	100		100
	Pato	70	30	100
	Vaca	90	10	100
Animales silvestres	Armadillo	100		100
	Guanta	100		100
	Guacharaca	100		100
	Guatuso	70	30	100
	Pava de monte	70	30	100
	Perdiz	40	60	100
	Saíno	10	90	100
	Venado	90	10	100

Tabla 3. Materias primas vegetales - Árboles maderables

		Utiliza (%)	No utiliza (%)	Total (%)
Árboles maderables	Arrayán	20	80	100
	Caoba	80	20	100
	Cativo	20	80	100
	Cedro	100		100
	Guayacán	30	70	100
	Higuerón	100		100
	Jigua	40	60	100
	Laurel	100		100
	Mangle	80	20	100
	Pechiche	100		100
Fibras	Caña guadua	100		100
	Hojas de cade	100		100
	Madera para leña	100		100
	Paja toquilla	100		100
	Tagua	100		100

Tabla 7. Recurso hídrico – Fuentes naturales de agua

	Si (%)	No (%)	Total (%)
Pozo	100		100
Río	100		100
Manantiales o vertientes de montaña	100		100

Tabla 4. SA de Regulación

		Si (%)	No (%)	Total (%)
Clima local o microclima	Calidad	100		100
	Saludable	100		100
Recurso hídrico	Calidad	100		100
	Lluvias normales		100	100
Equilibrio entre enemigos naturales y plagas	Uso de agroquímicos	30	70	100
Fertilidad del suelo	Uso de fertilizantes	10	90	100
	Rendimiento de la producción	100		100