

Fragmentación del paisaje en la cuenca del Río Esmeraldas – Ecuador

Fragmentation of the landscape in the Esmeraldas River basin – Ecuador

Fragmentação da paisagem na bacia do rio Esmeraldas – Equador

Carlos Humberto Reyes Vera

humberto.reyes.vera@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6753-0856>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

Luis Adrián González Quiñonez

luis.gonzalez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5026-0028>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas- Ecuador.

Mirna Geraldine Cevallos Mina

mirna_cevallos_mina@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5383-4522>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas -Ecuador.

Karla Roxeyine Realpe Bolaños

karla.realpe@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2364-651X>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

Erick Lenin Estrada Vásquez

elestradav@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9269-8076>

Universidad Técnica del Norte, Imbabura-Ecuador.

Freddy Junior Delgado Rezavala

freddy.delgado@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3977-329X>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

RESUMEN

Se analiza el grado de fragmentación de los ecosistemas de la cuenca del río Esmeraldas que abarca un área de 21.664 km² y con una gran variedad de recursos y servicios ecosistémicos que con los cambios de usos del suelo se han deteriorado. La metodología utilizada en el estudio se basó en la aplicación del software ArcGis 10.4.1 para la delimitación de la cuenca del río Esmeraldas y las bases de cobertura vegetal y uso del suelo, generando nuevas tablas de atributos con clases reclasificadas, generando mapas de usos de suelo y cobertura vegetal de los años 1990, 2002 los cuales fueron ingresadas al software Fragstat 4.2 para su análisis, resultando las métricas: densidad de parches, número de parches, área total e índice de agregación, determinando una pérdida del área total en la clase de bosque para el año 2002 del 55% del paisaje forestal, la mayor densidad fragmentación se dieron en los años 2002 y 2015 y la pérdida de número de parches se representó con mayor intensidad en el año 2002 para todas las clases excepto para la clase suelo desnudo; cabe recalcar que la aplicación de estos programas son de vital importancia para conocer el estado actual del paisaje que tenemos y de acuerdo a los resultados se recomendaría aplicar estrategias de conservación de biodiversidad acompañado de la aplicación de buenas prácticas ambientales

Palabras clave: Fragmentación de bosques, métricas del paisaje, cambios de usos del suelo, análisis de coberturas, cuenca hidrográfica del río Esmeraldas.

ABSTRACT

The degree of fragmentation of the ecosystems of the Esmeraldas river basin that covers an area of 21,664 km² and with a great variety of ecosystem resources and services that have deteriorated with changes in land use is analyzed. The

methodology used in the study was based on the application of the ArcGis software for the delimitation of the Esmeraldas river basin and the bases of vegetation cover and land use, generating new tables of attributes with reclassified classes, generating maps of land uses and vegetation cover of the years 1990, 2002 which were entered into the Fragstat 4.2 software for analysis, resulting in the metrics: patch density, number of patches, total area and aggregation index, determining a loss of the total area in the forest class for 2002 of 55% of the forest landscape, the highest fragmentation density occurred in 2002 and 2015 and the loss of the number of patches was represented with greater intensity in 2002 for all classes except for the bare soil class; It should be emphasized that the application of these programs are of vital importance to know the current state of the landscape that we have and, according to the results, it would be recommended to apply biodiversity conservation strategies accompanied by the application of good environmental practices.

Keywords: Forest fragmentation, landscape metrics, land use changes, coverage analysis, Esmeraldas River basin.

Introducción

En la cuenca del río Esmeraldas, el aumento de la población y la ambición por la acceso y tenencia de la tierra ha promovido la tala casi sistemática de los bosques naturales, con la finalidad de transformarlos en tierras para usos agropecuarios provocando la extinción casi por completo de bosques nativos limitando los hábitats naturales a pequeños parches en medio de grandes cultivos de palma africana, cultivos de ciclos cortos, plantaciones forestales, potreros, entre otros. Resultado de ello no existen corredores biológicos derivando en la pérdida de biodiversidad y cambios en la abundancia y composición de especies (Hillers *et al.*, 2008).

La fragmentación del paisaje es detallada por el número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos (Díaz 2003), el cual afecta procesos ecológicos vitales en la salud de los ecosistemas más aun cuando los pequeños parches están rodeados, de vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso, disminuyendo la capacidad resiliente de los ecosistemas y sus especies.

Categoría de métrica	Métrica	Descripción
Área	Índice del parche más grande	Porcentaje del área ocupada por el parche más grande
	Densidad de parches	Número de parches por unidad de área
	Tamaño medio de parches	Superficie promedio de todos los parches
Borde	Total de bordes	Longitud total de los bordes de los parches
	Densidad de borde	Longitud de borde de los parches por área
	Índice de contraste de bordes	Grado de contraste entre un parche y su vecindario inmediato
Forma	Forma media	La complejidad de la forma de los parches en un paisaje
	Dimensión fractal	Área del hábitat de interior definida por un ancho definido de amortiguación del borde
Núcleo	Área núcleo	Área del hábitat de interior definida por un ancho definido de amortiguación del borde
	Número de áreas	Número total de áreas núcleo presentes en un paisaje

	núcleos	
	Densidad de área núcleo	Número de áreas núcleo por unidad de área
	Núcleo medio	Promedio de las áreas núcleos de los parches
Contagio y entremezclado	Agregación	El grado del número máximo posible de adyacencias comunes dado un paisaje en el cual cada clase se pondera por su área en el paisaje
	Contagio	El grado de agrupamiento o dispersión de los tipos de parches
	Entremezclado y yuxtaposición	Medida del grado de entremezclado (no necesariamente de dispersión) de tipos de parches
Conectividad	Cohesión de parches	La conexión física de los tipos de parches correspondientes
	Conectancia	El número de uniones funcionales entre parches del mismo tipo, donde cada par de parches está ya sea conectado o a una distancia pre-definida.
	Proximidad media	Considera el tamaño y proximidad de todos los parches cuyos bordes están dentro de un radio de búsqueda predefinido de un parche central

Tabla 1. Métrica de configuración espacial del paisaje. (Echeverría *et al.*, 2014)

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Materiales

- Computadoras
- Software ArcGis 10.4.1
- Software Fragstat 4.2
- Vehículo
- GPS

Descripción de la cuenca del Río Esmeraldas.

La cuenca del río Esmeraldas corresponde a la vertiente del Pacífico, está formada por tres grandes afluentes como son el río Guayllabamba, el río Blanco y el río Quindé. En esta cuenca drenan aproximadamente 70 ríos y numerosas quebradas. Su cauce es navegable desde la confluencia con el río Guayllabamba hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

A lo largo de su recorrido esta amplia corriente fluvial va recorriendo varias localidades muy pobladas, dejando a su paso gran oportunidades de crecimiento económico de acuerdo con los sistemas de producción de cada una de estas. “El uso de suelo más representativo es: cultivos agrícolas, producción agropecuaria, avícola, conservación, protección y producción; y la cobertura vegetal más representativa es: cultivos anuales, cultivos semipermanentes, cultivos permanentes, pastos, vegetación herbácea y bosques.” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2010). Por otro lado, de sus aguas salen los sistemas de producción de agua para uso doméstico para toda la población que habita en su zona de influencia.

El área de influencia de la cuenca del río Esmeraldas está caracterizada por pendientes que varían entre suaves (>2% hasta el 12%) a moderadas (12% - 25%) para la costa, y pendientes pendiente fuertes (40% - 70%) y

escarpadas (70% - >100%) para la sierra y zona de cordillera. Entre las texturas más representativas tenemos: arcillosas, franco arenoso, franco arcilloso y franco arcilloso-arenoso.

La cuenca del río Esmeraldas durante el periodo comprendido entre los años 1965 al año 2013 ha producido un caudal medio mensual de 904,44 m³/s con un caudal medio máximo aproximado de 1906,69 m³/s y caudal mínimo medio aproximado de 434,27 m³/s. Los meses que presentaron menor caudal son agosto y septiembre y el aumento de caudal comienza en los meses de noviembre a diciembre. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2013). El área de influencia de la cuenca del Río Esmeraldas se encuentra en la región Costa y Sierra entre las provincias de Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas, como se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del río Esmeraldas.



Fuente: Estrada & Reyes, 2019.

Metodología de Estudio.

El estudio de índices de paisajes se lo realizó en la cuenca del río Esmeraldas, debido a que es una de las cuencas más grande del país, abarca un área por encima de los 21.000 km² y su longitud es aproximadamente 385 km, la importancia de este estudio radica en el notable cambio de uso del suelo en la cuenca y al disponer de información multitemporal que permitirán comparar su cambio en el paso de los años se toma la decisión de realizar su análisis.

Mediante mapas temáticos de cobertura y uso del suelo que fueron proporcionados por el Sistema Nacional de Información (SNI), además del procesamiento del Modelo de Elevación Digital (DEM) de la cuenca, de los mapas obtenidos utilizamos de los años 1990, 2002 y 2015 para el estudio, siendo procesados en el programa ArcGis 10.4.1 ; y el uso del software Fragstat 4.2 el cual nos ayudó a determinar y valorar los índices de paisaje en la zona de la cuenca, de tal manera que se analizaron los cambios de los patrones espaciales del paisaje, para el análisis de los índices de paisaje trabajamos a nivel de Clase con las siguientes métricas:

- i) Total área
- ii) Número de parches
- iii) Densidad de parches
- iv) Índice de agregación.

Delimitación en ArcGis 10.4.1

Con el Modelo de Elevación Digital 30 * 30 metros se realizó la delimitación de la cuenca del río Esmeraldas con el software ArcGis 10.4.1 y su herramienta *Arc Hydro*, primero se utilizó la herramienta “fill sink” para rellenar aquellas posibles imperfecciones que existen en la superficie del MDE, de forma que las celdas en depresión alcancen un nivel del terreno para asegurar la continuidad de las líneas de flujo. Después se utilizó la herramienta “flow direction” para determinar la dirección del flujo superficial de agua.

Una vez creada la dirección del flujo de la red de drenaje se utilizó la herramienta “flow accumulation” que crea un ráster en el que cada celda almacena el número de celdas situadas aguas arriba que vierten sobre ella. Con la herramienta “Stream definition” se calculó el ráster de corrientes a partir de la acumulación de flujo; luego se empleó la herramienta “Stream Link” en el que se obtuvo un drenaje segmentado continuo a partir de la dirección de flujo. Finalmente, la herramienta “watershed delineation” se utilizó para delimitar la cuenca de drenaje de cada uno de los cauces generados a partir del MDE.

Delimitada la cuenca se realizó se procesaron los mapas de cobertura vegetal y uso del suelo, con la herramienta “clip” se cortaron los mapas según la delimitación de la cuenca del río Esmeraldas, en las *tablas de atributos* de los mapas de cobertura y uso del suelo para los años 1990, 2002 y 2015; se realizó una reclasificación de los mapas de tal manera que los 3 mapas tengan los mismos usos del suelo de esta manera se realizó la reagrupación del área por tipo de cobertura y uso del suelo. A partir de estos mapas estandarizados se obtuvo un ráster para cada año con la herramienta “polygon to raster”, finalmente, se exportaron los mapas en formato “.img” y con la tabla de atributos una tabla en formato “.text” para su ingreso y análisis en el software Fragstat 4.2.

Análisis en Fragstat 4.2

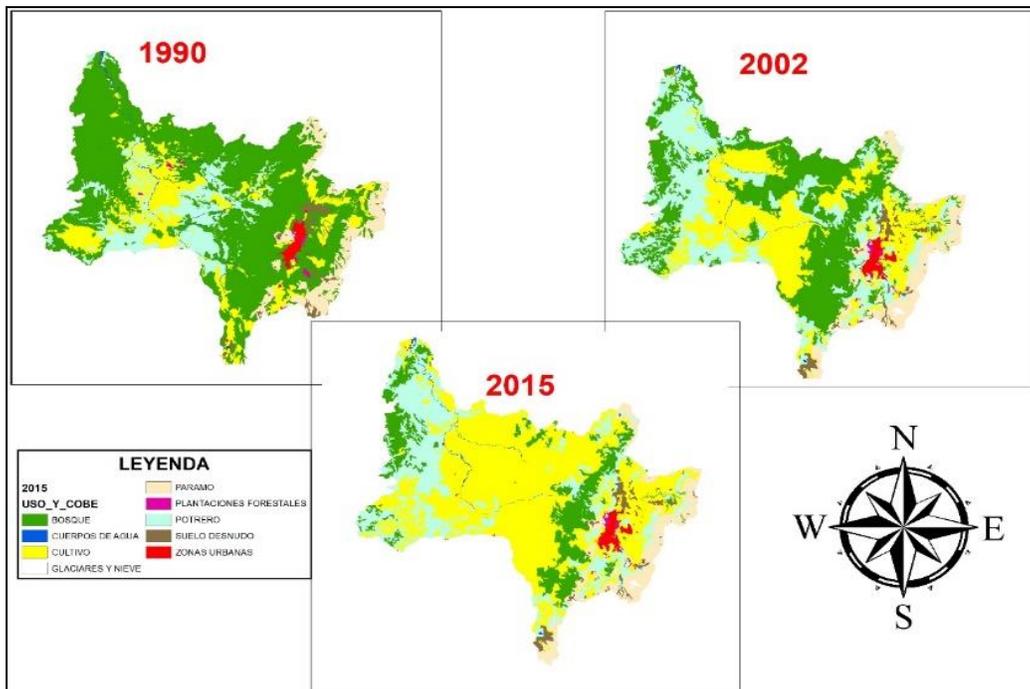
Se realizó por separado para cada año de estudio, cargando primero el mapa en formato “.img”, luego la tabla de atributos en formato “.text”; en el comando análisis de parámetros seleccionamos el botón uso de 8 celdas y sin muestreo; por último, seleccionamos en el nivel de métrica, área total, número de parches, densidad de parches e índice de agregación. En este caso se trabajó para todas las métricas descritas, corriendo el programa para cada una de ellas. El software generó un archivo el cual debe ser exportado y llevado a Excel para exponerlo de mejor manera, para finalmente realizar el respectivo análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Mapas de uso de suelo y coberturas vegetales para los años 1990, 2002, 2015.

Los procesos socioeconómicos e históricos que se han desarrollado en la cuenca del río Esmeraldas, la desatención política y la escasa de acción civil en los que refiere al cuidado de los ecosistemas, están reflejados en los procesos de deforestación que se ha dado en la zona de estudio, tal como se refleja en la figura 2.

Figura 2. Mapa de cambio en la cobertura y uso de la tierra de la cuenca del río Esmeraldas.



Fuente: Estrada & Reyes, 2019.

Resultado de métricas estudiadas.

Tabla 2. Resultados generados del año 1990

TYPE	CA	NP	PD	AI	COBERTURA Y USO DEL SUELO
cls_1	1275489.75	226	0.0104	99.1137	BOSQUE
cls_2	10568.5	50	0.0023	84.2041	CUERPOS DE AGUA
cls_7	282403	201	0.0093	97.8154	POTRERO
cls_8	33948.75	111	0.0051	96.6783	SUELO DESNUDO
cls_3	359698	501	0.0231	97.8829	CULTIVOS
cls_6	10223.5	124	0.0057	94.9179	PLANTACIONES FORESTALES
cls_5	171532.25	28	0.0013	98.685	PARAMO
cls_9	20780.25	11	0.0005	99.0535	ZONA URBANA
cls_4	1271.25	3	0.0001	98.3046	GLACIARES Y NIEVE

Tabla 3. Resultados generados del año 2002.

TYPE	CA	NP	PD	AI	COBERTURA Y USO DEL SUELO
cls_7	590519.75	159	0.0073	98.1641	POTRERO
cls_2	8555.5	17	0.0008	85.5716	CUERPOS DE AGUA
cls_1	706655	145	0.0067	98.6289	BOSQUE
cls_9	27406.25	41	0.0019	97.6925	ZONA URBANA
cls_3	603563.5	124	0.0057	98.7442	CULTIVO
cls_5	180167.5	32	0.0015	98.6738	PARAMO
cls_4	5889.5	9	0.0004	97.7227	GLACIARES Y NIEVE
cls_8	35476.25	32	0.0015	97.2776	SUELO DESNUDO
cls_6	7703.5	13	0.0006	95.4403	PLANTACIONES FORESTALES

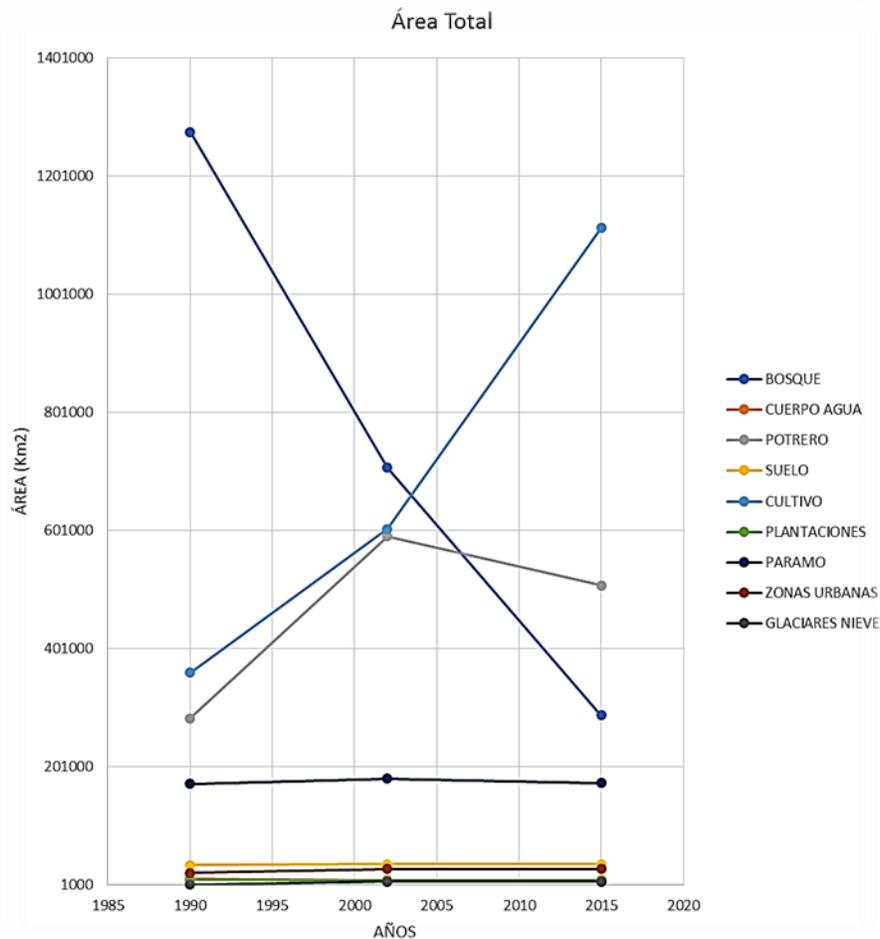
Tabla 4. Resultados generados del año 2015.

TYPE	CA	NP	PD	AI	COBERTURA Y USO DEL SUELO
cls_7	507658.5	163	0.0075	97.9618	POTRERO
cls_2	8555.5	17	0.0008	85.5716	CUERPOS DE AGUA
cls_3	1112892	142	0.0066	98.9991	CULTIVO
cls_9	27406.25	41	0.0019	97.6925	ZONAS URBANAS
cls_1	287576.25	86	0.004	98.1845	BOSQUE
cls_5	173079	32	0.0015	98.6559	PARAMO
cls_4	5889.5	9	0.0004	97.7227	GLACIARES Y NIEVE
cls_8	35476.25	32	0.0015	97.2776	SUELO DESNUDO
cls_6	7403.5	13	0.0006	95.508	PLANTACIONES FORESTALES

Tabla 5. Resultados del área total de la cuenca del río Esmeraldas (Ha.)

AÑOS	BOSQUE	CUERPO DE AGUA	POTRERO	SUELO DESNUDO	CULTIVO	PLANTACIONES FORESTALES	PARAMO	ZONAS URBANAS	GLACIARES Y NIEVE
1990	1275489.75	10568.5	282403	33948.75	359698	10223.5	171532.25	20780.25	1271.25
2002	706655	8555.5	590519.75	35476.25	603563.5	7703.5	180167.5	27406.25	5889.5
2015	287576.25	8555.5	507658.5	35476.25	1112892	7403.5	173079	27406.25	5889.5

Gráfico 1. Área total de las clases por uso del suelo en la cuenca del río Esmeraldas.



A partir de la categorización de las diferentes coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Esmeraldas, se encontró que la categoría cultivos fue la de mayor área en el cambio del uso del suelo desde 1990 hasta el 2015; en 1990 ocupaba el 13% del área total de la cuenca y hasta el 2015 incremento su área llegando a ocupar por encima del 51% respecto al área total, por el contrario de lo que ocurrió con la categoría bosque que en 1990 ocupaba el 59% y hacia el 2015 solo ocupaba un poco más del 13% del área de la cuenca.

Tabla 6. Resultados del número de parches de la cuenca del río Esmeraldas.

AÑOS	BOSQUE	CUERPO DE AGUA	POTRERO	SUELO DESNUDO	CULTIVO	PLANTACIONES FORESTALES	PARAMO	ZONAS URBANAS	GLACIARES Y NIEVE
1990	226	50	201	111	501	124	28	11	3
2002	145	17	159	32	124	13	32	41	9
2015	86	17	163	32	142	13	32	41	9

Gráfico 2. Número de parches de las clases en la cuenca del río Esmeraldas.

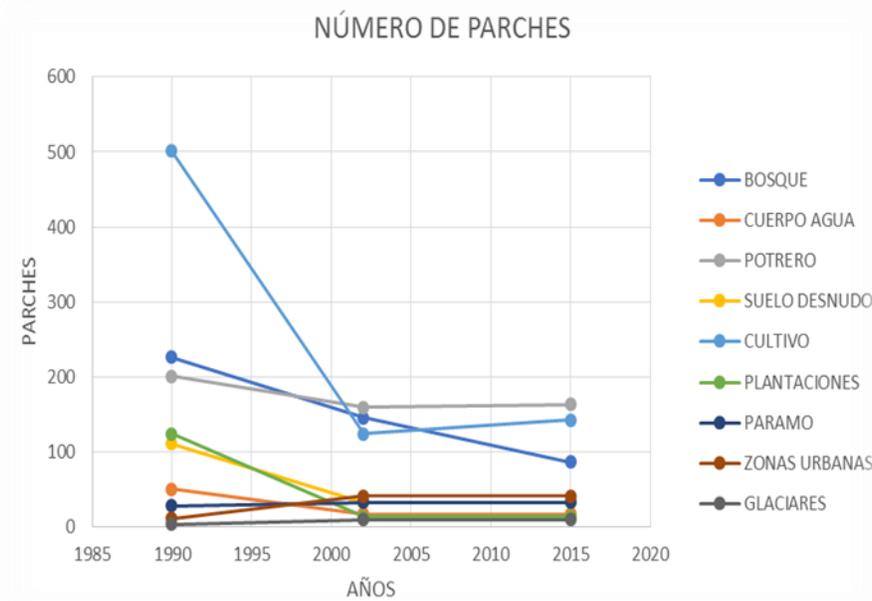


Tabla 7. Resultados de la densidad de parches de la cuenca del río Esmeraldas.

AÑOS	BOSQUE	CUERPO DE AGUA	POTRERO	SUELO DESNUDO	CULTIVO	PLANTACIONES FORESTALES	PARAMO	ZONAS URBANAS	GLACIARES Y NIEVE
1990	0.0104	0.0023	0.0093	0.0051	0.0231	0.0057	0.0013	0.0005	0.0001
2002	0.0067	0.0008	0.0073	0.0015	0.0057	0.0006	0.0015	0.0019	0.0004
2015	0.004	0.0008	0.0075	0.0015	0.0066	0.0006	0.0015	0.0019	0.0004

Gráfico 3. Densidad total de parches de la cuenca del río Esmeraldas.

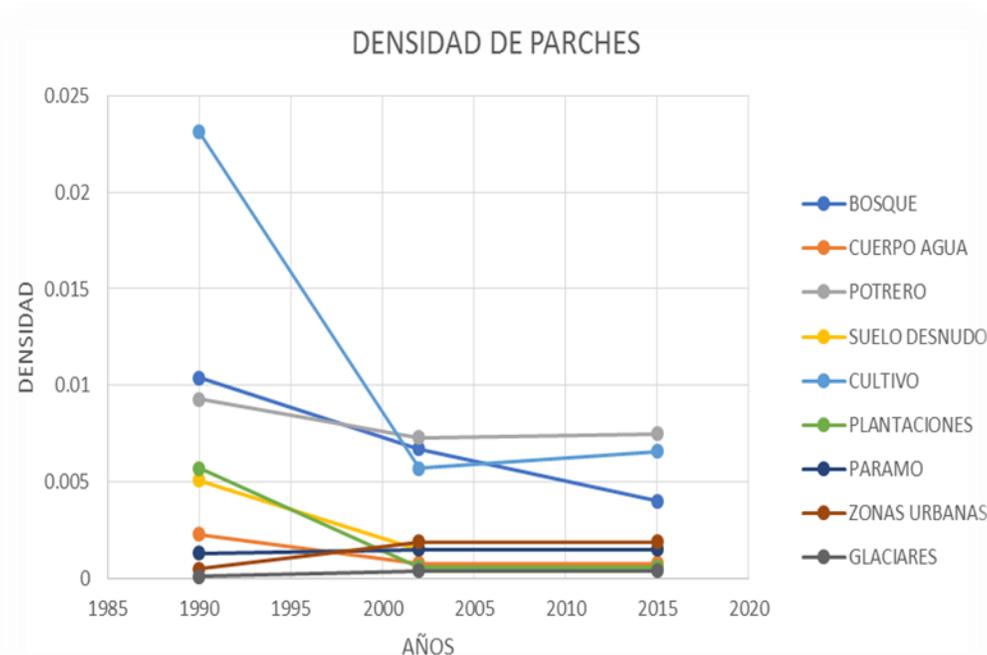
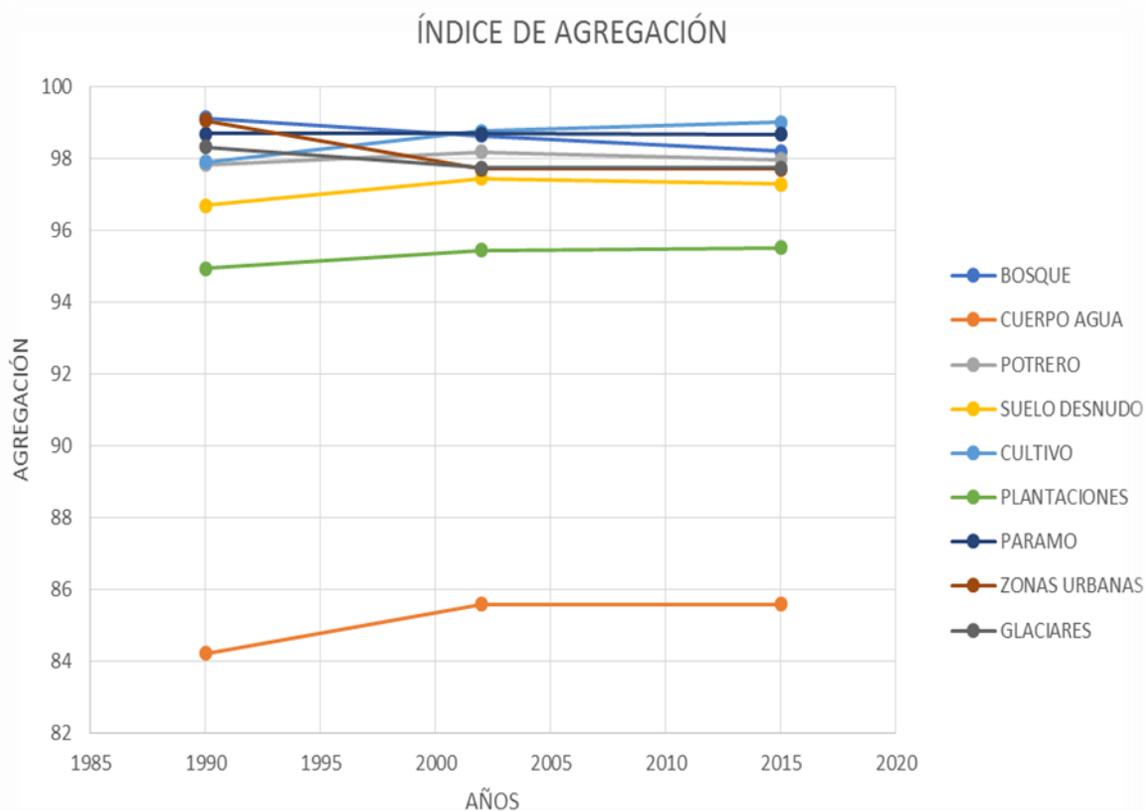


Tabla 8. Resultados del índice de agregación de parches de la cuenca del río Esmeraldas.

BOSQUE	CUERPO DE AGUA	POTRERO	SUELO DESNUDO	CULTIVO	PLANTACIONES FORESTALES	PARAMO	ZONAS URBANAS	GLACIARES Y NIEVE
99.1137	84.2041	97.8154	96.6783	97.8829	94.9179	98.685	99.0535	98.3046
98.6289	85.5716	98.1641	97.4403	98.7442	95.4403	98.6738	97.6925	97.7227
98.1845	85.5716	97.9618	97.2776	98.9991	95.508	98.6559	97.6925	97.7227

Gráfico 4. Índice de agregación total de las clases de la cuenca del río Esmeraldas.



DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los mapas y tablas que se muestran en éste informe son representaciones de la cuenca del río de Esmeraldas para los años 1990, 2002 y 2015 donde utilizamos las coberturas vegetales reclasificando sus clases; la pérdida de paisaje forestal que se determinó en el software Fragstat 4.2, para el año 1990 representado en la figura 2, indica una mayor cantidad de bosque en casi toda la zona de la cuenca, existen poco potreros y los que existen están en la parte baja de la cuenca, pocos cultivos y escasas zonas de suelo desnudo. Para el año 2002 representado en la figura 5, existe gran pérdida de bosque en tan solo una década, con un aumento de potreros y cultivos denotando el origen de la producción agrícola a gran escala en cuenca del río Esmeraldas; para finales de los 90 e inicios del nuevo milenio comienza una deforestación agresiva en la cuenca media en donde se

realizaban desmontes para dar paso al monocultivo de la palma africana, banano, piña, maracuyá y potreros lo cual produjo una degradación del ecosistema. En el año 2015 representado en la figura 2, indica que hay pocas zonas con bosques, en la zona de influencia de la Reserva Mache Chindul y el bosque del Chocó Andino son los últimos remanentes de bosques en la cuenca, quizás por la política de conservación del SNAP, pero sin duda por las vías de acceso que dificulta la explotación de estos bosques, por otro lado se han implementado proyectos de reforestación por parte del Ministerio del Ambiente con la finalidad de conservación de la cuenca hidrográfica, otra política de conservación del bosque de la cuenca es la declaratoria por parte de la UNESCO que el en 2015 denominó como reserva de biosfera en Ecuador al Chocó Andino; para el año 2015 existe aumento excesivo de monocultivos y potreros esto debido a la sobreexplotación del suelo y avance de la frontera agrícola colocando a Esmeraldas como la quinta provincia con mayor producción agrícola de Ecuador según reportes del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010).

En este estudio se reconoce una pérdida del área total del paisaje bosque representado en el gráfico 2, para el año de 1990 el 59% del área total de la cuenca era bosque, para el año 2002 los bosques de la cuenca decrecieron en alrededor del 55% y para el año 2015 de lo que quedaba de bosque nativo se pierde el 40% más de bosque, las pérdidas fueron progresivas y agresivas debido a la presión principalmente de la industria la maderera y palmicultora que apoyada en políticas legalizo tierras para sus intereses.

En los potreros y cultivos presentaron una tendencia ascendente con un punto alto en el 2002 para los potreros y 2015 para los cultivos, debido al auge de empresas que se dedican a la ganadería y monocultivos como la palma africana, banano, piña y maracuyá principalmente, inclusive hacia el año 2015 disminuye el área con potreros debido a las buenas rentas que dejaban la siembra de la palma africana. El área total del suelo desnudo (gráfico 4) aumentó hasta el año 2002 y se mantuvo hasta el año 2015, no ha variado mucho entre los años.

El número de parches presentes en el bosque ha tenido una tendencia progresiva hacia abajo y esto se relaciona con las diversas clases estudiadas debido a que si hay aumento en las otras existe pérdida de parches en el bosque, en los potreros tiene una pérdida muy baja de parches, en el suelo desnudo tiene una pérdida de gran magnitud desde el año 2002 hasta el 2015, de igual manera en los cultivos la pérdida de parches es prominente.

La densidad de parches donde determinamos el número de fragmentos encontrados en diferentes clases, según McGorrigal, 2002, indica que a mayor densidad de parches es más heterogénea o mayor densidad de fragmentos es más fragmentada, de acuerdo a nuestros gráficos de las diferentes clases. Existió una fragmentación progresiva en la clase bosque en los años 1990, 2002 y 2015; en los potreros existió poca fragmentación para los tres años, en el suelo desnudo existió baja fragmentación para los años 2002 y 2015; en los cultivos del año 1990 al 2002 existió un aumento de fragmentación en la zona, del año 2002 al 2015 tuvo un bajo descenso.

De acuerdo con el índice de agregación para el año 1990 las clases que se encontraban desagregadas como lo demuestran los mapas fueron los cuerpos de agua, plantaciones y suelo desnudo, con una desagregación estimada del 96% y se mantuvo hasta el año 2015 con la desagregación progresiva de las plantaciones forestales en las laderas la cordillera.

CONCLUSIÓN

Se determinó que desde 1990 hasta el 2015 existe un cambio de la cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Esmeraldas, en 1990 la mayor cantidad del área estaba cubierta por bosques el cual fue disminuyendo, dando paso a cultivos y potreros. La intervención antrópica define la disminución de los bosques tropicales en la cuenca del río Esmeraldas, pues alrededor del 80% de la cuenca en el 2015 son áreas ocupadas por alguna actividad antrópica, claramente las actividades y necesidades antrópicas presentan un área significativa como para ser el foco de estudio para la conservación de la cuenca del río Esmeraldas.

Al proyectar el análisis en la cuenca del río Esmeraldas en 25 años se perdieron alrededor de 1 millón de hectáreas de cobertura boscosa es decir el 80% de los bosques nativos de la cuenca del río Esmeraldas se perdieron, en un inicio por la influencia de la industria maderera para luego dar paso a la industria palmicultora que apoyada por políticas de disminución de impuestos y legalización de la tenencia de la tierra influyó en el cambio del uso del suelo en la cuenca del río Esmeraldas.

El estudio de la fragmentación de bosques en la cuenca del río Esmeraldas aporta información que obligan a los actores tomadores de decisiones y tenedores de la tierra a la restauración, manejo y gestión integral, y en general, promueven a la búsqueda de una política pública que obligue a tener un desarrollo sostenible en pro de ecosistemas saludables.

REFERENCIAS

- Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales de Ecuador. (2015). *Estudio de la flora y fauna en peligro de la provincia de Esmeraldas*.
- Cuasapaz, C. 2018. *Influencia de patrones climáticos globales en el caudal superficial de la cuenca del río Esmeraldas*. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte.
- Díaz, A. (2003). Instrumentos para la planificación integral del uso de la tierra con sistemas de información geográfica – un caso de estudio en Argentina. Obtenido en: <http://edoc.huberlin.de/dissertationen/diaz-lacava-amalia-nahir-2003-07-16/HTML/N1754D.html>.
- Echeverría, C., Bolados, G., Rodríguez, J., Aguayo, M., Premoli, A.. (2014). *Ecología de Paisajes Forestales. Ecología Forestal “Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile”*. Chile:Ediciones UACH.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2013). *Estaciones meteorológicas e hidrológicas operativas y series de caudales medios mensuales*. Quito: Autor.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Estaciones meteorológicas e hidrológicas operativas y temperaturas medias mensuales*. Quito: Autor.
- Macías, M. 2018. *Clasificación tipológica de los ríos de la cuenca del río esmeraldas*. Tesis de pregrado. Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010). *Metodología de cobertura y uso de la tierra, cobertura vegetal natural, sistemas de producción agropecuaria y actividades de extracción minera del Proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio A Nivel Nacional*. Quito: Autor.
- Ramírez, J. (2015). *Alternativas de manejo sustentable de la subcuenca del río Pitura, provincia de Imbabura, Ecuador*. Tesis de grado. Universidad de la Plata.