UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANÁLISIS DE DEFORESTACIÓN OCASIONADA POR PLANTACIONES DE PALMA AFRICANA MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.

AUTOR(ES):

María Cristina Cantos Ureta

DOCENTE - TUTOR:

Ing. Darwin Javier Sucoshañay Villalba, PhD

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

Análisis de deforestación ocasionada por plantaciones de Palma Africana mediante el uso de imágenes satelitales en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas

Cantos Ureta María Cristina[1]
amb2017286@uea.edu.ec

Ing. Darwin Javier Sucoshañay Villalba, PhD[2]
dj.sucoshanayv@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental (1)

Resumen

En los últimos años el cultivo de palma aceitera ha tenido un crecimiento muy elevado, lo que ha generado una preocupación por los impactos ambientales que se han ocasionado como la pérdida de superficie de bosque. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue analizar la deforestación ocasionada por plantaciones de Palma Africana mediante el uso de imágenes satelitales en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Se realizó un análisis geoespacial con capas geográficas del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para estimar la superficie deforestada por establecimiento de plantaciones de palma aceitera y se realizó una validación de los resultados con el uso de imágenes satelitales, logrando un periodo de estudio desde 1990 al 2022. La superficie deforestada total es de 59.727,43 ha, lo que representa un 21,47% de la superficie de bosque del año 1990 y un promedio de pérdida de bosque nativo al año de 2.132,12 ha. La superficie de plantaciones de palma es de 25.049,73 ha de las cuales el 90,34% de la superficie total de plantaciones provienen de bosque nativo. La validación de resultados mediante imágenes satelitales indicó que no hay incremento en el establecimiento de plantaciones de palma durante el periodo 2020 a junio del 2022. Se logró evidenciar que el 37,89% corresponde a establecimiento de plantaciones de palma aceitera, lo que indica que la deforestación también podría estar asociada a otros factores como la expansión de la frontera agrícola, pecuaria y de la tala de especies forestales comerciales.

Palabras Claves: Bosque, percepción remota, ArcGis, impacto ambiental

Abstract

In recent years, the cultivation of oil palm has had a very high growth, which generates concern about the environmental impacts that have been caused, such as the loss of forest surface. Therefore, the objective of the research is to analyze the deforestation caused by African Palm plantations through the use of satellite images in the San Lorenzo canton, Esmeraldas province. Geospatial analysis was carried out with geographical layers from the Ministry of the Environment, Water and Ecological Transition and the Ministry of Agriculture and Livestock to estimate the area deforested by the establishment of oil palm

plantations and a validation of the results was carried out with the use of satellite images, achieving a period of study from 1990 to 2022. The total deforested area is 59.727,43 ha, which represents 21,47% of the forest area in 1990 and an average loss of native forest per year of 2.132,12 ha. The area of palm plantations is 25.049,73 ha, of which 90.34% of the total area of plantations comes from native forest. The validation of results through satellite images indicated that there is no increase in the establishment of palm plantations during the period 2020 to June 2022. It was possible to show that 37,89% corresponds to the establishment of oil palm plantations, which indicates that deforestation It could also be associated with other factors such as the expansion of the agricultural and livestock frontier and the felling of commercial forest species.

***Keywords**:* Forest, remote sensing, ArcGis, environmental impact

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cultivo de palma africana ha tenido un crecimiento muy elevado, convirtiéndose en unos de los cultivos con mayor demanda en Ecuador y en otras partes del mundo, la planta necesita tres años para iniciar su producción y siete años para llegar al máximo, su producción depende del manejo agronómico y del equipamiento empleado (Arellano, 2017); ya que bajo estas plantaciones se extrae el aceite comestible y no comestible, además de otros productos derivados necesarios en la canasta básica (Ávila et al., 2014). Las plantaciones de palma debido a su gran potencial económico, se ha producido una gran expansión en las diferentes regiones del Ecuador, pero es en la región costa donde existe una mayor cantidad de cultivos, principalmente en la provincia de Esmeraldas (Landivar et al., 2010; Potter, 2010).

La palma africana por su aceleración y expansión a gran escala es un tema controvertido alrededor del mundo debido a los impactos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad (Rival & Levang, 2014). De acuerdo con Cirad (2012), la palma africana al ser un cultivo de rápido crecimiento y a su periodo de cosecha de todo el año, conlleva a que no tome en cuenta los efectos que trae consigo este monocultivo. Estas plantaciones contribuyen al cambio climático por la destrucción de los bosques, lo que implica una liberación neta de carbono que contribuye al calentamiento global (Ávila Romero & Albuquerque, 2018; Moncada, 2013).

Los impactos ambientales más significativos y preocupantes son la afectación y pérdida de bosques, la cual tiene muchos impactos secundarios como: la destrucción de toda la vegetación existente donde se desarrollan los cultivos de palma, según García (2014) las palmas no pueden sobrevivir con otros cultivos o plantaciones, ya que privan a la tierra de alimento, con la extinción de toda la vegetación, las especies animales pierden su hábitat y

se ven obligadas a migrar a otras zonas, afectando gravemente los ecosistemas y la calidad de vida del entorno.

Es por ello que, mediante la evaluación temporal y espacial de las presiones que ejercen las actividades humanas sobre los ecosistemas, es indispensable hacer uso de herramientas como los sistemas de información geográficas el monitoreo de los bosques (Venter et al., 2016), el crecimiento acelerado de la palma africana, invita a la comunidad científica a crear medidas de mitigación y compensación a esta problemática (Arellano, 2017); además de, evidenciar los principales cambios significativos de cobertura que se han dado a través de los años en el cantón San Lorenzo (García Marín, 2016). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue analizar la deforestación ocasionada por plantaciones de Palma Africana mediante el uso de imágenes satelitales en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas.

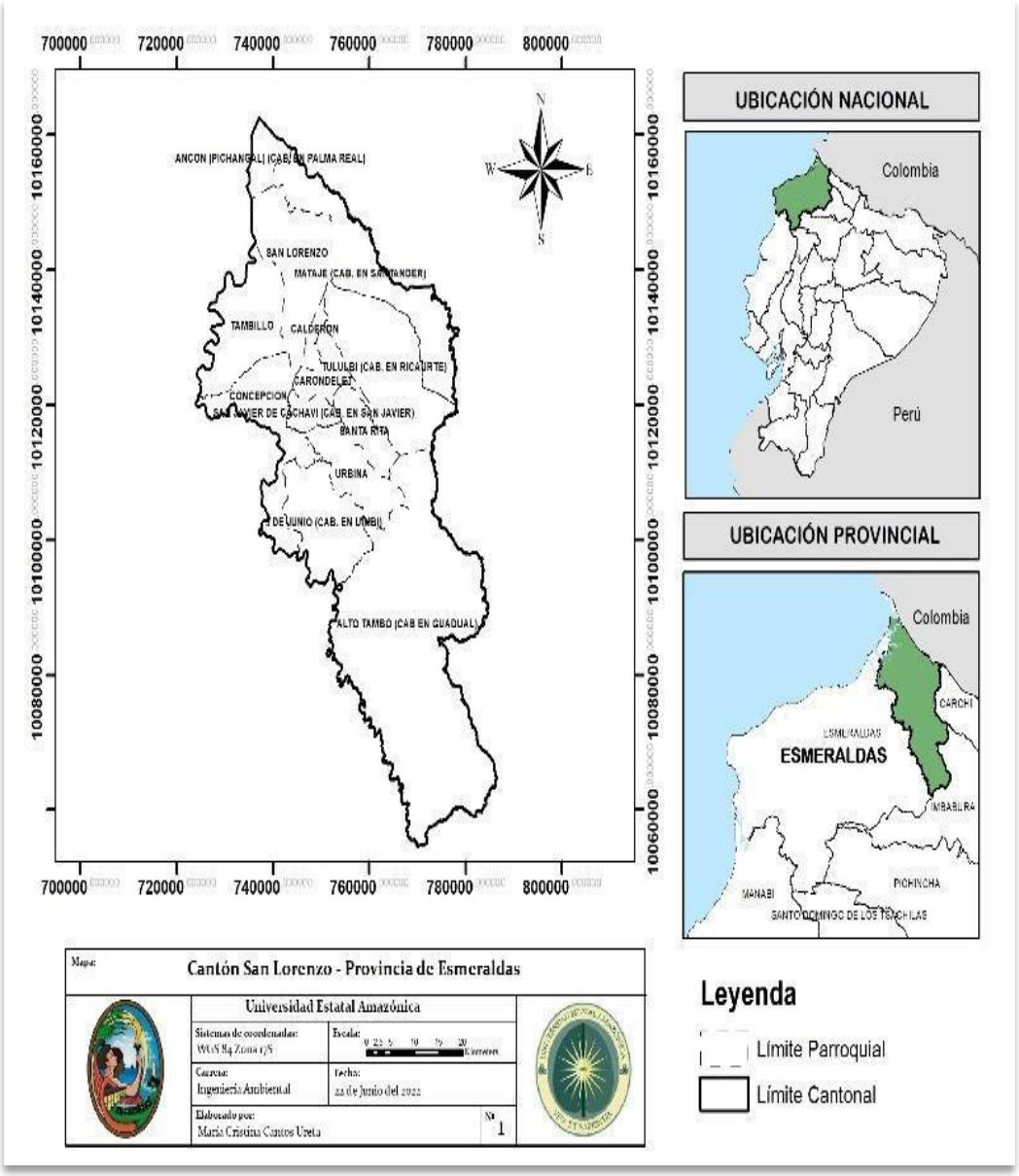
2. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo descriptiva, para lo cual, se utilizaron insumos geográficos de diferentes instituciones gubernamentales como Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Ministerio de Agricultura y Ganadería y no gubernamentales como Esri para acceder a las imágenes satelitales.

2.1. Área de estudio

El área de estudio de la presente investigación se encuentra en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, Ecuador (Figura 1). Su extensión es de 309.855,80 ha, y cuenta con una población proyectada al 2021 de 62.772 habitantes (INEC, 2022). El rango altitudinal va de 10 a 3.480 msnm, la temperatura varía entre 9 – 25 °C y presenta una precipitación acumulada de 4.250 mm anuales (INAMI, 2021). San Lorenzo tiene 9 ecosistemas identificados, siendo el Bosque Siempreverde de las Tierras Bajas del Chocó Ecuatorial el más representativo, con una superficie de 107.860,83 que representa el 34,81% de la superficie cantonal.

Figura 1. Ubicación del área de estudio.



2.2. Conjunto de datos

Para estimar la superficie de bosque del cantón San Lorenzo se utilizó la capa geográfica de la División Política Administrativa (DPA) 2021 (http://www.ecuadorencifras.gob.ec/) y Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) a escala 1:100.000 para los años 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018 (http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/). Para determinar la superficie de plantaciones de palma aceitera en el cantón se utilizó la capa geográfica del Ministerio de Agricultura y Ganadería "Estimación de Palma Aceitera (EPA) – 2020" a escala 1:25.000 (http://geoportal.agricultura.gob.ec/).

2.3. Geoprocesamiento y análisis de la información

Se utilizó el software ArcMap del paquete de ArcGis Desktop 10.8 para los geoprocesamientos de información. A través de la herramienta "Clip" se estimó la superficie de bosque utilizando las capas geográficas de la DPA 2021 y el CUT de los diferentes años (1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018). Para la estimación de la superficie de plantaciones de palma aceitera se utilizó la DPA 2021 y la capa EPA 2020 (Stay et al., 2018).

Para la estimación de la deforestación para un periodo determinado se aplicó la siguiente ecuación propuesta por Puyravaud (2003) con adecuaciones por los autores.

$$R = a1 - a2$$

Ecuación 1.

$$Rm = \frac{a1 - a2}{t2 - t1}$$

Ecuación 2.

Donde: R es la deforestación para un periodo determinado, Rm es la deforestación media anual, a_1 es el área de bosque inicial (ha), a_2 es el área de bosque final (ha), t_1 corresponde al año inicial y t_2 al año final.

Para determinar la superficie de pérdida de bosque por el establecimiento de plantaciones de palma aceitera, se utilizó un geoprocesamiento con la herramienta "Clip" de ArcMap en las capas procesadas para el cantón San Lorenzo, correspondiente a la superficie de bosque para el año 1990 y superficie de plantaciones de palma aceitera del 2020 (Stay et al., 2018).

2.4. Validación de resultados

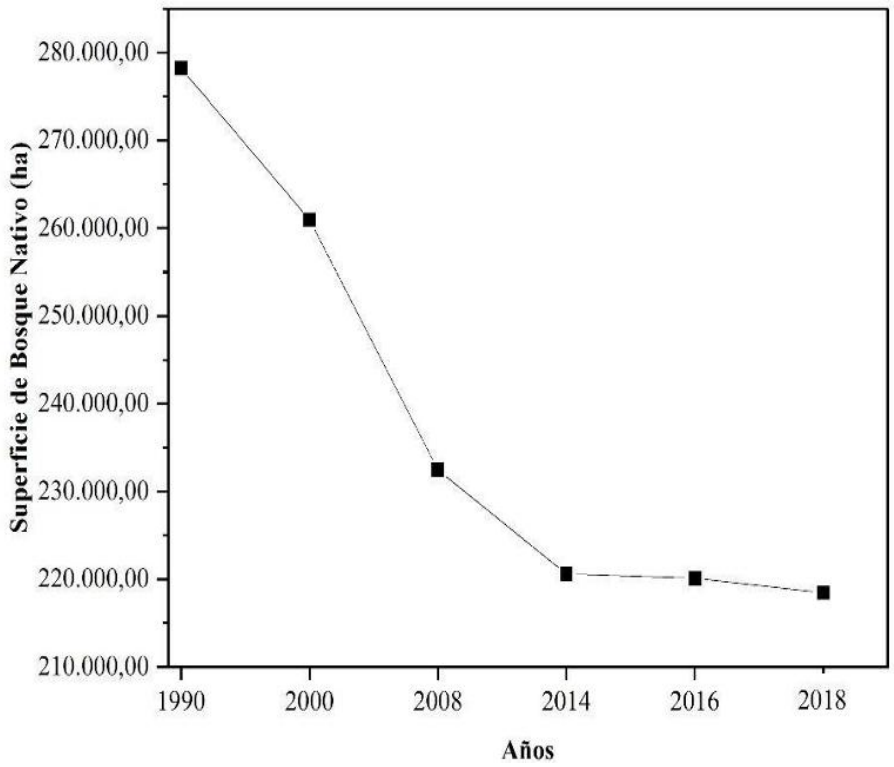
Se realizó un proceso de validación de resultados utilizando imágenes satelitales actualizadas al año 2022 de Esri, con el objetivo de poder evaluar el incremento de plantaciones de palma aceitera, debido a la variabilidad de la temporalidad de los insumos geográficos oficiales por las entidades gubernamentales. Para lo cual se siguió la metodología de (Venter et al., 2016), con adecuaciones por los autores. Se estableció una malla de 1 km^2 en toda la superficie del cantón dando un total de 6.867 cuadrantes, pero únicamente se seleccionaron 616 cuadrantes que cubrían la superficie de palma aceitera del cantón resultante de la capa EPA 2020, de esas 616 solo se validó el 10% dando un total de 62 cuadrantes seleccionados de forma aleatoria a través de la herramienta Create Random Points de ArcMap, dentro del km^2 solo se evaluó el incremento de plantaciones de palma en áreas de bosque nativo resultantes de la capa del CUT 2018.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Bosque nativo del cantón San Lorenzo

La superficie de bosque nativo del cantón San Lorenzo resultante de los geoprocesamiento de las capas de cobertura y uso de la tierra del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica con la capa de la División Política Administrativa del cantón, presentó una superficie de bosque nativo de 278.205,66 ha para el año 1990, en el año 2000 se observó 260.950,81 ha, mientras que en el 2008 se evidenció 232.448,16 ha, el año 2014 mostró una superficie de 220.612,91 ha, en el 2016 presentó 220.102,73 ha y por último en el año 2018 se evidenció 218.478,23 ha de bosque nativo que representa el 70,51% de la superficie cantonal (Figura 2).

Figura 2. Serie histórica de la superficie de bosque nativo en el cantón San Lorenzo.

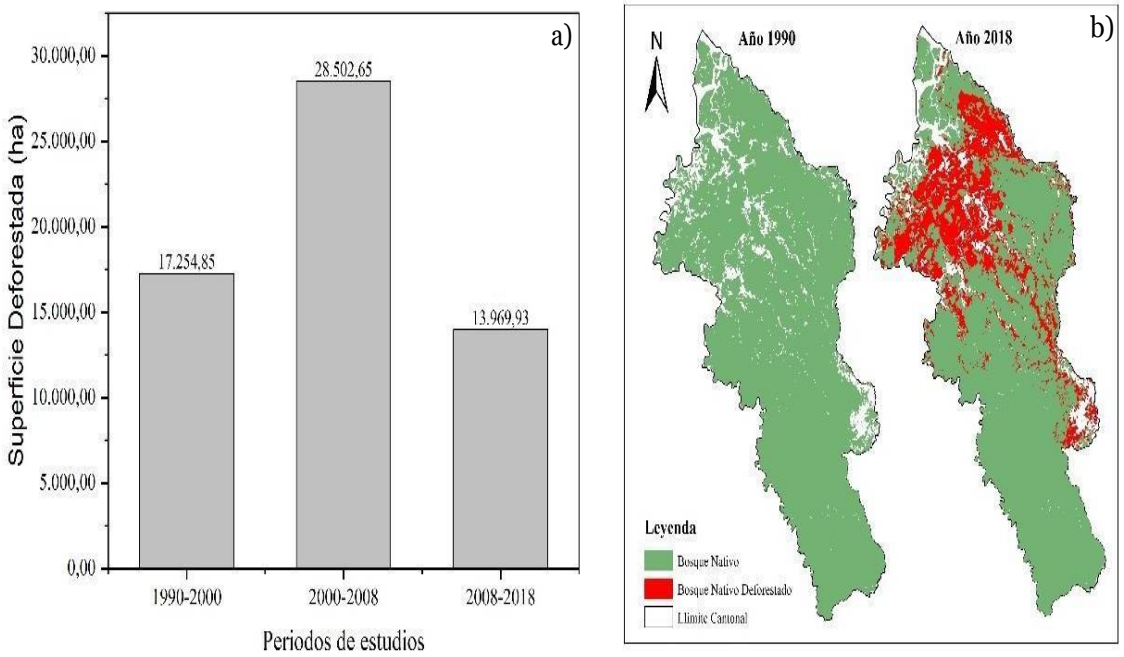


Ecuador es parte de los países con mayor biodiversidad del mundo, dispone de una cobertura de bosque de al menos la mitad de su territorio nacional continental (Sanchez, 2015). El cantón San lorenzo presentó una proporción del 70,51% de su superficie cantonal con bosque nativo, sin embargo varias investigaciones ponen en evidencia la constante presión que estos bosque mantienen debido a las diferentes actividades agrícolas y económica presentes en la zona (Bone, 2020; Potter, 2010). Durante décadas los bosques nativos de Esmeraldas han sido altamente degradados por diversos factores: la extracción de especies forestales comercialmente importantes, la expansión de la frontera agrícola, aumento en el establecimiento de pastizales para actividades pecuarias e incendios forestales ocasionados por quemas agrícolas (Marcillo et al., 2016).

3.2. Deforestación en el cantón San Lorenzo

Durante el periodo de 1990 – 2000 se evidenció una superficie deforestada de 17.254,85 ha, con un promedio de 1.724,49 ha anuales de pérdida de bosque nativo, mientras que el periodo del 2000 – 2008 mostró una área deforestada de 28.502,65 ha con un promedio de 3.561,83 ha anuales, siendo el periodo con mayor superficie de pérdida de bosque nativo; para el último periodo de análisis 2008 – 2018, se evidenció una deforestación de 13.969,93 ha con un promedio de 1.395,99 ha de perdida de bosque al año (Figura 3a). La superficie deforestada total es de 59.727,43 ha, lo que representa un 21,47% de la superficie de bosque del año 1990 y un promedio de pérdida de bosque nativo al año de 2.132,12 ha (Figura 3b).

Figura 3. Análisis de la deforestación en el cantón San Lorenzo.



Leyenda: a: Superficie deforestada para los diferentes periodos de estudio; b: Mapa de superficie deforestada.

La deforestación que se ha evidenciado en el cantón San Lorenzo, podría estar implicando muchos efectos negativos para el ambiente que aún no han sido reportados para el cantón. Varias investigaciones reportan que los impactos que se le atribuyen a la deforestación son la pérdida de hábitats de especies de fauna y flora, lo que las lleva a su extinción, aumento de las temperaturas debido a la eliminación de la cobertura vegetal, aumento en las emisiones de gases efecto invernadero, degradación de suelo por erosión hídrica y eólica, inundaciones y perdida de cauces hídricos (Cárdenas-Torres, 2014; García Marín, 2016; Marapi, 2013; Sanchez, 2015).

3.3.Deforestación ocasionada por establecimiento de plantaciones de palma aceitera

La superficie de plantaciones de palma aceitera, resultante del geoprocesamiento de la

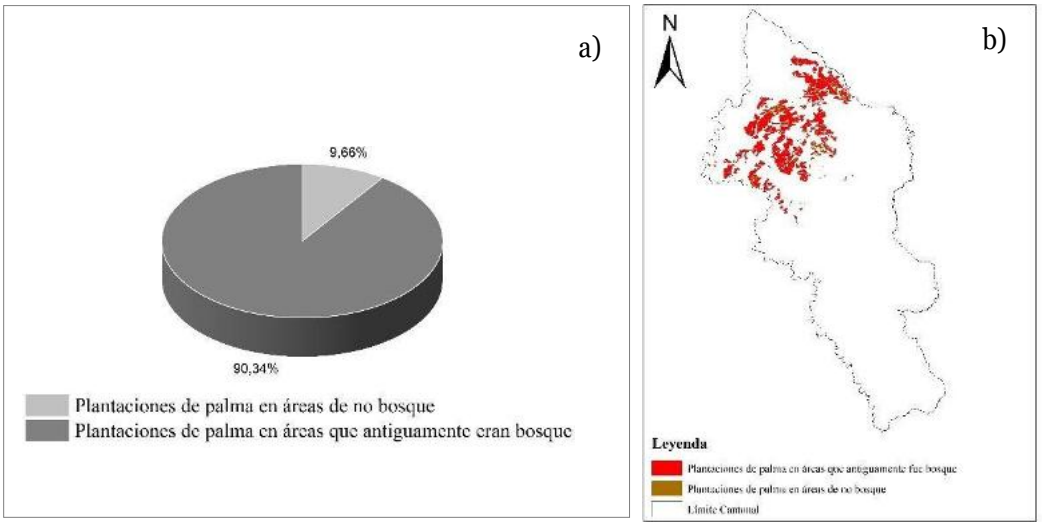
capa geográfica de estimaciones de palma aceitera del Ministerio de Agricultura y Ganadería para año 2020 y la capa de la División Política Administrativa del cantón presentó una superficie de 25.049,73 ha de plantación palma, lo que representa el 8,08% de la superficie total del cantón. De las 13 parroquias que tiene el cantón San Lorenzo en 11 se evidencia presencia de plantaciones palma, de las cuales las cinco parroquias con mayor superficie de plantaciones son San Lorenzo con 5.328,41 ha, seguido de Mataje con 5.201,23 ha, Tambillo con 4.152,36 ha, Concepción con 3.700,59 ha y Tululbi con 2.678,77, representando el 84,08% de la superficie total de plantaciones de palma en el cantón (Tabla 1).

Tabla 1. Desagregación de la superficie de plantaciones de palma aceitera a nivel parroquial 2020.

Parroquia	Plantaciones de palma (ha)
San Lorenzo	5.328,41
Mataje	5.201,23
Tambillo	4.152,36
Concepción	3.700,59
Tululbi	2.678,77
Carondelet	2.165,30
Calderón	870,40
San Javier de Cachavi	749,95
5 de Junio	165,65
Santa Rita	27,90
Urbina	9,18
Alta Tambo	0
Ancón	0

Los resultados del geoprocesamiento para estimar de perdida de bosque por establecimiento de plantaciones de palma aceitera, mostró una superficie de 22.630,25 ha lo que representa el 8,13% de pérdida de bosque nativo y representa el 90,34% de la superficie total de plantaciones de palma dentro del cantón San Lorenzo para el año 2020 (Figura 4).

Figura 4. Análisis de la deforestación en el cantón San Lorenzo ocasionada por plantaciones de palma aceitera.



Leyenda: a: Proporción de plantaciones de palma que su superficie proviene de bosque nativo; b: Mapa plantaciones de palma aceitera en el cantón San Lorenzo.

En Ecuador la palma aceitera fue introducida entre 1953-1954, con el objetivo de reducir las importaciones de aceite para cocinar (Burt et al., 1960). Los primeros establecimientos de plantaciones de palma aceitera, iniciaron en los cantones de Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo, también son zonas de una importante de producción agrícola (Potter, 2010). En el cantón San Lorenzo empezó el establecimiento de plantaciones de palma a inició de los años de 1990, donde se situaba un importante ecosistema forestal que se extendía desde Colombia conocido como el Chocó, muy reconocido por ser un punto con un alto endemismo y diversidad (Buitrón, 2001; Potter, 2010).

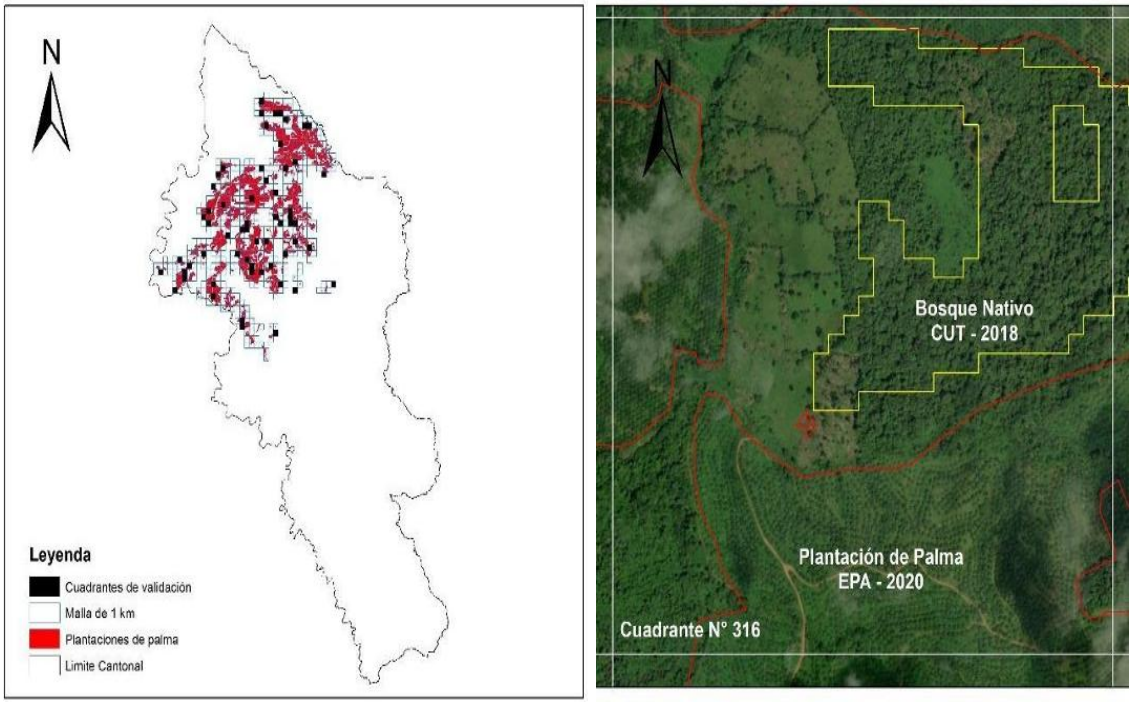
A lo largo del tiempo los impactos ambientales que ha ocasionado la deforestación para el establecimiento de plantaciones de palma, no son los únicos problemas que enfrentan los pobladores del cantón, también existe contaminación provocada por los afluentes de aceite y uso de plaguicidas (Arellano, 2017; Moncada, 2013). En varios países de la región se han reportado investigaciones que señalan impactos ambientales similares a los reportados en Ecuador por el establecimiento de plantaciones de palma (Ávila & Albuquerque, 2018; Silva et al., 2016), otra investigación asocia una alta emisión de gases efecto invernadero a la transformación del aceite de palma en biodiesel (Fontalvo, 2014).

Los resultados de la superficie deforestada de acuerdo al periodo de estudio de esta investigación (1990 – 2018), el 37,89% corresponde a establecimiento de plantaciones de palma aceitera, evidenciando que la deforestación también podría estar asociada a otros factores como la expansión de la frontera agrícola, pecuaria y de la tala de especies forestales comerciales.

3.4. Resultados del proceso de validación mediante imágenes satelitales

La validación de los 62 cuadrantes de 1 km^2 seleccionados aleatoriamente, con la finalidad de identificar si durante el periodo 2020 a junio 2022 ha incrementado la superficie de plantaciones de palma aceitera en áreas de bosque nativo mediante el uso de imágenes satelitales. En dicho ejercicio no se evidenció aumento de la superficie de plantaciones, demostrando la calidad de los resultados obtenidos mediante esta investigación a través del análisis de información geoespacial (Figura 5).

Figura 5. Validación de resultados mediante el uso de imágenes satelitales.



Leyenda: a: Cuadrante de validación de información; b: Validación de resultados mediante el uso de imágenes satelitales.

4. CONCLUSIONES

La superficie total deforestada en el cantón San Lorenzo, de acuerdo al periodo de estudio de esta investigación (1990 – 2018), es de 59.727,43 ha, de las cuales el 37,89% corresponde a establecimiento de plantaciones de palma aceitera, evidenciando que la deforestación no solo es por causa de plantaciones de palma, también podría estar asociada a otros factores como la expansión de la frontera agrícola, pecuaria y de la tala de especies forestales comerciales.

La pérdida de bosque nativo por el establecimiento de plantaciones de palma aceitera es de 22.630,25 ha, lo que representa el 90,34% de la superficie total de plantaciones de palma en el cantón San Lorenzo.

REFERENCIAS

Albán, M. A., & Cárdenas, H. (2007, diciembre). *Biofuels trade and sustainable development: The case of ecuador's palm oil biodiesel. iied.* https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G02287.pdf?

Arellano, J. (2017). Análisis Comparativo De Los Impactos Ambientales Entre Proyectos Sobre Extractoras De Palma Africana. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, *II*(3), 31–38.

Ávila, A., Ávila, L. E., & Sulvarán, J. L. (2014). Impactos socioambientales del cultivo de la Palma Africana (Elaeis guineensis) en el Ejido Boca de Chajul, Chiapas, Mexico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, *1*(7), 59–72. http://reibci.org/publicados/2014/diciembre/0700113.pdf

Ávila Romero, A., & Albuquerque, J. (2018). Impactos socioambientales del cultivo de la palma africana: los casos mexicano y brasileño. *Economía y Sociedad*, *23*(53), 1. https://doi.org/10.15359/eys.23-53.4

Ayala Mantilla, M. J. (2012). *Análisis de la huella de carbono y del crecimiento del cultivo de la palma africana en el Ecuador*. http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2039

Bone, D. A. L. (2020). Gestión forestal sostenible en la provincia de Esmeraldas, Ecuador: un análisis con enfoque de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, *10*(3), 1–9. http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/94

Buitrón, R. (2001). El caso de Ecuador:¿ El paraíso en siete años. *Ecuador-El Aceite de Palma En El Devastado Jardín Del Edén". En: El Fruto Amargo Del Aceite de Palma: Despojo y Deforestación*, 19–25.

Burt, A. L., Hitchcock, C. B., James, P. E., Jones, C. F., & Minkel, C. W. (1960). Santo Domingo de Los Colorados--A New Pioneer Zone in Ecuador. *Economic Geography*, *36*(3), 221. https://doi.org/10.2307/141816

Carrillo Zenteno, M., Cevallos Sandoval, V., Cedeño García, C., Gualoto Gualoto, W., Mite Vivar, F. A., Navarrete Parraga, M., Ortega Cedillo, D., Ortega Cedillo, J., Quintero

Román, L., Racines Jaramillo, M., Vera Arizaga, C., Vera Coello, D. I., Zambrano Marcillo, S., & Zambrano Sabando, W. (2015). Manual de cultivo de palma aceitera (N.o 102). Santo Domingo, EC: INIAP, Estación Experimental Santo Domingo, Programa de Palma Africana, 2015. http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3871

Cárdenas-Torres, M. A. (2014). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE FUSTALES EN DOS ECOSISTEMAS DEL CAMPO DE PRODUCCIÓN 50k CPO-09, LLANOS DEL ORINOCO COLOMBIANO. *Colombia Forestal*, *17*(2), 203. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06

Cirad, L. F. (2012). *Oil palm development : risks and opportunities based on lessons learnt from Cameroon and Indonesia*. https://agritrop.cirad.fr/567491

ESRI. (2016a). ¿Qué es el geoprocesamiento?—ArcMap | Documentación. ArcGIS Desktop. Recuperado julio de 2022, de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/analyze/main/what-is-geoprocessing.htm

ESRI. (2016b). ¿Qué es una capa de estadísticas geográficas?—Help | ArcGIS Desktop. ArcGIS Desktop. Recuperado julio de 2022, de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/geostatistical-analyst/what-is-a-geostatistical-layer-.htm

FAO. 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados. Roma. https://doi.org/10.4060/ca8753es

Fontalvo Gómez, M. (2014). El aceite de palma africana elae guineensis: Alternativa de recurso energético para la producción de biodiesel en Colombia y su impacto ambiental. *Prospectiva*, *12*(1), 90. https://doi.org/10.15665/rp.v12i1.155

García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, *11*(2), 161–168. https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13

García Reyes, P. (2014). Tierra, palma africana y conflicto armado en el Bajo Atrato chocoano, Colombia. Una lectura desde el cambio en los órdenes de extracción. *Estudios Socio-Jurídicos*, *16*(1), 207–242. https://doi.org/10.12804/esj16.1.2014.05

GEASIG. (2021, 24 mayo). Geoprocesamiento con ArcGIS: Clip, intersect y dissolve.

Recuperado julio de 2022, de https://www.geasig.com/geoprocesamiento-con-arcgis/

Jimenez Cisneros, K. M. (2019). *Impactos ambientales de la deforestación por la ampliación del cultivo de la palma africana en la parroquia viche. Universidad Estatal del Sur De Manabí.* http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2385/1/JIMENEZ%20CISNEROS%20KIMBERLY%20MARIANELA_TESIS-2019-2020.pdf

Landivar, N., Jácome López, G., & Macías Yela, M. (2010). La Palma Africana En La Provincia De Los Ríos: Negocio Agro-Empresarial, Prebendas Estatales Y Violaciones De Derechos Campesinos. *Eutopía - Revista de Desarrollo Económico Territorial*, *2*, 101–111. https://doi.org/10.17141/eutopia.2.2010.1031

Marapi, R. (2013). La deforestación de los bosques: un proceso indetenible. *La Revista Agraria*, 6–7. http://bit.ly/

Marcillo, J. L. M., Mesía, M. A., & Osorio, B. G. (2016). Cambio Multitemporal De La Cobertura Vegetal Y Fragmentación En La Reserva Ecológica "Mache- Chindul" Ecuador. *European Scientific Journal, ESJ*, *12*(30), 152. https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n30p152

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSCION ECOLÓGICA & MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA. (2015, mayo). *Protocolo metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental* 2013 - 2014 escala 1:100.000. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/01-METODOLOGIA_MAPA_COBERTURA_USO.pdf

Moncada, M. (2013). Palma africana en el norte de Esmeraldas. Un caso de (in)justicia ambiental e insustentabilidad. In *Ecología política del extractivismo en América Latina: casos de resistencia y justicia socioambiental* (pp. 97–122). https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/993/1/Ecologia politica del extractivismo en America Latina.pdf#page=97

Parra, R. (2008). Contribution of oil palm isoprene emissions to tropospheric ozone levels in the Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador). WIT Transactions on Ecology and the

Environment, Air polution(XVI), 95–96. https://doi.org/10.2495/air080111

Potter, L. P. (2010). La Industria Del Aceite De Palma En Ecuador: ¿Un Buen Negocio Para Los Pequeños Agricultores? *Eutopía - Revista de Desarrollo Económico Territorial*. https://doi.org/10.17141/eutopia.2.2010.1028

Puyravaud, J. P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, *177*(1–3), 593–596. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00335-3

Rival, A., & Levang, P. (2014). La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo. In *La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo*. https://doi.org/10.17528/cifor/005097

Sanchez, M. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, *3*(1), 41–54. https://doi.org/10.26423/rctu.v3i1.70

Silva, E. P. da, Magalhães, S. B., & Farias, A. L. A. de. (2016). Monocultivos de dendezeiro, capital transnacional e concentração de terras na Amazônia paraense, La monoculture d'huile de palme, le capital transnational et la concentration des terres sur l'amazonie au Pará. *Revista Campo-Território: Revista de Geografia Agrária*, *23*(11), 165–195.

Sula Cortez, S. P. (2009). *Manual técnico de palma africana.* https://1library.co/document/q7e39jrz-manual-tecnico-de-palma-africana.html

Stay, D., Villa-R, P., Torre, M. G. D. La, & Briones, M. (2018). Determinación de Zonas de Peligrosidad Sísmica en la cuenca del río Jama con el uso de perfiles de respuesta del suelo. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación. ISSN 2528-8083*, *3*(ICCE2018), 74–80. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7364569

Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., Possingham, H. P., Laurance, W. F., Wood, P., Fekete, B. M., Levy, M. A., & Watson, J. E. M. (2016). Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific Data*, *3*. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.67

ANEXOS

Fundamentación teórica:

1. Palma Africana.

La palma aceitera es una planta perenne, cultivada para la extracción de aceite y otros productos derivados comestibles y no comestibles. Según Sula Cortez (2009), las especies de palmeras tienen tres variedades: Dura, Pisifera y Tenera. De estas tres, la variedad tenera es utilizada comercialmente para aquellos procesos productivos de extracción de aceite, siendo un cruce tres las otras dos variedades mencionadas (dura y pisifera). La palma africana aceitera es una especie monoica que por separado produce inflorescencias femeninas y masculina (evitando la fecundación espontanea, alternando sus ciclos femeninos y masculinos) se forma un racimo con frutos ya maduros de color rojo amarillento, gracias a la inflorescencia femenina y cinco meses después de produce la apertura de la flor. La cantidad de racimos y hojas que crecen en la palma depende de la edad y de factores genéticos. La palma africana empieza su proceso productivo a la edad de cinco años, donde se espera que anualmente produzcan catorce racimas, con un peso promedio de 7 kg, y con un peso aproximado de 22 kg cada racima, ocho años después (pág. 5).

2. Condiciones edafoclimáticas que intervienen en el cultivo.

Tabla 1. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de palma aceitera

Condiciones edafoclimáticas	Requerimientos
Profundidad	Suelos profundos a moderadamente profundo (0,60 m).
Textura del suelo	Franco, Limoso, Franco Arcilloso
PH	5,6 - 6.5 (moderado a ligeramente ácido) a 6.5 - 7,5 (prácticamente neutro).
Salinidad	Sin a ligera < 2 dS/m
Nivel de fertilidad	Media a alta (determinada según análisis de suelos).
Drenaje	Bueno a moderado
Altitud	0 a 600 msnm
Precipitación	2400 a 3000 mm anual

Temperatura	24-26°C media anuales

Fuente: Adaptado de (Carrillo Zenteno et al., 2015)

3. Impacto Ambiental

Los impactos ambientales enfocados a las plantaciones de palma africana, según Ayala Mantilla (2012) ampliamente se ha difundido en la literatura como respuesta a la rápida expansión del cultivo, y su extensión a regiones tropicales notorias por áreas de alto valor biológico. El aumento de la comercialización de productos derivados de la palma ha despertado preocupaciones sobre Sostenibilidad de los cultivos y oposición a la idea de valorar sus cultivos por un lado Contribución al crecimiento económico y al uso de la energía en los países en desarrollo Alternativas y las condenadas por cultura. Los efectos de la plantación están estrechamente relacionados con el área plantada y, por lo general, los efectos mayores están asociados con plantaciones más grandes. En Ecuador, el 40 % de los cultivos se siembran entre 1 y 50 hectáreas como plantaciones pequeñas, el 34 % entre 50 y 200 hectáreas como plantaciones medianas y el 27 % entre 200 hectáreas o más en la categoría de plantación grande.

3.1. Deforestación

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2020) define a la deforestación como el cambio de bosques a otros usos de la tierra, independientemente si es antropogénico o no. Ecuador es uno de los países con mayor tasa de deforestación, y monitoreo nacional y los controles siguen siendo débiles. De acuerdo a Alban y Cárdenas (2007) las plantaciones de palma aceitera son considerado un factor contribuyente.

El impacto más importante en relación a los cultivos de palma africana es su relación con la deforestación de bosques primarios. Como menciona Ayala Mantilla (2012) El primer paso para la adecuación de tierras para el cultivo de palma africana es despejar toda la vegetación existente (esto provoca deforestación, emisiones de gases invernadero, pérdida de hábitat, migración de fauna y posible muerte de especies en peligro de extinción).

Otro autor menciona:

La palma aceitera es un cultivo en expansión, y la palma es una especie que está causando mucha controversia en todo el mundo a medida que se deforestan grandes hectáreas de

bosque. Desarrollo de cultivos a gran escala. Esta situación, a su vez, tiene repercusiones sociales y factores ambientales como la concentración de la propiedad de la tierra, las emisiones de carbono, biodiversidad y contaminación de fuentes de agua por agroquímicos, fertilizantes, pesticidas, rodenticidas y herbicidas, y aguas residuales de aceite de palma (Jiménez Cisneros, 2019).

3.2. Afectación al agua.

Los impactos que se afectan al agua según Alban y Cárdenas (2007) durante la conformación de la plantación de palma africana se pueden producir posibles cambios en el sistema de drenaje natural, debido a la contaminación por aplicación inadecuada de pesticidas, fertilizantes y herbicidas, produciendo contaminación de fuentes de agua subterránea por la infiltración de ciertos químicos.

3.3. Aire

La calidad del aire se ve afectada por la apertura de vías y caminos para la siembra y remoción de vegetación para la preparación del terreno. En algunos casos, el uso de herbicidas y los gases de combustión generados por el uso de maquinaria y vehículos para estas tareas liberan emisiones a la atmósfera, lo que va en afecta a la calidad del aire (Alban & Cárdenas, 2007).

Otro efecto importante sobre la calidad del aire son las emisiones de isopreno (C5H8). El isopreno es un compuesto orgánico volátil (COV) que ciertas especies de plantas liberan cuando se exponen a la radiación solar fotosintéticamente activa. Se produce una relación entre la temperatura y la radiación solar en la formación de isopreno La producción de ozono está relacionada con los efectos de las emisiones de isopreno. El ozono se forma por la reacción de los COV con los óxidos de nitrógeno bajo la influencia de la radiación solar. La formación de ozono está asociada con las emisiones de isopreno de las palmas africanas. Es por ello, que es importante que, para el crecimiento y rendimiento de la palma africana, exista un equilibrio entre la temperatura y la radiación solar. Las altas emisiones de isopreno de palmeras africanas se producen cuando las plantaciones se ubican en lugares donde existe altas temperaturas y estos cultivos son expuestos a altos niveles de radiación solar (Parra, 2008).

3.4.Suelo

Para (Alban y Cárdenas, 2007) Los impactos en la geomorfología del suelo pueden resultar de la formación de terrazas y caminos debido a la compactación del suelo. El suelo puede contaminarse también durante la construcción de campamentos, oficinas o almacenes, así como derrames de combustible. Las actividades que tienen mayor impacto en el suelo están relacionadas con los cambios provocados por la introducción de nuevos cultivos. Este es un problema mayor cuando se cambian los bosques primarios. En los casos en que la superficie cultivada corresponda a la tierra previamente ocupada, se reduce el impacto negativo. A pesar de ello, el desarrollo de estas plantaciones sigue generando varios impactos.

4. ArcGis.

Es una completa plataforma de sistema de información geográfica que permite la creación, análisis, almacenamiento de datos geoespaciales con fines geográficos, como la plataforma líder mundial para desarrollar e implementar sistemas de información geográfica (SIG) MAATE – MAGAP (2015).

5. Capa Geográfica.

Se crea utilizando el método de interpolación de Geostatistical Analyst, que almacena la fuente de los datos que lo crearon, así como la simbología y otras características únicas, pero también almacena los parámetros del "modelo de interpolación" (Esri, 2016b).

6. Geoprocesamiento.

El objetivo principal del geoprocesamiento es proporcionar herramientas y marcos para llevar a cabo el análisis y la gestión de mapas, y para realizar una amplia gama de tareas SIG, desde análisis y superposiciones de polígonos simples hasta análisis de regresión múltiple y clasificación de imágenes. Esta herramienta realiza operaciones típicas de geoprocesamiento en un dataset de ArcGIS y genera un nuevo dataset a partir de la herramienta. Cada herramienta de geoprocesamiento realiza una operación pequeña pero importante en los datos del mapa. Este proceso le permite conectar una serie de instrumentos y enviar la salida de un instrumento a otro (Esri, 2016a).

7. Clip (Recortar).

Esta herramienta es muy útil si desea limitar la información geográfica a un área

específica. Como resultado, puede hacer una referencia cruzada de una capa con la "forma" de otra, conservando solo la información que le interesa y descartando la información que no necesita. De esta forma, puede ahorrar tiempo en el cálculo de cada operación realizada (GEASIG, 2021)