

La deforestación de los bosques de la provincia de Putumayo, Región Loreto, Perú en tiempos de pandemia (Covid-19)

Deforestation of the forests of the Putumayo province, Loreto Region, Peru in times of pandemic (Covid-19)

Edwin Gonzalo Montánchez Picardo¹ María Fernanda Portugal Cruz² José Antonio Apaza Atencio³ Leo Ulises Michael Tirado Rebaza⁴ Nancy Maribel Cutipa Calisaya⁵

- 1.- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Independiente. Edwin_15_88@hotmail.com , <https://orcid.org/0000-0002-8458-2495>
- 2.- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Independiente. mportugalc@unjbg.edu.pe , <https://orcid.org/0000-0002-6995-0739>
- 3.- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Independiente. joseaa@unjbg.edu.pe , <https://orcid.org/0000-0002-9012-4749>
- 4.- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Independiente. leotiradorebaza@gmail.com , <https://orcid.org/0000-0002-6599-8866>
- 5.- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Independiente. ncutipac@unjbg.edu.pe , <https://orcid.org/0000-0002-8375-3774>

Págs. 122-138

ARTÍCULO EN EXTENSO

Recibido: 2/11/2021

Aprobado: 11/2/2022

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general comparar el nivel de deforestación y la pérdida de biomasa en los bosques de la Provincia de Putumayo, Región Loreto, Perú, en los primeros meses en los que se decretó el aislamiento social por Covid-19 en este país en el año 2020, respecto al año anterior. Asimismo, se calculó y comparó el volumen de CO₂ liberado producto de esta práctica desarrollada en los bosques. Para ello, se emplearon los softwares

de sistemas de información geográfica Earth Explorer, CLASlite y ArcGIS. Comparando los meses de abril y mayo del 2020, con los mismos meses del año anterior, se determinó que hubo una reducción del 27.03 % de la deforestación total, perdiéndose 7,136.05 ha de bosque, sin embargo, hubo un incremento de la deforestación del 6.5 % en los bosques primarios. Asimismo, durante el periodo de estudio mencionado, se calculó una pérdida de biomasa de 371,117.49 t, equivalente a 681,000.60 t de CO₂ liberado en tiempos de pandemia, contribuyendo al efecto invernadero.

Palabras clave: Deforestación, bosques, biomasa, CO₂.

Abstract

The general objective of this research was to compare the level of deforestation and the loss of biomass in the forests of the Putumayo Province, Loreto Region, Peru, in the first months in which social isolation due to Covid-19 was decreed in this country in 2020, compared to the previous year. Likewise, the volume of CO₂ released as a result of this practice developed in the forests was calculated and compared. For this, the software of geographic information systems Earth Explorer, CLASlite and ArcGIS were used. Comparing the months of April and May 2020, with the same months of the previous year, it was determined that there was a reduction of 27.03% in total deforestation, losing 7,136.05 ha of forest, however, there was an increase in deforestation of 6.5% in primary forests. Likewise, during the aforementioned study period, a biomass loss of 371,117.49 t was calculated, equivalent to 681,000.60 t of CO₂ released in times of pandemic, contributing to the greenhouse effect.

Keywords: Deforestation, forests, biomass, CO₂.

Introducción

Los bosques, gracias a la infinidad de bienes y servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad, son trascendentales en la búsqueda del desarrollo sostenible (Aguirre *et al.*, 2018), pero lamentablemente, el impacto ambiental producto de la deforestación, se ha convertido en una preocupación mundial principalmente debido a la pérdida de la cobertura vegetal, ya que esta permite la regulación del clima, contribuye en la disminución del efecto invernadero mediante la absorción de gas carbónico a través de la fotosíntesis (Moreno y Lourenço, 2018), comprende dentro de sí a millones de ecosistemas (Del Campo y Bernal, 2010) y es capaz de reducir los niveles de erosión del suelo (Shi *et al.*, 2018). De acuerdo con estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la deforestación a nivel mundial fue de 8.3 millones ha/año durante el periodo

1990-2000 y de 5.5 millones ha/año durante el periodo 2005-2010 (Miranda *et al.*, 2013). En consecuencia, los procesos de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo, se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual (Hu *et al.*, 2018), por lo cual, surge la necesidad de conocer los factores que se relacionan con estos cambios (Osorio, 2015).

Según Global Forest Watch (2020) la pérdida de bosques primarios a nivel mundial aumentó en 2.8 % en el año 2019, en comparación con el año anterior. Gracias a la actual coyuntura, el Perú aparece en el quinto lugar a nivel mundial con mayor pérdida de bosques primarios (Sierra, 2020) a pesar de la última estimación brindada por el Ministerio del Ambiente del Perú (2014) que afirmaba que la tasa de deforestación se vería reducida en un 5 % para el 2021 en el “país inca”, cuestión que no se pudo cumplir debido a los grandes y constantes cambios a los que estamos sujetos a causa del SARS – CoV 2. Siguiendo el principio de acción y reacción, cabe resaltar que la Amazonía Peruana también se encuentra condicionada por los procesos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrográficos y biológicos que ocurran en América del Sur (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización del Tratado de Cooperación Amazónica y Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2009) por lo cual, el interés por su cuidado y preservación es un tema en el que las autoridades vinculantes deberían poner mucho énfasis.

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú (2015) alegó que el mencionado país cuenta con 73 millones de hectáreas de bosques en las que se distinguen los bosques amazónicos, de los cuales, el 94 % es comprendida por el área forestal, el 5 % por bosques secos y el 0.5 % por bosques andinos; mismos que experimentan un perjuicio significativo debido a la deforestación indiscriminada realizada en un 80 % de forma ilegal (Vizcarra, 2020) fomentando la liberación de CO₂, peligroso contaminante atmosférico asociado al incremento de la temperatura en el planeta (Sánchez, 2016).

En el análisis de imágenes satelitales del Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina en 2018, se determinó que los puntos de mayor deforestación en el Perú se concentraron en las regiones de Madre de Dios, Ucayali, Puno, Huánuco y Loreto. Respecto a ello, el Diario Gestión (2020) indicó que, en plena crisis, la deforestación ascendió un 64 % en el mes de abril del 2020 en comparación con el mismo mes del año 2019 en el país peruano. Esto se debería a que la Amazonía vive en constantes amenazas, violaciones de derechos humanos y de leyes por tener aislamiento geográfico y marginación histórica (Pascha, 2020). En muchos

casos, las grandes problemáticas de la Amazonía, como la minería ilegal o la deforestación, son consecuencia de las limitadas opciones laborales.

“Las alternativas van a disminuir (tras la pandemia) y muchos se van a ver empujados a la ilegalidad ya que los invasores de tierra no hacen cuarentena” alertó Efe Nurit Bensusan, coordinadora de biodiversidad de la ONG Instituto Socioambiental (Pacco y Santandreu, 2020).

Entre los estudios realizados, Burgas (2014) afirma que en el periodo 2000-2014, gran parte de la Región Loreto, ha visto mermados sus grandes extensiones boscosas, coincidiendo con Rojas *et al.* (2019) en las principales causas: Tala, ganadería y principalmente agricultura migratoria, así como cultivos de palma aceitera, altamente degradante para la calidad del suelo. Además, Valqui *et al.* (2014) descubrieron que este cultivo es bastante empleado en sustitución de la coca, por lo que este negocio no ha dejado de crecer en Perú desde el año 2012, una vez que los suelos de Malasia e Indonesia dejaron de ser rentables para la demanda incesante de la palma aceitera. Según Pérez *et al.* (2019), los bosques de mayor superficie en la Provincia de Putumayo son los bosques de colina baja; siendo las especies más abundantes: El ungurahui (*Oenocarpus bataua*) y el aguaje (*Mauritia flexuosa*), las cuales, se estarían viendo bastante perjudicadas debido a la agricultura y a la sobre extracción (Ramírez, 2013; Aquino *et al.*, 2016). Sin embargo, se debe considerar también que, en menor proporción, el uso comestible, medicinal (Balslev *et al.* 2008) y de producción (puesto que la palmera ungurahui produce un aceite mucho más fino que el de oliva) están favoreciendo a la deforestación (Millán, 2015).

Por ello, en lugar de sacrificar los bosques en busca de la recuperación económica, los gobiernos deberían invertir en la restauración y la buena gestión de estos, acción que permitiría crear empleos, fomentando economías más sostenibles protegiendo los ecosistemas forestales, de los cuales, todos sin excepción, necesitamos. Bajo esta premisa, el presente estudio tuvo como objetivo comparar el nivel de deforestación, la pérdida de biomasa y la liberación de CO₂ consecuente en los bosques de la Provincia de Putumayo, Región Loreto, Perú, durante los primeros meses en los que se decretó el aislamiento social por Covid-19 en este país (abril y mayo del 2020), respecto a los mismos meses del año anterior.

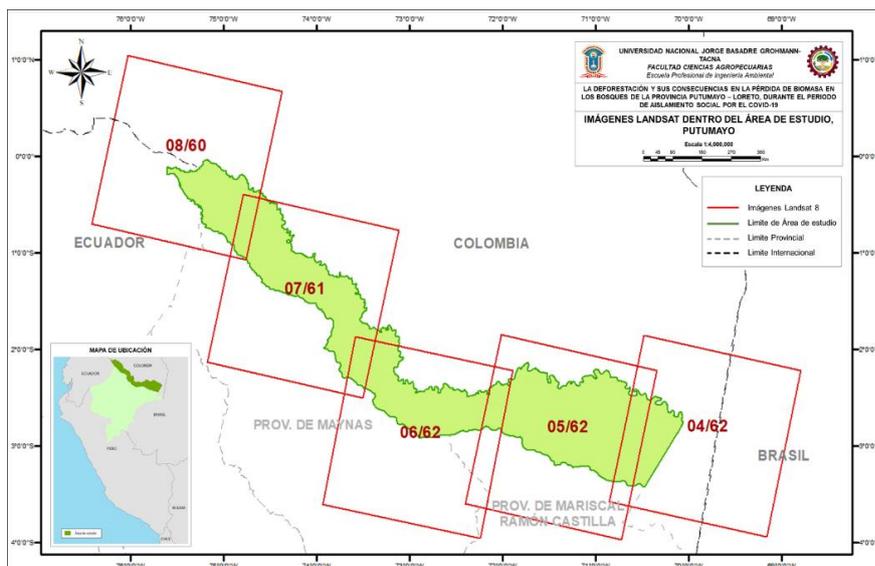
Materiales y Métodos

Se realizó un estudio de nivel descriptivo, con un diseño no experimental, debido a que no hubo una manipulación de variables y; de corte longitudinal, por recolectarse datos históricos de distintos años de la Provincia de Putumayo, a partir de imágenes satelitales LANDSAT 8 (Figura 1). La región en estudio tiene las siguientes características:

- **Coordenadas:** Longitud: O 73°46'48" Latitud: S 4°34'12"
- **Extensión:** Abarca una superficie de 45,927.89 km²
- **Altitud:** Presenta una altitud media de 126 m.s.n.m.
- **Temperatura:** La temperatura media mensual varía entre 23 °C y 28 °C.
- **Precipitación:** Oscila entre 3,000 y 3,500 mm/año.
- **Humedad:** Presenta una humedad entre 82 % a 92 %.
- **Clima:** Se registra un clima dominante muy lluvioso, cálido y húmedo.
- **Topografía:** Se encuentra llena de densa vegetación con colinas de poca elevación y marcada por ríos y tributarios.

Figura 1

Catálogo de imágenes Landsat 8 del área de estudio



Durante el procesamiento de datos, se utilizó el programa Earth Explorer para la descarga de las imágenes satelitales correspondientes a los meses de marzo, abril y mayo durante los tres años de estudio (2018, 2019 y 2020). Estos periodos de estudio fueron escogidos debido a que a fines de marzo del 2020 inició el confinamiento obligatorio impuesto por el Estado Peruano a causa de la Covid-19. Cabe resaltar que el presente estudio se centró en el cálculo de la deforestación durante los años 2019 y 2020, para lo cual se requirió también conocer la data durante el año 2018, a fin de calcular la diferencia del territorio boscoso con la obtenida durante el año 2019.

Aunado a ello, se usó el Sistema de Análisis Landsat de Carnegie-Lite (CLASlite) para cuantificar la deforestación de los bosques (Figura 2) en el área de estudio, siguiendo el protocolo de Análisis y Clasificación de Imágenes para el Monitoreo de Cobertura de Bosque, Deforestación y Degradación Forestal propuesto por el Ministerio del Ambiente del Perú (2013). Finalmente toda esta data fue procesada en ArcGIS.

Para estimar la biomasa aérea, se usó la ecuación para las especies de bosques húmedos tropicales propuesta por Brown *et al.*, (1989), la cual considera al diámetro a la altura del pecho (DAP), altura del árbol (h) y densidad básica de la madera (ρ) como las únicas variables predictoras:

$$\text{Biomasa aérea (Kg)} = \exp(-2.4090 + 0.9522 * \text{Ln}(\text{DAP}^2 * h * \rho))$$

Por cada tipo de bosque presente en el área de estudio, se obtuvieron datos del diámetro a la altura del pecho y altura de árbol según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal facilitado por el Ministerio del Ambiente del Perú (2015). Por otro lado, la densidad básica de la madera se determinó en base al Informe Nacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010). Todos estos valores fueron detallados en la Tabla 1.

Además, para el cálculo de la pérdida de la biomasa, se empleó la fórmula propuesta por Burga (2016) mostrada a continuación:

$$\text{Pérdida de biomasa} = \text{Área deforestada (ha)} * \text{biomasa (toneladas)}$$

Figura 2

Procesamiento de imágenes satelitales en CLASlite v.3.3

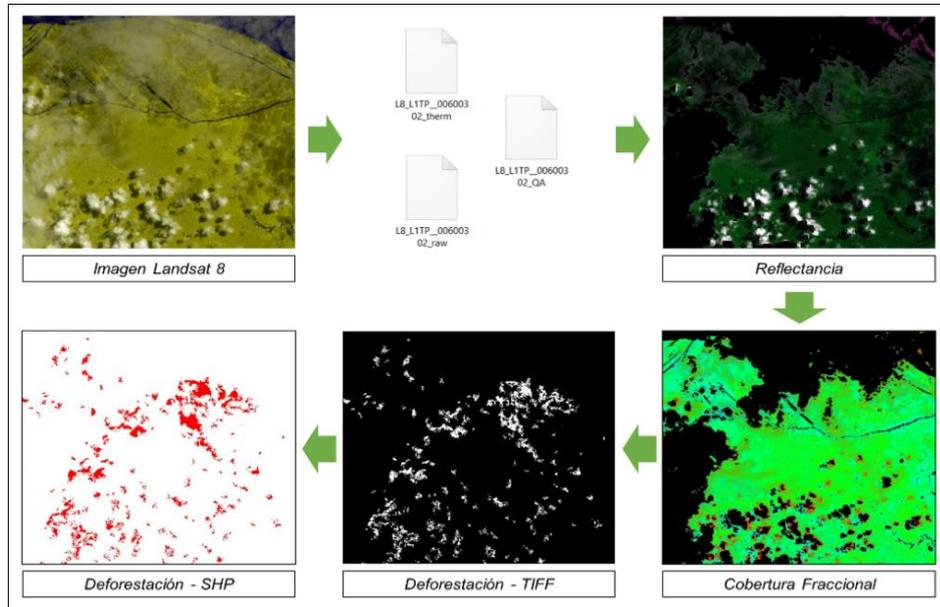


Tabla 1

Datos de Altura, DAP y densidad según tipo de bosque en la región de Putumayo

TIPO DE BOSQUE	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad de madera (g/cm ³)	Densidad (individuos/Ha)
Bosque de colina baja	80	10	0.50	104
Bosque de llanura meándrica	20	10	0.60	130
Bosque de terraza alta	25	20	0.50	94
Bosque de terraza baja	35	170	0.55	10
Bosque inundable de palmeras	30	40	0.70	163

Fuente: Elaboración propia

Para estimar la densidad de carbono sobre el suelo para la vegetación, se empleó la ecuación propuesta por el Intergovernmental Panel on Climate Change adaptada por Burga (2016) en la región Loreto:

$$\text{CO}_2 \text{ (ton)} = \text{Biomasa aérea (ton)} * 0.5 * K_r$$

Siendo $Kr = 3.66544455$ (Peso atómico total del CO_2) / (peso atómico del carbono) y asumiendo que el contenido de carbono corresponde al 50 % de la biomasa aérea de los árboles vivos, lo cual es teóricamente recomendado en el análisis de imágenes satelitales.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos respecto a la deforestación según el tipo de bosque en Putumayo.

Tabla 2

Área deforestada (ha) según tipo de bosque en Putumayo - Loreto

Tipo de bosque	Área deforestada (ha)							
	2019				2020			
	Abril	%	Mayo	%	Abril	%	Mayo	%
Bosque de colina baja	983.33	10.05	7,271.89	74.36	1,934.35	27.11	4,124.78	57.80
Bosque de llanura meándrica	8.17	0.08	5.15	0.05	6.27	0.09	3.33	0.05
Bosque de terraza alta	81.49	0.83	60.35	0.62	146.13	2.05	165.60	2.32
Bosque de terraza baja	198.22	2.03	734.92	7.51	211.40	2.96	274.91	3.85
Bosque inundable de palmeras	210.16	2.15	226.10	2.31	199.51	2.80	69.78	0.98
Subtotal (ha)	1,481.37	15.15	8,298.41	84.85	2,497.65	35.00	4,638.40	65.00
Total (ha)	9,779.78			7,136.05				

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que en marzo del 2020 se inició el aislamiento social obligatorio debido a la pandemia provocada por la Covid-19 en el Perú, se observó un incremento de la deforestación en abril del 2020 respecto a abril del 2019 obteniendo valores de 2,497.65 ha y 1,481.37 ha deforestadas, respectivamente. Estos resultados evidencian que durante este mes del año 2020, el aislamiento social obligatorio considerablemente estricto, ordenado por el Estado Peruano, para la prevención de la Covid-19, contribuyó relativamente a la impunidad proveniente de la deforestación ilegal, debido a los escasos controles realizados por las autoridades en la Amazonía Peruana de Putumayo.

Sin embargo, se evidenció una reducción de los niveles de deforestación en mayo del 2020 respecto al mismo mes del año anterior. Esto es debido a que la tala legal, responsable y controlada llevada a cabo por ciertas empresas en territorio peruano era permitida en el año 2019, siendo el mes de mayo, el tiempo adecuado para su ejecución y posterior reposición de especies deforestadas.

A su vez, se evidencia un aumento de la deforestación en el mes de mayo, en comparación al mes de abril, durante el año 2020, registrando este último un total de 4,638.40 ha deforestadas. Esto se explicaría teniendo en consideración que en un primer momento, las medidas del Estado Peruano fueron bastante drásticas, limitando en cierta manera la

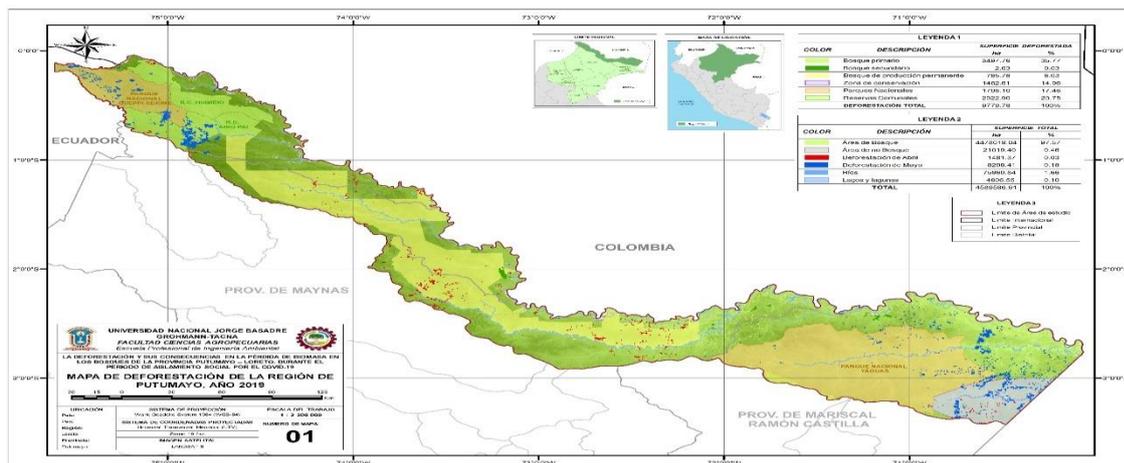
explotación forestal en Putumayo, sin embargo, a medida que iba pasando el tiempo, el control de las autoridades fue perdiendo vigor, permitiendo el retorno de la deforestación ilegal de bosques.

Además, se registró que el bosque de colina baja fue el más afectado ya que durante abril y mayo, del año 2019, se determinó una deforestación equivalente al 10.05 % y 74.36 % del total deforestado, respectivamente; mientras que durante abril y mayo, del año 2020, la deforestación en estos bosques representaron el 27.11 % y 57.80 % del total deforestado, respectivamente.

En la Figura 3 se muestran los niveles de deforestación durante los meses de abril y mayo, del año 2019. Empleando el software ArcGIS se calculó una pérdida total de 9,779.78 ha de bosques durante este periodo, la cual comprendió, entre lo más resaltante, a 1,708.10 ha de bosque de Parques Nacionales (1,113.33 ha del Parque Nacional Güeppí-Sekime y 594.77 ha del Parque Nacional Yaguas), 2,322.9 ha de bosque de Reservas Comunes (2,274.34 ha de la Reserva Comunal Airo Pai y 48.56 ha de la Reserva Comunal Huimeki) y 1,462.61 ha de bosque en la Zona de Conservación “Javier Manuel Salazar Carbajal”. Cabe acotar que durante estos meses, la deforestación en bosques primarios fue de 3,497.76 ha.

Figura 3

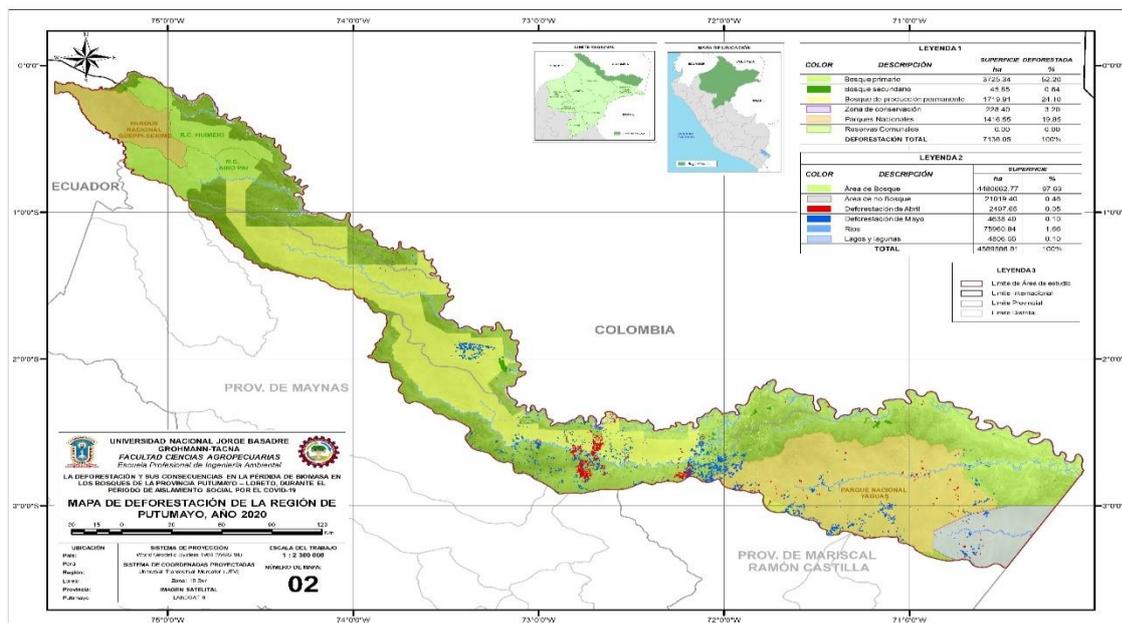
Mapa de deforestación en la provincia de Putumayo, abril y mayo del 2019



En la Figura 4 se muestra la deforestación de abril y mayo, del año 2020. Empleando el software ArcGIS se calculó una pérdida total de 7,136.05 ha de bosques, la cual comprendió, entre lo más resaltante, a 1,416.55 ha de bosque del Parque Nacional Güeppí-Sekime y 228.4 ha de bosque en la Zona de Conservación “Javier Manuel Salazar Carbajal”. Cabe acotar que durante estos meses, la deforestación en bosques primarios fue de 3,725.34 ha.

Figura 4

Mapa de deforestación en la provincia de Putumayo, abril y mayo del 2020



Asimismo, Burga (2016) alegó que la cuantificación de la deforestación está directamente relacionada a la ubicación espacial, estructuras sociales y a la población. Por ello, se infiere que Putumayo, al estar ubicado en la frontera entre Perú y Colombia se ve afectado por la construcción de vías terciarias, el establecimiento de cultivos ilícitos y la ampliación de la frontera agrícola (Castilla *et al.*, 2017), motivo por el que se encuentra bastante propenso al incremento de la deforestación. A su vez, en diversos puntos cerca del río Putumayo, se aprovechan los vacíos legales para blanquear madera proveniente principalmente de Perú, trasladándola hacia Colombia (Paz, 2019). Según Valqui *et al.*, (2014), la gran mayoría de empresas madereras “hacen y deshacen” los bosques de las comunidades nativas de esta zona, lo cual también estaría aportando al ascenso de los niveles de deforestación.

A su vez, Burga (2016) alega que la provincia de Putumayo presentó una escasa área deforestada durante el periodo 2000-2014, sin embargo, años más tarde, el Ministerio del Ambiente del Perú (2019) reportaría que Putumayo, en el año 2018, hubo una pérdida de 1,563 ha de bosques. La presente investigación evidenció que durante los meses de estudio del periodo 2019-2020, hubo una reducción de la deforestación del 27.03 % en Putumayo, un valor muy similar al reportado por Arana y Barrero (2021) quienes mencionan que la deforestación del año 2020, en comparación a la del año 2019, en todo el Perú, se redujo un promedio del 28.7 %. La presente investigación determinó que los bosques primarios tuvieron un incremento de los niveles de deforestación del 6.5 % durante los meses de abril y mayo del año 2020, respecto a estos meses del año 2019, siendo los valores hallados 3,725.34 ha y 3,497.76 ha, respectivamente. Esto resulta muy preocupante, ya que estos ecosistemas se caracterizan por ser cuna de un sinnúmero de recursos naturales autóctonos gracias a la casi nula intervención del hombre en ellos (Gibson *et al.*, 2011).

Asimismo, Ruiz *et al.* (2011) encontraron una alta tasa de deforestación en Putumayo, en la que se perdió el 40 % de la cobertura boscosa en un periodo de 15 años previos a su estudio, un indicador de bastante consideración que se ve favorecido por actividades ilícitas como el tráfico de drogas, minería ilegal, entre otras (Diario Andina, 2020). Se puede afirmar que la deforestación en Putumayo se ve influenciada por ser frontera con el vecino país de Colombia, siendo las probables causas de deforestación: La tala ilegal, la apertura de caminos para transporte de madera, la minería ilegal y los cultivos de producción para cocaína. Esto se debió a que dichas actividades, al encontrarse el país en estado de emergencia sanitaria por el Covid-19, han hallado la forma de vulnerar el débil control actual.

La Tabla 3, muestra la pérdida de biomasa (t) en Putumayo, durante los meses de abril y mayo, de los años 2019 y 2020. Se demostró que la mayor pérdida de biomasa se dio durante el periodo de estudio mencionado, en el año 2019, con un total de 590,336.56 t donde el 75.83 % correspondía al mes de mayo y el 24.17 %, al mes de abril; mientras que durante el periodo de estudio, en el año 2020, se perdieron 371,117.49 t de biomasa de los bosques, de los cuales, el 54.54 % se dio durante el mes de mayo y el 45.46 % restante, durante el mes de abril.

Tabla 3
Pérdida de biomasa (t) en Putumayo durante abril y mayo 2019-2020

Mes	Pérdida de biomasa (t)			
	2019	%	2020	%
Abril	142,671.58	24.17	168,712.99	45.46
Mayo	447,664.98	75.83	202,404.50	54.54
Total (t)	590,336.56	100	371,117.49	100

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los alcances positivos evidenciados en la presente investigación, se puede mencionar que la reducción de la pérdida de biomasa en el año 2020, respecto al año 2019, fue equivalente al 37,13 %, lo cual es corroborado por Saatchi *et al.* (2011) quienes mencionan que la provincia de Putumayo reporta el menor valor de pérdida de biomasa con respecto a las demás provincias de Loreto.

La Tabla 4, indica las cantidades de CO₂ liberado (t) en Putumayo durante los meses de abril y mayo, del año 2019 y 2020 producto de la deforestación. Se demostró que la mayor liberación de este gas, se dio durante el periodo de estudio mencionado, en el año 2019, con un total de 1,083,267.58 t de CO₂, donde el 75.83 % correspondió al mes de mayo y el 24.17 %, al mes de abril; mientras que en el periodo elegido de estudio, en el año 2020, se liberaron 681,000.6 t de CO₂, del cual, el 54.54 % perteneció al mes de mayo y el 45.46 % restante, al mes de abril.

Tabla 4
Dióxido de carbono liberado (t) en Putumayo durante abril y mayo 2019-2020

Mes	Dióxido de carbono liberado (t)			
	2019	%	2020	%
Abril	261,802.35	24.17	309,588.34	45.46
Mayo	821,465.23	75.83	371,412.26	54.54
Total (t)	1,083,267.58	100	681,000.60	100

Fuente: Elaboración propia

Se estimó que las emisiones netas de CO₂ entre los años 1990 y 2010 estarían en los 1.6 mil millones de toneladas en el planeta (Cuéllar y Larrea, 2017). En el año 2012, las emisiones de CO₂ por deforestación en los bosques de Putumayo fue de 3,065,284.08 t. (Baccini *et al.*, 2012). Este dato pone en evidencia que los niveles de deforestación estaban en claro aumento previo a la pandemia, ya que según la presente investigación, en solamente 2 meses del año 2019, ya se había deforestado 1,083,267.58 ha de bosque (un poco más de la

tercera parte de lo que se deforestó en todo el año 2012). Usma *et al.*, (2016) y SERVINDI (2018) afirman que los cambios o disturbios como la tala, la deforestación para usos agrícolas, la degradación de bosques, u otras perturbaciones liberan grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera representando un grave inconveniente para la Amazonía Peruana y para todo el planeta, por su contribución con el efecto invernadero.

Conclusión

Se determinaron los niveles de deforestación en los bosques de Putumayo, los cuales se ven influenciados por la ubicación geográfica fronteriza entre Perú y Colombia, aparentemente debido a las actividades económicas ilícitas, como el tráfico de madera, minería ilegal, tala y traslado de estupefacientes. Ante el periodo de aislamiento social obligatorio, se vio una reducción de la deforestación en abril y mayo del año 2020 de un 27.03 % respecto a los mismos meses del año anterior, perdiéndose 7,136.05 ha de bosque en tiempos de pandemia; pese a ello hubo, un incremento en la deforestación de los bosques primarios de un 6.5 % en el periodo de estudio del año 2020, respecto al 2019. Además, se calculó una pérdida de biomasa de 371,117.49 t, emitiendo a la atmosfera 681,000.60 t de CO₂ en tiempos de pandemia, contribuyendo enormemente al efecto invernadero.

En líneas generales, se puede decir que el Covid-19 redujo los niveles de deforestación en la Provincia de Putumayo, región Loreto, Perú durante el periodo de estudio considerado en la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Aguirre, N., Alvarado, J. y Granda, J. (2018). Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 8(2): 118-130.
- Diario Andina (2020). Ejecutivo prorroga estado de emergencia en dos provincias de Loreto. Agencia Peruana de Noticias. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia-ejecutivo-prorroga-estado-emergencia-dos-provincias-loreto-789491.aspx>
- Aquino, R., López, L., Arévalo, I. y Daza, J. (2016). Diversidad y abundancia de primates y sus amenazas en el interfluvio de los ríos Napo y Putumayo, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 23(3), 243-252.

- Arana, R y Barrero, K. (2021). *Perú: Retrocesos en tiempos de COVID-19*. Lima, Perú: Equidad, Lowenstein International Human Rights Clinic Yale Law School, Forest Peoples Programme, Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana, Pueblos Indígenas Amazónicos Unidos en Defensa de sus Territorios, Organización Regional AIDSESEP Ucayali.
- Baccini, A., Goetz, W. y Walker (2012) *Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps*. Nature Climate Change.
- Balslev, H., Grandez, C., Paniagua, N., Moller, A. y Hansen, S. (2008). Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 15(1), 121-132.
- Brown, S., Gillespie, A. y Lugo, A. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, 35(4): 881-902.
- Burga, M. (2016). *Incremento de la Deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la provincia Alto Amazonas del Departamento de Loreto, 200-2014 (Tesis de pregrado)*. Universidad Científica del Perú, Iquitos, Perú.
- Castilla, C., Peña, F., Velásquez, C. y Figueroa, I. (2017). La corocora (*Eudocimus ruber*) en la llanura amazónica entre los Ríos Caquetá y Putumayo. *Asociación Colombiana de Ornitología*. 16: eNB01-2.
- Cuéllar, S. y Larrea, D. (2016). Pérdida de carbono por deforestación reciente (2010-2013) en las tierras bajas y Yungas de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 51(1), 15-25.
- Del Campo, A. y Bernal, F. (2010). Incendios de cobertura vegetal y biodiversidad: Una mirada a los impactos y efectos ecológicos potenciales sobre la diversidad vegetal. *El hombre y la máquina*, 35: 67-81.
- Diario Gestión. (2020). *Más deforestación y más desigualdad, la Amazonía después del virus*. Lima. Recuperado de: <https://gestion.pe/mundo/internacional/mas-deforestacion-y-mas-desigualdad-la-amazonia-despues-del-virus-noticia/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Informe Nacional de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Roma, Italia: Programa de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales.

- Gibson, L., Lee, T. y Koh, L. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478: 378–381.
- Global Forest Watch. (2020). *Perdimos el equivalente a un campo de fútbol de Selva Tropical Primaria cada 6 segundos en 2019*. Recuperado de:
<https://blog.globalforestwatch.org/data-and-research/datos-globales-de-perdida-de-cobertura-arborea-2019/>
- Hu, Y., Dong, Y., Batunacun. (2018). An automatic approach for land-change detection and land updates based on integrated NDVI timing analysis and the CVAPS method with GEE support. ISPRS. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 146: 347-359.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.10.008>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2013). *Análisis y Clasificación de Imágenes para el Monitoreo de Cobertura de Bosque, Deforestación y Degradación Forestal*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2014). *Estrategia Nacional Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2015). *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Memoria Descriptiva*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *Geobosques. Bosque y pérdida de bosque*. Lima, Perú: MINAM.
- Miranda, L., Treviño, E., Jiménez, J., Aguirre, O., González, M., Pompa, M. y Aguirre, C. (2013). Tasa de deforestación en San Luis Potosí, México (1993-2007). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 19(2), 201-215.
- Moreno, A. y Lourenço, R. (2018). Emisividad de radiación y efecto invernadero por la ocupación urbana del suelo en la cuenca del río Una, São Paulo. *Cuadernos de Geografía*, 27(2): 323-337.
- Osorio, L. (2015). Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyaquilla, *Investigaciones geográficas*, (88), 60-74.
- Pacco, R. y Santandreu, A. (2020). *La Vanguardia Natural*. Recuperado de:
<https://www.lavanguardia.com/natural/20200528/481433474349/la-deforestacion-de-la-amazonia-se-extiende-tan-rapido-como-la-COVID-19.html>

- Pascha, H. (2020). *Derechos feministas y humanos en el Perú*. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos.
- Paz, A. (2019). Según estudio, casi el 50% de la madera comercializada en Colombia sería ilegal. *Mongabay*. Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2019/07/madera-ilegal-tala-amazonia-colombia/>
- Pérez, P., Ramos, M., Díaz, J., Zárate, R. y Mejía, K. (2019). *Biodiversidad en la Cuenca Alta del Putumayo, Perú*. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización del Tratado de Cooperación Amazónica y Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2009). *Perspectivas del medio ambiente en la Amazonía: geo Amazonía*. Lima, Perú: PNUMA, OTCA y CIUP.
- Ramírez, M. (2013). *Contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aprovechamiento forestal de un bosque húmedo tropical en la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo (tesis de postgrado)*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Rojas, N., Barboza, E., Maicelo, J., Olivia, S. y Salas, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, 81(2538): 1-34.
- Ruiz, J., Cárdenas, W. y Baquero, C. (2011). Deforestación y dinámica del bosque secundario en la Amazonia colombiana 1986-2000. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35 (137), 531-545
- Saatchi, S., Houghton, P., Alves, D. y Nelson (2011). *Distribución de biomasa viva en la cuenca del Amazonas por encima de la tierra*. U.S.A.
- Sánchez, C. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 33 (1), 128-138.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla*. Lima, Perú: SERFOR.

SERVINDI (2019). *La deforestación es la fuente principal de emisiones globales del CO2*.

Recuperado de: <https://www.servindi.org/>

Shi, G., Jiang, N. y Yao, L. (2018). Land use and cover change during the rapid economic growth period from 1990 to 2010: A case study of Shanghai. *Sustainability*. 10(2): 426.

Sierra, Y. (2020). Cinco países de Latinoamérica en el top 10 de bosques primarios más deforestados en 2019. *Mongabay Latam: Periodismo ambiental independiente*.

Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2020/06/latinoamerica-bosques-primarios-deforestacion-2019-brasil-bolivia-peru-colombia/>

Usma, J., Ortega P., Valenzuela, J., Deza J. y Rivas, J. (2016). Diversidad biológica y cultural del Corredor Trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güeppí Sekime. Colombia - Ecuador - Perú. WWF. Bogotá D.C., Colombia. 333p.

Valqui, M., Feather, C. y Espinoza, R. (2014). *Haciendo visible lo invisible: Perspectivas indígenas sobre la deforestación en la Amazonía Peruana*. Lima, Perú: Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana.

Vizcarra, E. (2020). *Creación de batallones ecológicos y la deforestación en la región amazónica del Perú. (Trabajo de Suficiencia Profesional)*. Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima, Perú.