

## **Incidencia de la deforestación en la captación de dióxido de carbono y provisión de oxígeno en Paraguay. Periodo 1990-2020**

### *Impact of deforestation on carbon dioxide capture and oxygen supply in Paraguay. Period 1990-2020*

**Clarissa Melina Rodríguez Cañete<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas. San Lorenzo, Paraguay.

**Recibido:** 09/09/2021

**Aceptado:** 10/12/2021

### **RESUMEN**

Respirar es una necesidad para el ser humano, el oxígeno que se encuentra en el aire es de vital importancia. Por tanto, preservar la calidad del aire adquiere relevancia. La presente investigación se centra en la importancia de la superficie boscosa tanto para la provisión de oxígeno como para la captación de dióxido de carbono; con base a lo anterior se planteó la siguiente pregunta ¿cuál es la incidencia de la deforestación en la captación de dióxido de carbono y provisión de oxígeno en Paraguay? Asimismo, el objetivo del trabajo fue determinar la incidencia de la deforestación en la captación de dióxido de carbono y provisión de oxígeno. Atendiendo a la deforestación progresiva durante décadas en Paraguay, se analizaron leyes ambientales, muchas de ellas relacionadas con actividades económicas. En el caso de la Región Oriental debido a la expansión agrícola y en la Región Occidental relacionada a las actividades ganaderas, lo que ocasionó un deterioro ambiental. La metodología aplicada fue de diseño no experimental, descriptivo y correlacional. A partir de 1990 la superficie boscosa disminuyó a 64,3%, dicha disminución se mantuvo durante 31 años llegando en 2020 a 40,5%. Con base a la superficie deforestada se estimó la pérdida de producción de oxígeno demanda por 2.653.205 personas y la reducción de captación de dióxido de carbono equivalente a 7.959.614.740 kg, en el periodo 1990 y 2020. Por tanto, la disminución de la superficie boscosa evidencia una disminución en la absorción del CO<sub>2</sub> y de generación de oxígeno, lo que finalmente afecta a las personas.

**PALABRAS CLAVE:** deforestación, oxígeno, captación de dióxido de carbono

## ABSTRACT

Breathing is a necessity for the human being, the oxygen found in the air is of vital importance. Therefore, preserving air quality becomes relevant. This research focuses on the importance of the forest area both for the provision of oxygen and for the capture of carbon dioxide. Taking into account the progressive deforestation for decades in Paraguay, environmental laws were analyzed, many of them related to economic activities. In the case of the Eastern Region due to agricultural expansion and in the Western Region related to livestock activities, which caused environmental deterioration. The methodology applied was a non-experimental, descriptive and correlational design. Based on the deforested area, the loss of oxygen production demanded by 2,653,205 people and the reduction of carbon dioxide capture equivalent to 7,959,614,740 kg, in the period 1990 and 2020, were estimated.

**KEY WORDS:** deforestation, oxygen, carbon dioxide uptake

**AUTOR CORRESPONDIENTE:** Clarissa Melina Rodríguez Cañete. Doctora en Economía. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas. San Lorenzo, Paraguay. [Email: clarissrodriguez@yahoo.com](mailto:clarissrodriguez@yahoo.com)

## INTRODUCCIÓN

Toda persona tiene el derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado para satisfacer sus múltiples necesidades enmarcado en el derecho a la vida misma. Por ello, en la Constitución Nacional de 1992 de Paraguay, en el Título II De los Derechos, de los Deberes y de las Garantías. Capítulo I, Sección II relacionada al ambiente menciona en sus artículos 7 y 8 como objetivos prioritarios de interés social la preservación, conservación, recomposición y mejoramiento del ambiente, en concordancia con el desarrollo humano integral (Congreso de la Nación, 1992)

Las principales necesidades a ser satisfechas por el cuerpo humano son la comida, el agua, el sueño y el oxígeno; las personas pueden estar sin comer, entre 30 y 40 días, sin consumir agua entre 3 a 5 días, sin dormir 11 días, pero tan solo alrededor de 2 minutos sin respirar. (Bidegain, 2009)

Las personas requieren del oxígeno que se encuentra en el aire. Si bien el aire en sí es una mezcla de gases que constituye la atmósfera del planeta y lo rodea debido a la fuerza de gravedad, lo esencial para los seres vivos es el oxígeno (Población Unida, 2013).

Como explica Bidegain (2009) a fin de tener una comprensión básica sobre la mezcla de los diferentes gases, se menciona que los primeros 8 km en la tropósfera están constituidos por nitrógeno en un 78% de la atmosfera seca, 21% de oxígeno, 0.94% de argón y 0.03% de anhídrido carbónico, este último esencial para el crecimiento de las plantas. Entre los gases residuales se citan el metano, hidrogeno, ozono, neón, helio y xenón. Asimismo, la atmósfera transporta muchas partículas existentes en el aire.

El aire a simple vista es transparente, aunque puede ser visto si está contaminado; tiene la capacidad de expandirse y contraerse al ser un gas (Población Unida, 2013). Atendiendo a la importancia de la calidad del aire la Ley N° 5211/2014 en el artículo 1 se refiere a la prevención y control de emisiones de contaminantes químicos y físicos para mejorar la calidad de vida y garantizar la sustentabilidad del desarrollo protegiendo la calidad del mismo.

Asimismo, en el artículo 5 se internaliza definiciones, a través de la ley sobre qué es el aire, la atmósfera, las actividades que, por su naturaleza, ubicación o por procesos tecnológicos generen algún tipo de contaminación. Puntualizando que la actividad humana de manera directa o indirecta puede generar efectos perjudiciales para la calidad del ambiente o para la salud de los seres vivos (Congreso de la Nación, 2021d).

Una de las maneras de proteger la calidad del aire es a través de la prevención y control de los incendios, asociado directamente a actividades antrópicas. La ley N° 4014/2010 establece normas para prevenir y controlar incendios rurales, forestales, de vegetación y de interface.

En el artículo 4 de la citada ley se crea una unidad especializada denominada "Red Paraguaya de Prevención, Monitoreo y Control de Incendios", la que coordina la Universidad Nacional de Asunción, a través de las siguientes unidades académicas: Facultad de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; junto con otras instituciones públicas y privadas relacionadas con la materia (Congreso de la Nación, 2021c).

Dentro de este contexto, tal es la importancia de los arboles como productores de oxígeno que conservarlos o reponerlos están tipificados en la legislación. Sin embargo, cabe recordar que actividades como expansión agrícola, pecuaria y de asentamientos humanos, tienen una vinculación directa con la deforestación (CEPAL, 2014).

Entre las actividades afectadas indirectamente por la deforestación se encuentran la del ecoturismo, que como consecuencia de la pérdida boscosa no presenta interés para el turista en observar ríos contaminados, cadáveres de animales, humareda y smog producto de la quema de pastizales (Congreso de la Nación, 2021b).

Por tanto, la deforestación progresiva que sufren los bosques en Paraguay, en ambas regiones: Oriental y Occidental, desde hace aproximadamente tres décadas, desencadenó un deterioro ambiental. Por ello la Ley N° 2524/2004 prohíbe la deforestación en la Región Oriental con el objetivo de proteger, recuperar y mejorar los bosques nativos en la mencionada Región, en un marco de desarrollo sostenible, de manera tal que cumpla con funciones ambientales, sociales y económicas como lo indica en el artículo 1.

Si bien la ley no menciona a la Región Occidental, que representa el 61% del territorio nacional, donde la deforestación está avanzando y la característica principal es la de un suelo frágil que deja tras sí desertificación del mismo; la ley de deforestación cero, como se conoce a esta ley, da indicios del cuidado y preservación de la superficie boscosa, protegiendo a su vez la fauna, flora y conservación del medio ambiente (Congreso de la Nación, 2021b).

Gonzales y Rivadeira (2002) estimaron que existían alrededor de 19 millones de hectáreas de bosques nativos de los cuales 15,5 millones de hectáreas se encontraban en la Región Occidental

y alrededor de 3,5 millones de hectáreas en la Región Oriental. De los 3,5 millones de hectáreas de bosques en la Región Oriental se estima que alrededor de 0,4 millones de hectáreas están en áreas silvestres protegidas, lo que representa apenas el 2,6% de esta región, destacándose la reserva natural del bosque del Mbaracayu con 61.979 hectáreas y el parque nacional "Serranías de San Rafael" con 78.000 hectáreas, aunque esta última incluye propiedades privadas en las que existen desmontes.

Con base a lo anteriormente citado se estimó que, en la Región Oriental, considerando 156 hectáreas como unidad mínima de superficie boscosa, la superficie de montes disminuyó de 8,4 millones de hectáreas en 1945 a 2,6 millones de hectáreas para el 2002. Asimismo, considerando superficies menores a 156 hectáreas, la disminución fue de 8,8 millones de hectáreas para el año 1945 a 3,5 millones de hectáreas para el año 2002.

En cambio, para la región Occidental, Gonzales y Rivadeneira, mencionan que una unificación de criterios se presenta más complicada por la mayor variedad de formaciones vegetales. En base a los dos únicos estudios sobre cobertura boscosa de la región Occidental se estimó que la superficie de cobertura forestal disminuyó de 18,4 millones de hectáreas en 1986 a 15,5 millones de hectáreas para el 2002.

Como se mencionó con anterioridad una de las principales causas de la deforestación se debe a la expansión agrícola, que en la Región Oriental está relacionada con la mayor demanda de alimentos. Asimismo, en la Región Occidental el área deforestada se relaciona con la expansión de actividades ganaderas.

En la estructura productiva del país se nota el peso del sector agrícola-ganadero, aunque este supeditada a la fluctuación de los precios internacionales. Se suma a estas actividades el poco incentivo para la conservación de bosques, evidenciando políticas sectoriales desarticuladas, factores culturales, impunidad en multas y sanciones y la necesidad de fortalecimiento institucionales (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Pese a que la Ley 2524 data del año 2004, entre 2010 y 2011 se llegó a picos de deforestación de 1.400 hectáreas por día en promedio, pasando este a 2000 hectáreas por día en promedio entre 2012 y 2013 (Guyra Paraguay, 2021).

En Paraguay la deforestación muestra un problema de sustentabilidad tanto que entre 2001 y 2019 se deforestaron 6 millones de hectáreas en Paraguay, siendo el segundo país que más cobertura arbórea perdió en Sudamérica después de Brasil, este último con una superficie territorial mucho más amplia que Paraguay; según datos proporcionados por el sistema satelital Global Forest Watch (CONADERNA, 2021).

Atendiendo a la problemática de la deforestación, la Ley N° 536/95 establece en el artículo 1 la prioridad de forestar y reforestar en suelos forestales con base a un plan de manejo. Asimismo, se define en el artículo 2 que los suelos de prioridad forestal son aquellos cuyos estudios técnicos muestran que la aptitud productiva es preferentemente forestal.

Para tal efecto, se diferencia forestación y reforestación entendiendo a la primera como establecer bosques con especies nativas o exóticas, en terrenos donde carezcan de ellas o donde

sean insuficientes; y a la segunda como la acción de poblar con especies arbóreas mediante plantación, regeneración manejada o siembra, un terreno anteriormente boscoso que haya sido objeto de explotación extractiva (Biblioteca y archivo central del Congreso de la Nación, Ley N° 536/1995, 2021).

Conforme a la pérdida de la superficie boscosa y su relación con la generación de oxígeno, Gaytan Ruiz, R. (2018) explica, como los árboles se constituyen en una de las fuentes de producción de oxígeno que contribuyen con la calidad del aire para los seres vivos. Asimismo, indica que la biosfera depende del metabolismo, la muerte y el reciclaje de las plantas, especialmente de los árboles. Un árbol es una planta leñosa que regularmente renueva su crecimiento (perenne). La mayoría de las plantas clasificadas como árboles tienen un único tronco auto portante que contiene tejidos leñosos, y en la mayoría de las especies el tronco produce extremidades secundarias, llamadas ramas.

Sus enormes troncos y sistemas de raíces almacenan dióxido de carbono, mueven agua y producen oxígeno que se libera en la atmósfera. La materia orgánica del suelo se desarrolla principalmente a partir de hojas podridas, ramitas, ramas, raíces y árboles caídos; los cuales reciclan nitrógeno, carbono, oxígeno y otros nutrientes importantes. Hay pocos organismos tan importantes como los árboles para mantener la ecología de la Tierra (Gaytan Ruiz, 2018).

Asimismo, Reyes Avilés y Gutiérrez Chaparro (2010) mencionan que los árboles brindan servicios ambientales como captura de carbono, regulación de temperatura, provisión de agua en calidad y cantidad, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, protección y recuperación de suelos, barreras contra ruidos, biodiversidad, paisaje y recreación, entre otros.

En ese sentido, según Espinoza (2015) la generación de oxígeno por los árboles muestra una secuencia; absorben dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) atmosférico, elaboran azúcares y oxígeno durante la fotosíntesis. En este último proceso liberan una cierta cantidad de  $\text{CO}_2$  al emplear los azúcares para generar la energía necesaria para su propio mantenimiento, en un proceso llamado respiración. Si se considera la edad, los árboles jóvenes son excelentes sumideros de carbono, porque su respiración es menor, producen más biomasa y tienen mayor crecimiento. En el crecimiento absorben y eliminan  $\text{CO}_2$  en una proporción aproximada de 1,5 kg por cada kg de su peso.

Algunos estudios destacan que un árbol de tamaño medio absorbe aproximadamente 6 kg de  $\text{CO}_2$  al año, lo que en 40 años en promedio equivale a 250 kg de  $\text{CO}_2$ . En cambio, cuando envejecen, la tasa de absorción de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera se acaba por igualar a la emitida en el proceso de respiración, aunque en un principio la tasa de absorción de  $\text{CO}_2$  es un poco mayor, pero según el ecosistema, podría llegar a darse el caso de Respiración (producción de  $\text{CO}_2$ ) > Fotosíntesis (absorción de  $\text{CO}_2$ ) (Gaytan Ruiz, 2018).

Los bosques fijan  $\text{CO}_2$  a través de la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa por lo que al disminuir la superficie de bosques se pierde el  $\text{CO}_2$  retenido en los sumideros de carbono ya existente y además se restringe la capacidad de absorber más carbono. Los bosques juegan un papel importante en la moderación del flujo neto de algunos Gases Efecto Invernadero (GEI)

entre la tierra y la atmósfera y actúan como depósitos de almacenamiento de carbono en la biomasa y en el suelo. También actúan como sumideros de carbono cuando aumentan en área o productividad, lo que da como resultado una mayor absorción del  $\text{CO}_2$ . Por otra parte, al quemarse actúan como una fuente de GEI al mismo tiempo que el deterioro de la biomasa o los cambios negativos en el suelo producen emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y otros (Escudero y Scheelje, 2003) (Figura 1).

El 93 por ciento de la superficie forestal mundial está compuesta por bosques regenerados de forma natural y el 7 por ciento está plantado. La superficie de bosques de regeneración natural ha disminuido desde 1990 (a una tasa de pérdida decreciente), pero la superficie de bosques plantados ha aumentado en 123 millones de hectáreas.

**Figura 1.** Variación neta anual de la superficie de bosques regenerados de forma natural y plantados por decenio, 1990-2020.



Fuente: FAO (2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó por una parte la normativa nacional existente en materia forestal, sobre ambiente y desarrollo vigente en Paraguay. Partiendo de la Constitución Nacional; así como, de diferentes leyes cuyos artículos se relacionan con el tema investigado como la ley de áreas protegidas promulgada en 1994, de fomento a la forestación y reforestación promulgada en 1995, calidad del aire promulgada en 2014, entre otras.

El diseño de la investigación es no experimental transeccional que abarcó el ámbito descriptivo, y correlacional al analizar la relación entre las variables, objeto de estudio. Los datos se obtuvieron de fuentes oficiales, nacionales e internacionales, y fueron tabulados con el uso de planillas electrónica; los que permitió obtener los resultados conforme al objetivo general.

Atendiendo a la importancia de la evolución del área boscosa sujeta a deforestación y los servicios que aportan los mismos, se evidencia una doble pérdida, en cuanto a absorción de  $\text{CO}_2$  y de emisión de oxígeno por los árboles.

Conforme a Gaytan Ruiz, R. et al (2018) un árbol maduro puede absorber dióxido de carbono a un ritmo de 21,7 kg por año. En una superficie de 4.200 m<sup>2</sup> de árboles, estos consumen anualmente el equivalente de CO<sub>2</sub> que produce un automóvil al recorrer 42.000 km. Asimismo, un árbol de 30 metros de altura y 45 cm de diámetro en su base produce 2.722 kg de oxígeno.

Si bien existen diferentes estudios sobre la cantidad de absorción del CO<sub>2</sub> por árbol, la presente investigación adopta los datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) donde un árbol adulto puede absorber hasta 150 kg de CO<sub>2</sub> al año (WWF Paraguay, 2020).

Los seres humanos respiran cerca de 9,5 toneladas de aire anualmente. Recordando que el oxígeno sólo representa el 21% de este aire, y que las personas sólo extraen alrededor de un tercio de oxígeno de cada respiración; entonces se estima que los seres humanos requieren unos 665 kilos de oxígeno al año (Población Unida, 2013).

La cantidad producida de oxígeno por un árbol varía según la especie, edad, salud y medio ambiente; para calcular la cantidad de oxígeno que los árboles generan hay que considerar dichas características con el fin de obtener cifras promedio ajustadas a la realidad.

Y según los cálculos aproximados se requieren entre 20 a 22 árboles para suplir la demanda de oxígeno de una persona al día (Gaytan Ruiz, R. et al, 2018).

El dato del área forestada en 1990 (Af<sub>0</sub>) equivalente a 22.248.848 hectáreas (ha), proveído por la GLOBAL BOSQUES, como línea de base, permitió el cálculo del área forestada anual (%Aft+1) y posteriormente se calculó el área deforestada (Adf) de los siguientes años, el número de personas sin árboles para la producción de oxígeno (Pox) y la absorción del CO<sub>2</sub> en kg (ACO<sub>2</sub>); conforme a las siguientes formulas:

$$\mathbf{Adf = Af_{t+1} - Af_t} \quad \mathbf{ACO_2 = Adf * 200 * 150 \text{ kg}} \quad \mathbf{Pox_i = Adf * 200 / 20}$$

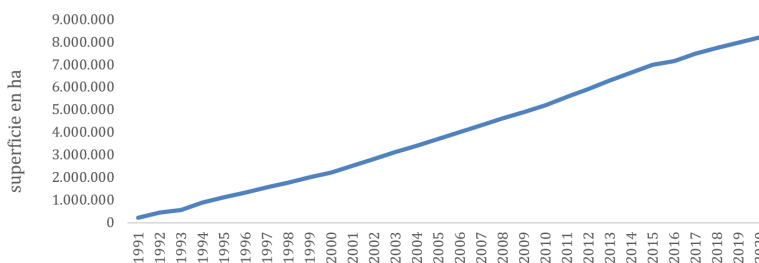
- **Af<sub>t+1</sub>**= %Af<sub>t+1</sub>\* Af<sub>0</sub> / %Af<sub>0</sub>.....donde Af<sub>t+1</sub> representa el área forestada anual en ha
- 150 kg de CO<sub>2</sub> absorbe un árbol por año
- 200 árboles en promedio por ha; 20 árboles producen oxígeno para una persona por día

Teniendo como base la cobertura boscosa, se procedió al cálculo de pérdida de la superficie boscosa a partir de datos en porcentaje; lo que permitió obtener el número de personas sin árboles para la producción de su oxígeno (Pox). Asimismo, el cálculo de la absorción del CO<sub>2</sub> en Kg asociado a la cantidad de árboles (ACO<sub>2</sub>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atendiendo a que la superficie boscosa que disminuyó la Región Oriental y Occidental, considerando los aspectos mencionados que dificultan realizar una medición para establecer medidas de reforestación, se recurre al cálculo de la pérdida en cuanto a capacidad de absorción del CO<sub>2</sub> y emisión de oxígeno con base a la superficie deforestada.

**Figura 2.** Pérdida de superficie boscosa en hectáreas en Paraguay. Periodo 1990-2020.



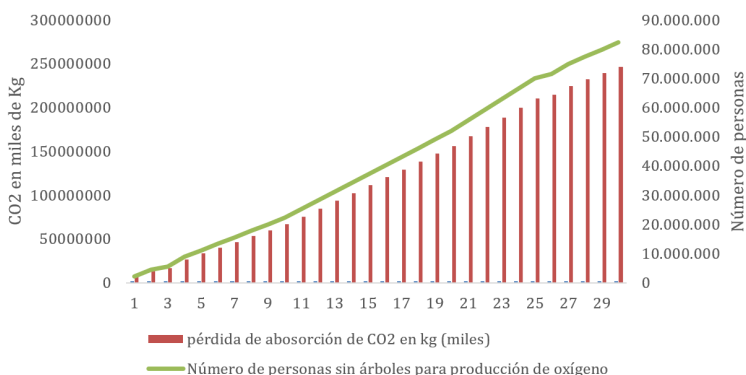
**Fuente:** elaboración propia con base a los datos del MADES.

A partir de 1990 la superficie boscosa disminuyó a 64,3%, dicha disminución se mantuvo durante 31 años llegando en 2020 a 40,5%. Por tanto, en términos de cobertura boscosa por hectárea significó pasar en 1990 de 22.248.848 ha a 14.023.913 ha en 2020 lo que en el periodo de estudio significó una pérdida de 274.165 ha, considerando en promedio la variación interanual (figura 2).

Con base a la disminución interanual y considerando que por cada árbol deforestado se pierde la absorción de 150 kg de CO<sub>2</sub>, se procedió al cálculo de la absorción de CO<sub>2</sub> para el periodo de análisis, comprobando una pérdida potencial que en promedio permitía absorber 7.959.614.740 kg de CO<sub>2</sub>.

Al mismo tiempo se calcula que en promedio cada hectárea tiene una cantidad de 200 árboles y que el oxígeno que necesita una persona por día lo producen 20 árboles. Con la deforestación se perdió, en promedio de manera anual entre 1990 y 2020, la provisión de oxígeno para 2.653.205 personas (figura 3).

**Figura 3.** Pérdida de absorción de CO<sub>2</sub> en Kg y número de personas sin árboles para producción de oxígeno 1990-2020.



**Fuente:** elaboración propia con base a los datos de MADES.



---

## CONCLUSIONES

La superficie boscosa contribuye a la captación de CO<sub>2</sub> lo que permite disminuir la contaminación del aire y, atendiendo a la composición del mismo, cuidar tanto la calidad como y la producción de oxígeno. Por ello entre los servicios ambientales que brindan los árboles se encuentran la captura de carbono, la regulación de la temperatura, la provisión de agua en calidad y cantidad, generación de oxígeno, entre otros.

Las pérdidas producidas por la progresiva deforestación, se deben principalmente a la expansión agrícola y ganadera, en la Región Oriental como Occidental, respectivamente. La presente investigación, con base a las hectáreas deforestadas, y los cálculos realizados muestran una pérdida de 7.959.614.802 kg de absorción de CO<sub>2</sub>; así como la pérdida de producción de oxígeno, que en el periodo de análisis afectó a 2.653.205 personas.

Por tanto, se concluye que la disminución de la superficie boscosa evidencia una disminución en la absorción del CO<sub>2</sub>, al mismo tiempo que una disminución en la generación de oxígeno, lo que finalmente afecta a las personas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bidegain, M. (2009). Situación actual y perspectivas del cambio climático. Capacidades tecnológicas para la estimación del fenómeno. Revista Estratégica del Centro de Altos Estudios Nacionales, Uruguay. Disponible en [https://www.gub.uy/ministerio-defensa-nacional/sites/ministerio-defensa-nacional/files/2020-03/Revista\\_Estrategia\\_1.pdf#page=21](https://www.gub.uy/ministerio-defensa-nacional/sites/ministerio-defensa-nacional/files/2020-03/Revista_Estrategia_1.pdf#page=21)
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina. (2014). La economía del cambio climático en el Paraguay (LC/W.617). Santiago de Chile [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37101/1/S1420018\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37101/1/S1420018_es.pdf)
- Comisión Nacional de Defensa de los Recursos Naturales (2021) Disponible <http://www.conaderna.gov.py/noticias/paraguay-es-el-segundo-pais-mas-deforestador-de-sud-america-la-nacion-1245>
- Congreso de la Nación (1992). Constitución Nacional de la República del Paraguay. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/constitucion-nacional-de-la-republica-del-paraguay>
- Congreso de la Nación (2021a). Ley N° 536/1995 de fomento a la forestación y reforestación. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/8510/ley-n-536-de-fomento-a-la-forestacion-y-reforestacion>
- Congreso de la Nación (2021b). Ley N° 2524/2004 de prohibición en la Región Oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/3507/ley-n-2524-prohibicion-en-la-region-oriental-de-las-actividades-de-transformacion-y-conversion-de-superficies-con-cobertura-de-bosques>
- Congreso de la Nación (2021c). Ley N° 4014/2010 de prevención y control de incendios. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/3547/ley-n-4014-de-prevencion-y-control-de-incendio>
-

- Congreso de la Nación (2021d). Ley N° 5211/2014 de calidad del aire. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/4637/ley-n-5211-de-calidad-del-aire>
- Escudero, M., Scheelje, J. (2003) Rol de los bosques en el cambio climático. Disponible en <https://www.fao.org/3/xii/0814-b2.htm>
- Espinoza, Gabriela (2015) ¿Cuánto oxígeno produce un árbol? Mugs Noticias. México <https://wwaw.mugsnoticias.com.mx/noticias-del-dia/cuanto-oxigeno-produce-un-arbol/>
- Gaytan Ruiz, R. et all (2018). Árboles consumidores del CO2 y productores de O2 beneficio para todos. Laureate International Universities. México <http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2018/trabajos/ciencias-biologicas-quimicas-y-de-la-salud/medio-ambiente-biologia/doc21.pdf>
- González R., Rivadeneria, M. (2020). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Documento de Trabajo. Informe Nacional Paraguay. Disponible en: [https://www.fao.org/3/j3292s/j3292s06.htm#P935\\_30740](https://www.fao.org/3/j3292s/j3292s06.htm#P935_30740)
- Guyra Paraguay (2021). Informe Deforestación. Disponible <https://guyra.org.py/informe-deforestacion/>
- Organización Mundial de Conservación Paraguay (2021) ¿Por qué necesitamos árboles en las ciudades? Disponible en <https://www.wwf.org.py/?uNewsID=364240>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021). Bosques regenerados de forma natural y bosques plantados. Disponible en <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es>
- Población Unida (2013). Revista N° 4, México. Disponible en [https://www.nl.gob.mx/sites/default/files/poblacion\\_unida04.pdf](https://www.nl.gob.mx/sites/default/files/poblacion_unida04.pdf)
- Programa Nacional Conjunto ONUREDD+ MADES INFONA; FAPI/ PNUD ONU AMBIENTE FAO (2018). Estrategia Nacional de Bosques para el Crecimiento Sostenible. Disponible en <http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/06/ENBCS-Final.pdf>
- Reyes Avilés, I. Gutiérrez Chaparro, J. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/401/40113202009.pdf>