Transformaciones en las coberturas y usos de la tierra: Análisis de la deforestación en la ecorregión Chaco Seco, Argentina (1985-2022)

Transformations in land use and land cover: Analysis of deforestation in the Chaco Seco ecoregion, Argentina (1985-2022)

Eloy Montes Galbán
Universidad Nacional de Luján, Instituto de Investigaciones Geográficas / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
emontesgalban@conicet.gov.ar

Geográfica Digital
vol. 21, núm. 42, Esp. p. 9 - 38, 2024
Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
ISSN-E: 1668-5180
geogra@hum.unne.edu.ar

Recepción: 07 noviembre 2024
Aprobación: 05 diciembre 2024

DOI: https://doi.org/10.30972/geo.21427888

Resumen: El presente trabajo analiza los cambios en las Coberturas y Usos de la Tierra [CUT] en la ecorregión del Chaco Seco argentino entre 1985 y 2022, haciendo foco en la pérdida de la vegetación leñosa natural debido a la deforestación que se genera principalmente por el avance de la frontera agropecuaria. A partir de datos provistos por Teledetección y su posterior análisis geoespacial con Sistemas de Información Geográfica, se calcularon tasas anuales de cambio, ganancias, pérdidas, cambios totales, cambios netos, persistencia e intercambios en las CUT, así como su respectiva representación cartográfica. Los resultados revelan que un 21,8 % (10.734.685,36 ha) del área de estudio experimentó algún tipo de cambio en las CUT. Se evidenció un deterioro considerable en la categoría de vegetación leñosa natural, con una pérdida en términos de cambio neto del -14,7 % (7.264.231,21 ha). Los resultados demuestran que la combinación de productos derivados de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica constituye un instrumento que, operado bajo un marco conceptual y metodológico adecuado, facilita el monitoreo y la evaluación de los cambios en las CUT, proporcionando información confiable que respalda la formulación de políticas de desarrollo sostenible y su incorporación en los planes de Ordenamiento Territorial.

Palabras clave: Cambios en las Coberturas y Usos de la Tierra, deforestación, Sistemas de Información Geográfica, ecorregión Chaco Seco.

Abstract: This paper analyses changes in Land Use and Land Cover [LULC] in the Argentine Dry Chaco ecoregion between 1985 and 2022, focusing on the loss of natural woody vegetation due to deforestation, which is mainly generated by the advance of the agricultural frontier. From data provided by remote sensing and its subsequent geospatial analysis with

Geographic Information Systems, annual rates of change, gains, losses, total changes, net changes, persistence and exchanges in LULC were calculated, as well as their respective cartographic representation. The results reveal that 21.8 % (10,734,685.36 ha) of the study area experienced some type of change in LULC. A considerable deterioration was evident in the category of natural woody vegetation, with a loss in terms of net change of -14.7 % (7,264,231.21 ha). The results show that the combination of products derived from Remote Sensing and Geographic Information Systems constitutes an instrument that, operated under an appropriate conceptual and methodological framework, facilitates the monitoring and evaluation of changes in the LULC, providing reliable information that supports the formulation of sustainable development policies and their incorporation into Territorial Planning plans.

Keywords: Changes in Land Use and Land Cover, deforestation, Geographic Information Systems, Dry Chaco ecoregion.

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

1. Introducción

El monitoreo y análisis de los cambios en las Coberturas y Usos de la Tierra [CUT] facilita la evaluación oportuna y cuantificable de los patrones de cambios espaciales, proporcionando un conocimiento sobre el impacto que tienen las actividades económicas y de desarrollo sobre el territorio y sus recursos naturales (Berberoglu & Akin, 2009; Rojas Briceño et al., 2019). Las transformaciones en las coberturas naturales generan una serie de efectos negativos, entre los cuales destacan la fragmentación de los hábitats debido a la reducción y pérdida de la masa forestal, la disminución de la biodiversidad, el incremento de la erosión, la alteración de los suelos y del ciclo natural del agua (Olagunju, 2015; de Adelhart Toorop et al., 2016; Gallardo-Cruz et al., 2019; Patarkalashvili, 2019; Ramos-Reyes et al., 2021). Asimismo, la evidencia sugiere que estos impactos contribuyen significativamente al cambio climático y al deterioro de los socioecosistemas (Gallardo-Cruz et al., 2019; Ramos-Reyes et al., 2021).

El proceso de ocupación y transformación del paisaje en la ecorregión Chaco Seco ha transitado por diversas etapas que reflejan los cambios en el uso de recursos, actores involucrados y estrategias productivas. Morello et al. (2005) afirman que la región ha experimentado a lo largo de su historia cambios significativos, incluyendo reemplazos y extinciones locales y regionales de poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas, culturas autóctonas, y modalidades de producción agrícola.

En el caso de la ecorregión Chaco Seco Sudamericano las trasformaciones producidas en las coberturas naturales se han intensificado en las últimas décadas (Gasparri & Grau, 2009; Volante & Paruelo, 2015). Las tasas de deforestación en esta región se encuentran entre las más altas del mundo y están promovidas principalmente por el avance de la frontera agropecuaria (Vallejos et al., 2015). En años recientes, la 'pampeanización' ha intensificado la deforestación para cultivos industriales, especialmente la soja, es decir, la imposición del modelo industrial agrícola pampeano en la ecorregión. Esta última etapa, es una de las más intensivas en cuanto a transformaciones del paisaje, exacerbando los problemas ambientales y las tensiones sociales (Morello et al., 2005). Los conflictos territoriales derivados de este proceso, han suscitado el interés de la comunidad científica y de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales enfocadas en la conservación de los recursos naturales.

El objetivo de este trabajo es analizar los cambios en las Coberturas y Usos de la Tierra [CUT] en la ecorregión del Chaco Seco

correspondiente al territorio argentino durante el periodo 1985-2022, con el fin de evidenciar la pérdida de ecosistemas, particularmente la disminución de la cobertura de vegetación leñosa natural debido a la deforestación. A través del empleo de productos derivados de técnicas de teledetección en la nube, junto con su posterior procesamiento mediante Sistemas de Información Geográfica, se realizó un análisis espacio-temporal de los cambios ocurridos en las CUT durante un período de 37 años.

En el presente trabajo se evidencia que el uso combinado de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica [SIG] constituyen un instrumento eficaz, que operado bajo un marco conceptual y metodológico adecuado facilitan el monitoreo y análisis de los cambios en las CUT. En la actualidad los productos derivados de la Teledetección ofrecen ventajas significativas gracias a las mejoras en sus resoluciones espacial, temporal, espectral y radiométrica. La utilización de estos datos ha facilitado un análisis más rápido, preciso y económico de las transformaciones en las CUT (Rojas Briceño et al., 2019). Asimismo, su integración con los SIG ofrece una herramienta clave para analizar, gestionar y actualizar bases de datos geoespaciales, proporcionando información confiable que sustenta la formulación de políticas de desarrollo sostenible incluidas en los planes de Ordenamiento Territorial.

2. Antecedentes

Debido a la relevancia que la deforestación tiene para la situación ambiental presente y futura, es posible encontrar una amplia producción académica sobre el tema, abordada desde diversas disciplinas, como la Geografía, Agronomía, Biología, Ecología, Ingeniería Forestal, Sociología y Economía. En el presente trabajo, se hará referencia a aquellos estudios que analizan la degradación de los bosques nativos causada por las transformaciones territoriales, en particular los cambios en las CUT resultantes de la explotación forestal y la expansión del frente agropecuario.

Es importante destacar que se han realizado diversos estudios en la región sobre la pérdida de bosques, utilizando métodos y técnicas basados en datos de Teledetección, analizados mediante Sistemas de Información Geográfica. Estos estudios incluyen investigaciones en México (Pineda Jaimes et al., 2008; Pineda Jaimes et al., 2009), Perú (Rojas Briceño et al., 2019) y Ecuador (Arias-Muñoz et al., 2024).

En el caso de la ecorregión del Gran Chaco Americano, numerosas investigaciones han generado resultados a diferentes resoluciones espaciales y temporales, con el fin de monitorear los cambios en el uso de la tierra y estimar las tasas de deforestación (Clark et al., 2010; Cardozo et al., 2013; Caballero et al., 2014). En este contexto, destaca

el trabajo de Vallejos et al. (2015), que representa un avance significativo al cuantificar los cambios a nivel de parcelas individuales, proporcionando un mayor detalle sobre la dinámica territorial de las áreas deforestadas. Asimismo, con el objetivo de analizar los factores subyacentes que impulsan la deforestación en el Gran Chaco, algunas investigaciones han avanzado mediante metodologías de regresión estadística, incorporando variables ambientales y socioeconómicas para evaluar el impacto de la producción de soja en la degradación forestal (Fehlenberg et al., 2017). Por su parte Banchero et al. (2020), mediante un análisis de los cambios en las CUT, determinaron que, para un período de siete años (2010–2017), las áreas destinadas al pastoreo aumentaron significativamente a expensas de la cobertura forestal natural y otras clases de coberturas y uso de la tierra, este trabajo resalta el cómo los datos obtenidos a través de la teledetección constituyen una herramienta clave para la vigilancia ambiental y la gestión de los recursos naturales.

En el caso de Argentina, existen antecedentes que abordan de forma parcial o total la ecorregión del Chaco Seco como unidad de análisis principal, destacan los aportes realizados por Gasparri & Grau (2009) donde se analizan los cambios en la cobertura forestal y la configuración del paisaje; por otro lado, Matteucci (2015) aborda el análisis de los cambios de las coberturas de la tierra y sus implicaciones dentro de lo que denomina un sistema socio-ecológico complejo; por su parte, Volante & Paruelo (2015) evaluaron la ocurrencia, magnitud y localización de Transición Forestal y Transición Ecológica en la zona argentina del Chaco Semiárido durante el período 1977-2007 utilizando un enfoque basado en datos de teledetección.

Finalmente, en el marco de la línea de investigación sobre 'Geografía Forestal y Agraria', impulsada por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional del Nordeste y el Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con SIG [GESIG-PRODISIG] de la Universidad Nacional de Luján, se han llevado a cabo diversos estudios a escala intraprovincial. Estos trabajos se han centrado particularmente en las provincias del Norte Argentino (Salta, Santiago del Estero, Chaco y Formosa), las cuales han experimentado un acelerado proceso de deforestación y transformaciones en los espacios agropecuarios en las últimas décadas. Entre los trabajos más relevantes se encuentran los de Insaurralde (2012); Montes Galbán et al., (2017); Bonfanti & Sánchez (2019); Cuadra et al., (2019); Cuadra et al., (2020); Montes Galbán et al., (2020); Montes Galbán et al., (2022); Bonfanti & Sánchez (2023) y Cuadra & Lucca (2024).

3. Materiales y métodos

3.1.Descripción del área de estudio

El Chaco Seco Sudamericano posee una superficie de aproximadamente 787.000 Km2 (Olson et al., 2001) y comprende áreas del Norte de Argentina (60,4 %), Oeste de Paraguay (28 %), Sudeste de Bolivia (11,4 %) y un área reducida al Suroeste de Brasil (0,1 %) (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2021). Para los efectos del presente trabajo se consideró únicamente la ecorregión del Chaco Seco correspondiente al territorio argentino (Figura 1), la cual comprende una superficie de 493.000 Km2 (Parques Nacionales, 2024) y se extiende de forma parcial sobre doce jurisdicciones provinciales. La región comprende una vasta llanura sedimentaria que presenta una suave pendiente hacia el Este, modelada por la acción de los ríos que la atraviesan en sentido Noroeste-Sudeste, principalmente el Juramento-Salado, el Bermejo y el Pilcomayo (Morello, 2012).

El clima es semiárido y estacional. Teniendo como rasgo esencial la gran amplitud térmica diaria asociada a gran variación estacional, las precipitaciones van de 700 mm en el límite entre Santiago y el Norte de Santa Fe y Centro Sur del Chaco y, 500 mm a 400 en los valles interserranos de Güemes, Tapia-Trancas y Catamarca (Morello, 2012). La vegetación natural tiene dos especies de árboles dominantes, quebracho colorado santiagueño (Schinopsis quebracho colorado) y quebracho blanco (Aspidosperma quebracho blanco), las cuales son altas y de fuste grande (Matteucci, 2015). Otra característica de la región está referida a la alta biodiversidad de especies animales y vegetales, se han identificado: 3.400 especies de plantas, 500 de aves, 150 de mamíferos, 120 de reptiles y 100 de anfibios (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2021).

Esta área presenta un significativo potencial productivo y una rica diversidad cultural, donde conviven comunidades aborígenes y criollas que practican principalmente una economía de subsistencia, basada en la agricultura familiar, el pastoreo extensivo, la caza y la recolección (Vallejos et al., 2015). Sin embargo, la población también se enfrenta a elevados niveles de pobreza y desigualdad (Bolsi & Paolasso, 2009).

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

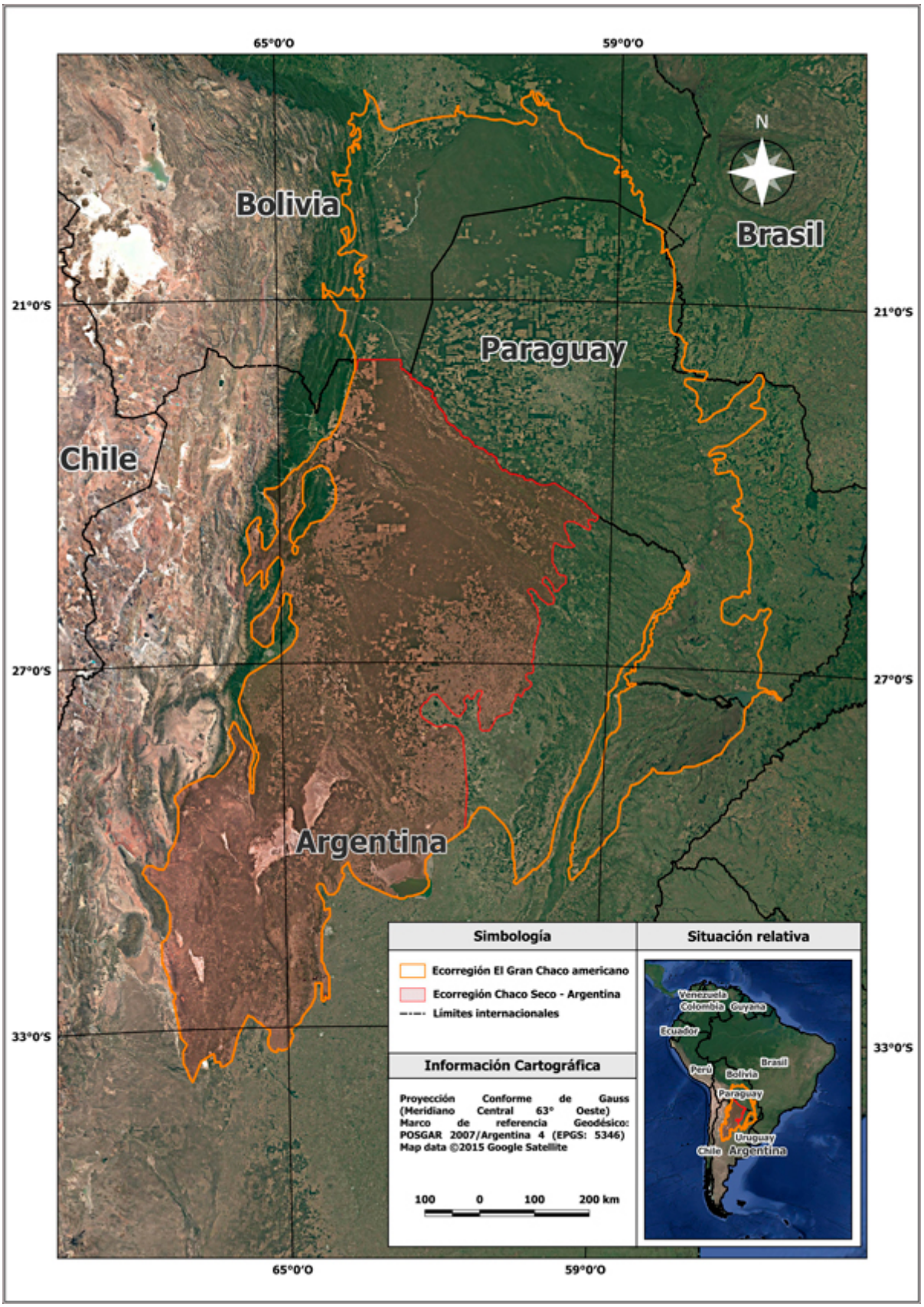
65°0'O
59°0'O
21°0'S
27°0'S
33°0'S
N
Bolivia
Brasil
Paraguay
Chile
Argentina
Simbología
Ecorregión El Gran Chaco americano
Ecorregión Chaco Seco - Argentina
Límites internacionales
Situación relativa
Venezuela
Colombia
Guyana
Ecuador
Perú
Brasil
Bolivia
Paraguay
Uruguay
Chile
Argentina
Información Cartográfica
Proyección Conforme de Gauss (Meridiano Central 63° Oeste)
Marco de referencia Geodésico: POSGAR 2007/Argentina 4 (EPGS: 5346)
Map data ©2015 Google Satellite
100 0 100 200 km

Figura 1.

Ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia en base a Olson et al. (2001); Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina [IGN], (2019); Map data ©2015 Google Satellite.

3.2.Materiales

Para la selección del periodo de análisis se partió de dos criterios, por un lado, garantizar que se esté midiendo un cambio en las CUT y no una variación estacional; por el otro lado, tener un balance que abarque un extenso periodo de tiempo que permita estimar las grandes pérdidas de masa forestal ocurridas en la ecorregión. Para llevar a cabo el análisis de los cambios, se contó con dos capas de referencia (1985 – 2022) provistas por el Proyecto MapBiomas Chaco – Colección 4.0 (MapBiomas, 2024). La información fue validada mediante la generación de puntos de muestreo aleatorio y por interpretación visual de expertos en imágenes satelitales (MapBiomas, 2024). Por otro lado, la información complementaria necesaria para la definición del área de estudio y para la elaboración de la cartografía final, se contó con bases de datos provenientes de diferentes instituciones (Earth Observation Center, 2018; [IGN], 2019).

En el tratamiento de los datos se utilizó el módulo Land Change Modeler [LCM] integrado en el software TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System Versión 18.31 (Clark University, 2017), el cual proporciona un conjunto de herramientas para la evaluación de los cambios, permitiendo generar información en forma de mapas y gráficos (Eastman, 2016). Asimismo, mediante el uso del software (QGIS Development Team [QGIS], 2022) se realizó la preparación de la base de datos inicial y las composiciones cartográficas finales.

3.3.Tratamiento de los datos

Al definir las categorías de la leyenda utilizada, se reclasificaron las capas de información, agrupando las categorías de la leyenda original (columna 1 de la Tabla 1). Como resultado, se obtuvo una nueva leyenda con seis clases (columna 2 de la Tabla 1), las cuales corresponden a los niveles 1 y 2 de generalización de la leyenda original presentada en el Proyecto MapBiomas Chaco - Colección 4.

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Tabla 1.
Reclasificación de las categorías de CUT

Leyenda original Proyecto MapBiomas Chaco - Colección 4				**Leyenda(Agrupación de clases)**
Clase nivel 1	Clase nivel 2	Clase nivel 3	Clase nivel 4	
Vegetación Leñosa Natural	Leñosas Cerradas			Vegetación Leñosa Natural
	Leñosas Abiertas			
	Leñosas Dispersas			
	Leñosas Inundables			
Vegetación Natural no Leñosa	Pastizal	Pastizal Cerrado		Pastizal
		Pastizal Abierto		
		Pastizal Disperso		
		Pastizal Inundable		
Áreas agropecuarias	Pastura			Pastura
	Agricultura	Cultivos anuales	Cultivos simples	Cultivos
			Cultivos múltiples	
	Cultivos arbustivos			
	Plantaciones forestales			
Área no vegetada				Área no vegetada
Cuerpos de agua				Cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia en base a MapBiomas (2024).

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de cambios partiendo de la superposición cartográfica de las clasificaciones de CUT (1985 – 2022) para luego construir una matriz de tabulación cruzada entre el tiempo 1 (t1) y el tiempo 2 (t2), esto permitió distinguir las transiciones de las diferentes clases evaluadas, identificar los cambios y hacer un análisis de los patrones reales que conllevan estos cambios (Pontius, 2004; Rojas Briceño et al., 2019).

Siguiendo la metodología de Pontius et al. (2004) el LCM permite estimar las ganancias, pérdidas, cambios totales, cambios netos, persistencia e intercambios de cada categoría (Pineda Jaimes et al., 2009). Las ganancias (Gij), se expresan como la diferencia entre la columna del total del tiempo 2 (P+j) y la persistencia (Pjj) (Ecuación 1). Las pérdidas, (Lij) es la diferencia entre la fila del total del tiempo 1 (Pj+) y la persistencia (Pjj) (Ecuación 2). El cambio neto (Dj), expresado como el valor absoluto de la diferencia de las pérdidas (Lij) y las ganancias (Gij) de cada categoría (Ecuación 3). Las transiciones o intercambios entre categorías (Sj), se calcula como dos veces el valor mínimo de las ganancias y las pérdidas (Ecuación 4). El cambio total

para cada categoría (Cj), se calcula como la suma del cambio neto (Dj) y el intercambio (Sj), o bien, la suma de las ganancias y las pérdidas (Ecuación 5).

$$G_{ij} = P_j - P_{jj}$$

[Ecuación 1.]

$$L_{ij} = P_{j+} - P_{jj}$$

[Ecuación 2.]

$$D_j = |L_{ij} - G_{ij}|$$

[Ecuación 3.]

$$S_j = 2\,x\,MIN(P_{j+} - P_{jj}\,, P_{+j} - P_{jj})$$

[Ecuación 4.]

$$C_j = (D_j + S_j)$$

[Ecuación 5.]

Por otro lado, con el fin de conocer las tasas anuales de cambio en las CUT, se realizaron los cálculos a través de la fórmula propuesta por Puyravaud (2003), (Ecuación 6):

$$r = \frac{ln\frac{A_2}{A_1}}{t_2 - t_1} * 100$$

[Ecuación 6.]

donde r es la tasa porcentual de cambio; A1 y A2 son los valores inicial y final, respectivamente, y (t2-t1) es el intervalo de tiempo. Los

valores de r pueden ser positivos o negativos indicando expansión o decrecimiento según sea el caso.

4. Resultados y discusión

4.1. Mapas de CUT, superficies y tasas de cambio

La Figura 2 presenta los mapas que permiten identificar el patrón de distribución espacial de las CUT en la ecorregión del Chaco Seco, correspondientes a los años 1985 y 2022. De las seis clases definidas, se observa un notable incremento en las CUT correspondientes a Pasturas y Cultivos durante el período de 37 años analizado. En el caso de las Pasturas, para el año 2022 se observa una amplia ocupación espacial en gran parte de la región, con especial predominio en las provincias de Chaco, Córdoba, Formosa, Santa Fe, Santiago del Estero y Salta. Por otro lado, los cultivos en 2022 presentan un patrón de distribución concentrado en dos áreas principales: una localizada en el centro-este del área de estudio, que abarca las provincias de Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe y Córdoba, y otra que ocupa una amplia franja al noroeste de la región, con orientación norte-sur extendiéndose por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.

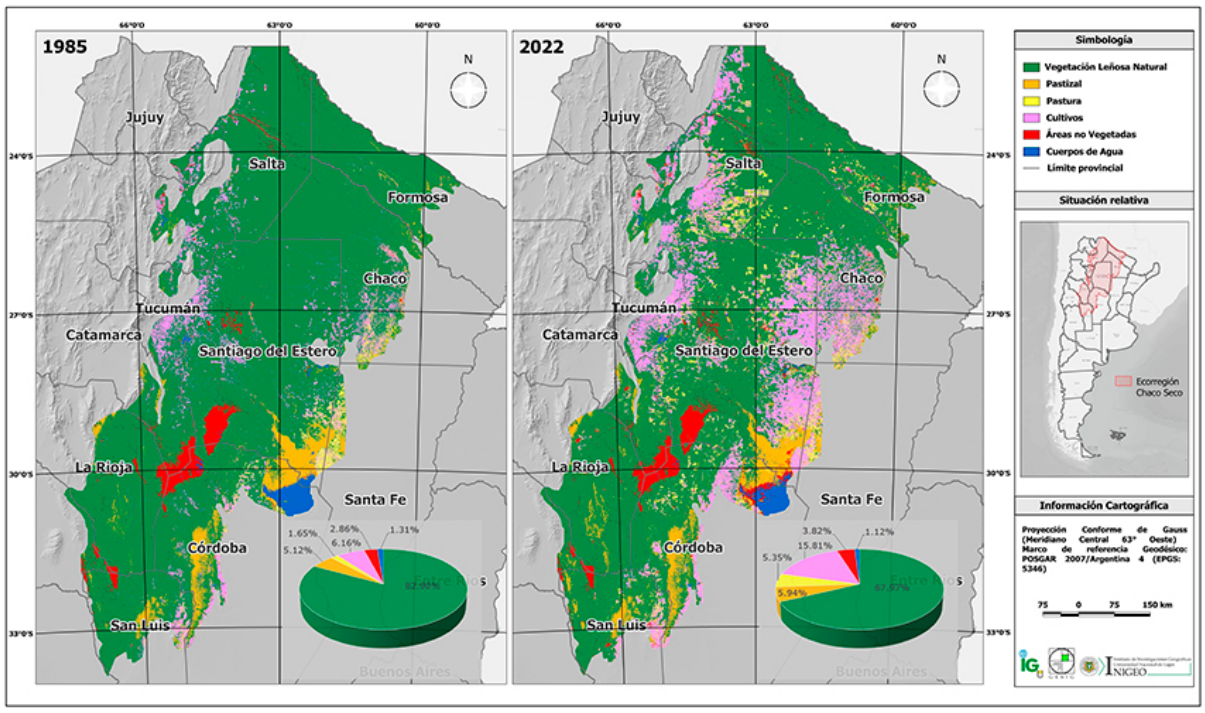

Figura 2.
Mapas de Coberturas y Usos de la Tierra de la ecorregión Chaco Seco
Fuente: Elaboración propia en base a MapBiomas (2024)

Por su parte, la categoría correspondiente a la vegetación leñosa natural, disminuyó en la medida que los espacios fueron ocupados por las CUT de Pastura, Cultivos y Áreas no vegetadas, esta última muestra un notable crecimiento en todas las provincias asociado principalmente al proceso de expansión de las áreas urbanas.

En la columna cuatro de la Tabla 2 se presenta la tasa anual de cambio, donde se observa claramente la relación inversa entre las categorías de vegetación leñosa natural (-0,5 %) y cuerpos de agua (-0,4 %) en contraste con el crecimiento de la pastura (3,1 %), cultivos (2,5 %) y áreas no vegetadas (0,7 %). Este comportamiento refleja un notable deterioro en la cobertura de bosque nativo siendo la categoría que registra mayores pérdidas por año.

Tabla 2.

Superficie y tasa de cambio en las CUT entre 1985 y 2022

Categoría	Total 1985		Total 2022		Tasa anual de cambio (*r*)
	ha	%	ha	%	
Vegetación leñosa	40779363,50	82,90	33432499,45	67,97	-0,54
Pastizal	2517266,84	5,12	2922759,30	5,94	0,40
Pastura	812383,17	1,65	2629231,40	5,35	3,17
Cultivos	3028928,88	6,16	7775437,70	15,81	2,55
Áreas no vegetadas	1405451,02	2,86	1880777,47	3,82	0,79
Cuerpos de agua	646376,98	1,31	549065,07	1,12	-0,44
Total	49189770,38	100	49189770,38	100	

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Evaluación general de los cambios en las CUT

La Tabla 3 presenta un resumen en hectáreas de las pérdidas, ganancias, cambio total, cambio neto e intercambios entre las seis categorías analizadas. Los resultados indican que, de las 49.189.770,38 hectáreas que comprende el área de estudio, el 21,8 % (10.734.685,36 ha) experimentó algún tipo de cambio en las CUT, de los cuales el 14,9 % (7.364.047,58 ha) corresponde a un cambio neto y el 6,8 % (3.370.637,78 ha) a intercambios entre categorías. Esto implica que el 78,1 % del área de estudio permaneció estable durante el período analizado, lo cual representa un porcentaje considerablemente bajo, dado que, según otros estudios el nivel de persistencia en el paisaje generalmente supera el 90 % (Pontius et al., 2004; Burnicki et al., 2007).

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Tabla 3.

Cuantificación de los cambios en hectáreas en la ecorregión Chaco Seco entre 1985 y 2022

Categorías	Pérdidas	Ganancias	Cambio total	Cambio neto	Intercambio
Vegetación leñosa	8169293,82	905062,61	9074356,43	-7264231,21	1810125,22
Pastizal	605131,32	1016008,72	1621140,04	410877,40	1210262,64
Pastura	605864,33	2396414,62	3002278,95	1790550,29	1211728,66
Cultivos	903512,52	5593901,63	6497414,15	4690389,11	1807025,04
Áreas no vegetadas	286071,22	758302,00	1044373,22	472230,78	572142,44
Cuerpos de agua	164812,14	64995,78	229807,92	-99816,36	129991,56

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la Figura 3, las categorías de cultivos y pastura presentan las mayores ganancias porcentuales, con un 11,3 % y 4,8 % respectivamente. En contraste, la vegetación leñosa natural es la categoría con mayores pérdidas, registrando una disminución del -16,6 % durante el periodo analizado. Las demás categorías presentan variaciones porcentuales menores, en torno al 2 % o inferiores, tanto en superficie ganada como perdida.

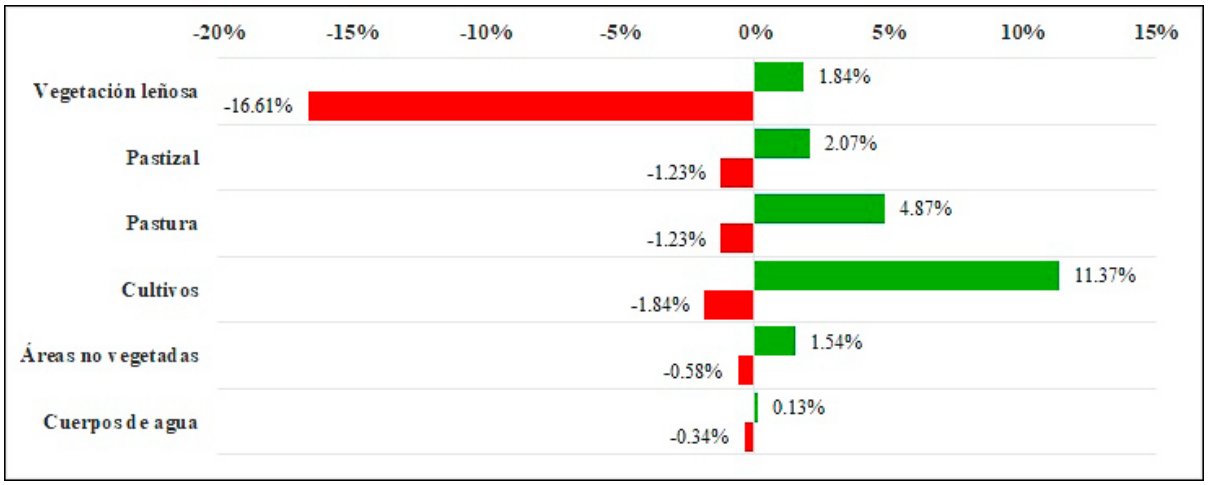

Figura 3.

Porcentaje de pérdidas y ganancias de superficie por categoría de CUT entre 1985 y 2022.

Fuente: Elaboración Propia.

Al evaluar el comportamiento de la CUT en términos de cambio neto (Figura 4), se observa que la categoría de vegetación leñosa natural presenta la mayor pérdida, con un valor porcentual de -14,7 % (7.264.231,21 ha). En contraste, entre las categorías que experimentaron mayores ganancias están los cultivos con 9,5 % y la

pastura con 3,6 %, seguidas de las áreas no vegetadas y los pastizales, que presentan aumentos de 0,9 % y 0,8 %, respectivamente. Este indicador resulta fundamental para el análisis, ya que permite distinguir el cambio neto del cambio total, proporcionando mayor claridad sobre los intercambios entre categorías, que tienden a quedar ocultados en el dato de cambio total (Pineda Jaimes et al., 2008).

Los resultados anteriores son congruentes con los datos reportados por el Proyecto MapBiomas Chaco (MapBiomas, 2024), que para el mismo periodo de análisis estima una reducción de la cobertura de vegetación leñosa natural para todo el territorio del Chaco Seco Sudamericano de -16,4 %, de los cuales 7,6 Mha corresponden a la Argentina (ecorregiones de Chaco seco y Chaco húmedo).

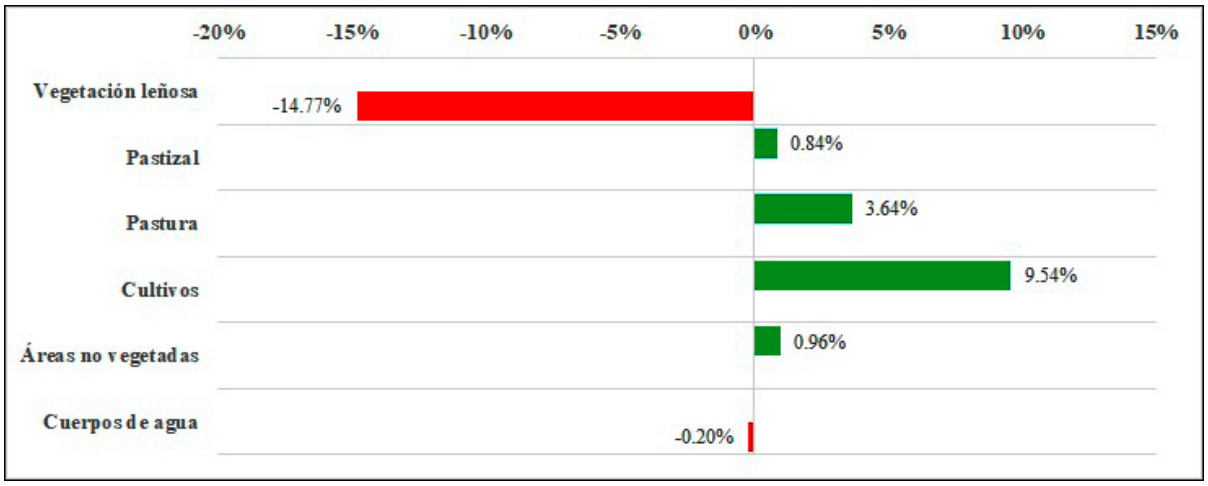

Figura 4.
Porcentaje de cambio neto por categoría de CUT entre 1985 y 2022.
Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Deforestación y transiciones de la vegetación leñosa natural a otras categorías de CUT

El análisis de cambios permitió derivar un mapa de pérdidas en la cobertura de vegetación leñosa natural (Figura 5), lo cual facilitó la identificación de patrones de distribución espacial en las áreas transformadas por el retroceso de la cobertura forestal (deforestación). Este análisis reveló dos grandes zonas afectadas para el periodo estudiado: una extensa franja al noroeste, orientada en sentido norte-sur y otra en el sector centro-este del área de estudio. En ambas áreas se observa un patrón de distribución espacial concentrado en las zonas degradadas, que puede ser atribuible a múltiples factores. Entre ellos destacan los orígenes históricos: Zarilli (2016) señala que

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

> ...en los años 60 y 70 del siglo XX, la presión del avance agropecuario —iniciado desde el este hacia el oeste (Chaco, Santa Fe, Santiago del Estero, Formosa) y también desde el oeste hacia el centro (Salta, Tucumán)— ha sido incontenible e incluso promovida mediante incentivos fiscales (p. 58).

Asimismo, las mejoras en la accesibilidad geográfica han facilitado la expansión de las áreas de explotación, mientras que ciertos factores institucionales han generado efectos diferenciados en el territorio. En línea con esto, Geist & Lambin (2002) argumentan que las causales indirectas son determinantes clave de la deforestación, señalando que, en más de un tercio de los casos en América Latina, esta se debe a la interacción de factores económicos, institucionales, tecnológicos, culturales y demográficos.

La Figura 6 muestra a nivel provincial la distribución porcentual del total deforestado en toda el área de estudio. Los resultados indican que las provincias que presentan mayores superficies deforestadas son Santiago del Estero (36,8 %), Salta (20,4 %), Chaco (14,4 %) y Córdoba (8,4 %). Estas son seguidas, en orden decreciente, por jurisdicciones con valores menores al 5 %, entre ellas Formosa, San Luis, Tucumán, Catamarca, La Rioja, Santa Fe, Jujuy y San Juan. Estos resultados son consistentes con las tendencias históricas observadas en estudios previos; por ejemplo, Vallejos et al. (2015) reportaron que, entre 1976 y 2012, las provincias de Santiago del Estero, Salta y Chaco fueron las que más aportaron del total de superficie natural transformada.

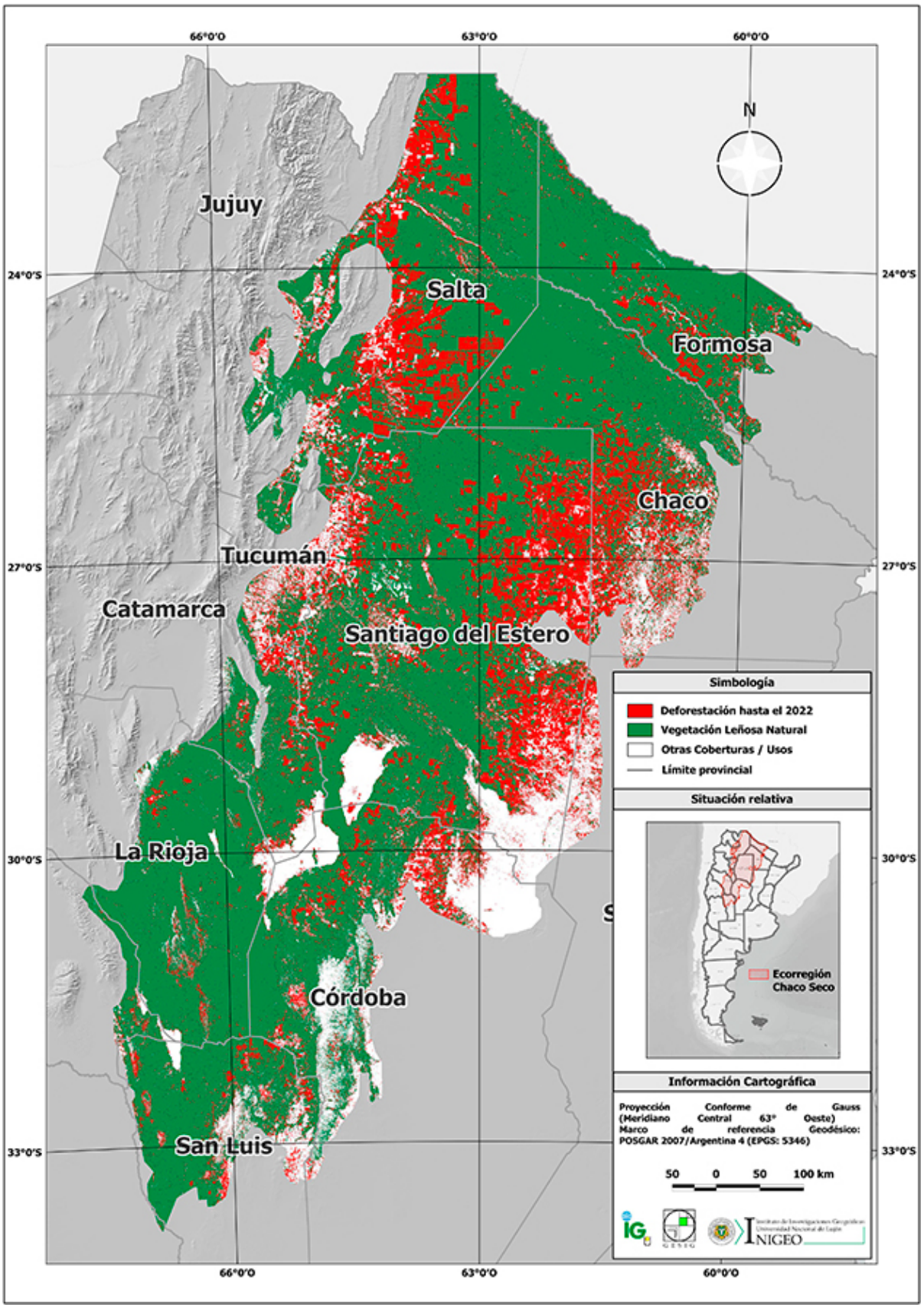
66°0'O
63°0'O
60°0'O
N
Jujuy
24°0'S
Salta
Formosa
Chaco
Tucumán
27°0'S
Catamarca
Santiago del Estero
La Rioja
30°0'S
Córdoba
San Luis
33°0'S
Simbología
Deforestación hasta el 2022
Vegetación Leñosa Natural
Otras Coberturas / Usos
Límite provincial
Situación relativa
Ecorregión Chaco Seco
Información Cartográfica
Proyección Conforme de Gauss (Meridiano Central 63° Oeste)
Marco de referencia Geodésico: POSGAR 2007/Argentina 4 (EPGS: 5346)
50 0 50 100 km
INIGEO

Figura 5.

Mapa de la superficie deforestada en la ecorregión Chaco Seco hasta el 2022

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de datos de MapBiomas (2024); [IGN] (2019); Earth Observation Center (2018).

Al comparar la situación actual de las superficies deforestadas con los datos sobre la producción primaria de bosque nativo y las características de las industrias que emplean esta madera, se observó un aumento significativo en 2022: la producción de durmientes creció un 68,7 %, la de postes un 57,4 %, la de rollizos un 11,0 % y la de carbón un 5,9 % (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2023).

Según el Anuario de Estadística Forestal 2022 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2023), en cuanto a la participación de cada jurisdicción en el total de productos forestales (medido en toneladas), la provincia del Chaco registró el 57,4 % de rollizos, el 68,3 % de leña como tal, el 46,6 % de leña para carbón, el 17,6 % de postes y el 56,6 % para otros productos. En la provincia de Salta, destacan los porcentajes de rollizos y postes, con un 9,3 % y un 5,7 % del total, respectivamente. Por su parte, Santiago del Estero aportó un 5,9 % de la madera para leña, un 46,2 % para leña destinada a carbón, un 66,9 % para postes y un 27,9 % para otros productos. Estos datos sugieren que la tendencia en la extracción de productos forestales continúa siendo alta en algunas de las provincias que históricamente han mostrado una gran disminución en la cobertura de bosque nativo.

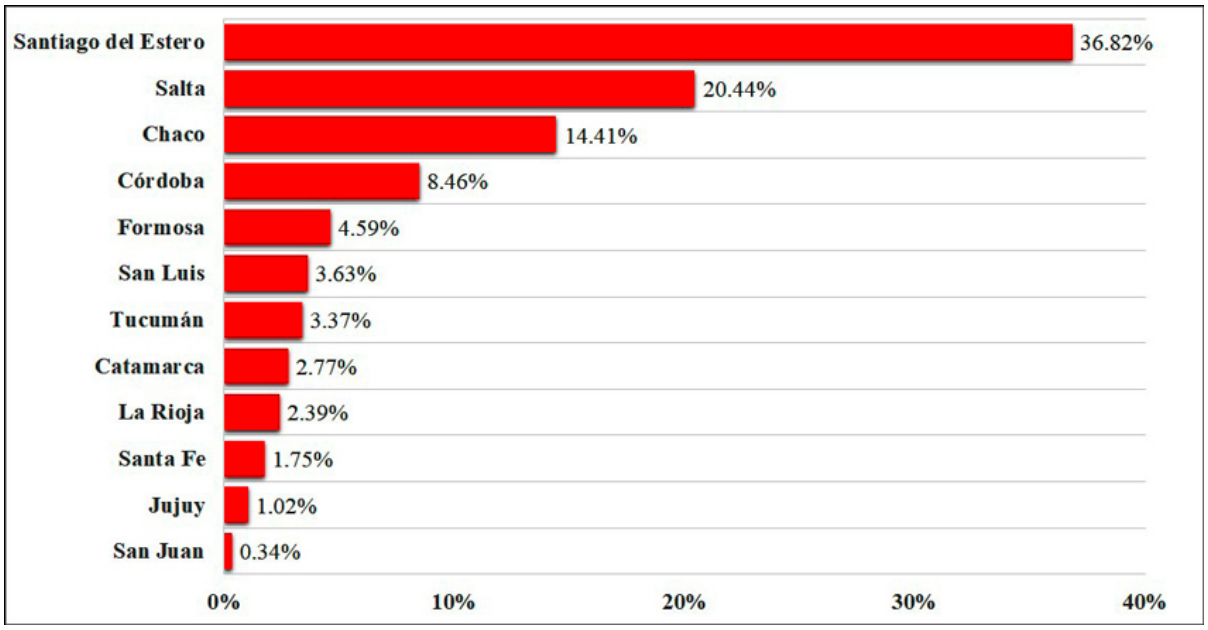

Figura 6.

Distribución porcentual por provincia del total de superficie deforestada en la ecorregión Chaco Seco entre 1985 y 2022

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 7 y 8 se puede observar la cuantificación y la distribución espacial de las transiciones sufridas por la vegetación leñosa natural hacia otras categorías de CUT. Los valores más significativos se presentan cuando las áreas donde se pierde cobertura forestal son sustituidas por cultivos (4.640.230 ha) y pasturas (1.821.835 ha), por lo que centraremos el análisis en estas dos categorías.

Un área donde se detectan grandes transiciones se localiza en los departamentos Anta y General San Martín al este de la provincia de Salta. Bonfanti & Sánchez (2023) señalan que gran parte de la superficie deforestada se debe a proyectos de cambio en el uso de la tierra impulsados por grandes terratenientes del este de Salta, mientras que otra parte considerable fue realizada de manera ilegal.

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

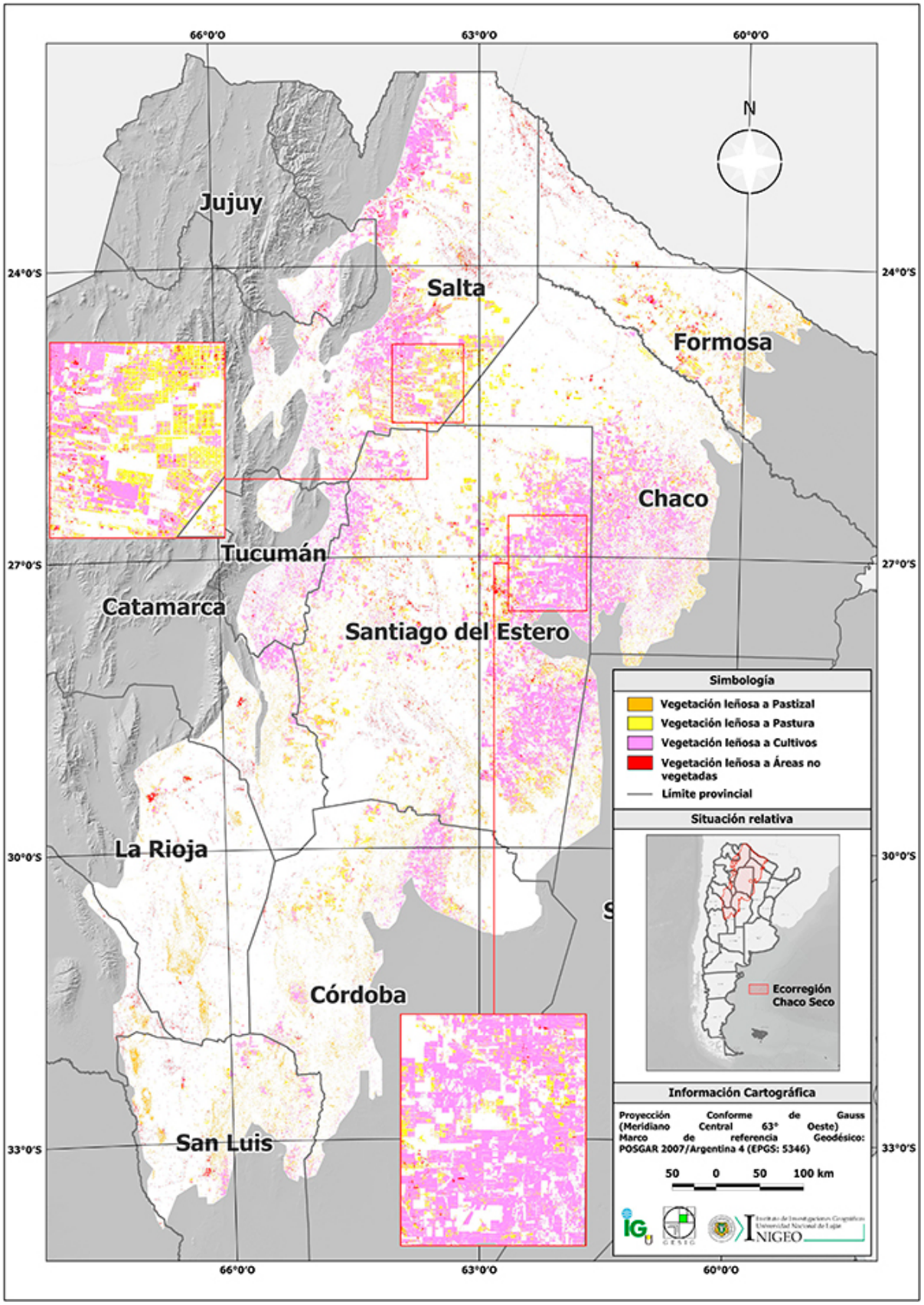
66°0'O
63°0'O
60°0'O
N
Jujuy
24°0'S
Salta
Formosa
Chaco
Tucumán
27°0'S
Catamarca
Santiago del Estero
La Rioja
30°0'S
Córdoba
San Luis
33°0'S
Simbología
Vegetación leñosa a Pastizal
Vegetación leñosa a Pastura
Vegetación leñosa a Cultivos
Vegetación leñosa a Áreas no vegetadas
Límite provincial
Situación relativa
Ecorregión Chaco Seco
Información Cartográfica
Proyección Conforme de Gauss (Meridiano Central 63° Oeste)
Marco de referencia Geodésico: POSGAR 2007/Argentina 4 (EPGS: 5346)
50 0 50 100 km
IGN
INIGEO

Figura 7.

Mapa de las transiciones de la vegetación leñosa natural a otras categorías entre 1985 y 2022

Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de datos de MapBiomas (2024); [IGN] (2019); Earth Observation Center (2018).

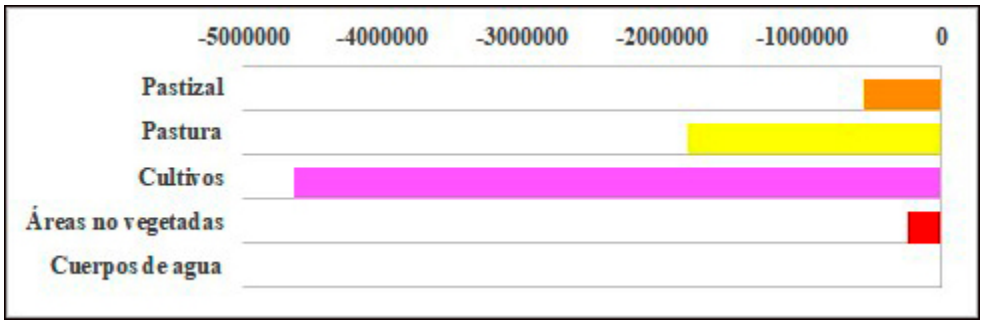

Figura 8.

Contribución al cambio neto (en hectáreas) de la categoría vegetación leñosa entre 1985 y 2022

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, otra de las áreas donde se observan transiciones significativas se localizan en la provincia del Chaco, específicamente en los sectores centro-suroeste (principalmente transiciones a cultivos) y noroeste limitando con Salta (principalmente transiciones a pastura). Al respecto Cuadra et al. (2019) indican que, a partir de la década de 1970, los desmontes se intensificaron en el suroeste, mientras que en los últimos años la mayor cantidad de madera extraída proviene del noroeste. Durante el siglo XXI, esta zona de la provincia, considerada un importante bastión forestal, ha aumentado significativamente su participación y ahora aporta dos tercios de toda la madera producida en el Chaco.

Igualmente, se presenta el caso de Santiago del Estero como otra de las provincias con la cobertura forestal más intervenida. En la frontera este, colindante con Salta y Chaco, se observan las mayores transiciones hacia la categoría de cultivos, así como en el sector noroeste, adyacente a Tucumán y Salta. Por otro lado, las parcelas destinadas a pasturas muestran una distribución espacial dispersa a lo largo del territorio, siendo más difícil determinar un patrón homogéneo. Adicionalmente, se evidencia otra concentración de áreas en transición hacia cultivos en el sector centro-norte de la provincia de Córdoba. En las demás provincias del área de estudio, se presenta un patrón espacial más heterogéneo, donde los diferentes tipos de transiciones son diversos. Como resultado, la pérdida de bosque se traduce principalmente en la conversión hacia las categorías de cultivo, pastura y áreas no vegetadas.

No cabe duda que la expansión de las actividades agropecuarias es uno de los principales impulsores de la deforestación en la región y están definiendo los patrones de configuración espacial. En la Figura

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

9, es posible constatar a partir de estadísticas oficiales el incremento de superficie sembrada de soja en jurisdicciones del área de estudio durante el periodo analizado de 37 años. Desde mediados de la década de 1970, los avances tecnológicos, el aumento en el tamaño de las unidades productivas y las transformaciones en el paisaje rural anticiparon la llegada de la 'sojización' y, la 'ganaderización' en áreas donde la soja no se cultiva (Morello et al., 2005). La rentabilidad de la soja, impulsada por la demanda del mercado internacional, ha motivado a los agricultores a adoptar este cultivo y ha atraído a inversores externos (Pengue, 2009).

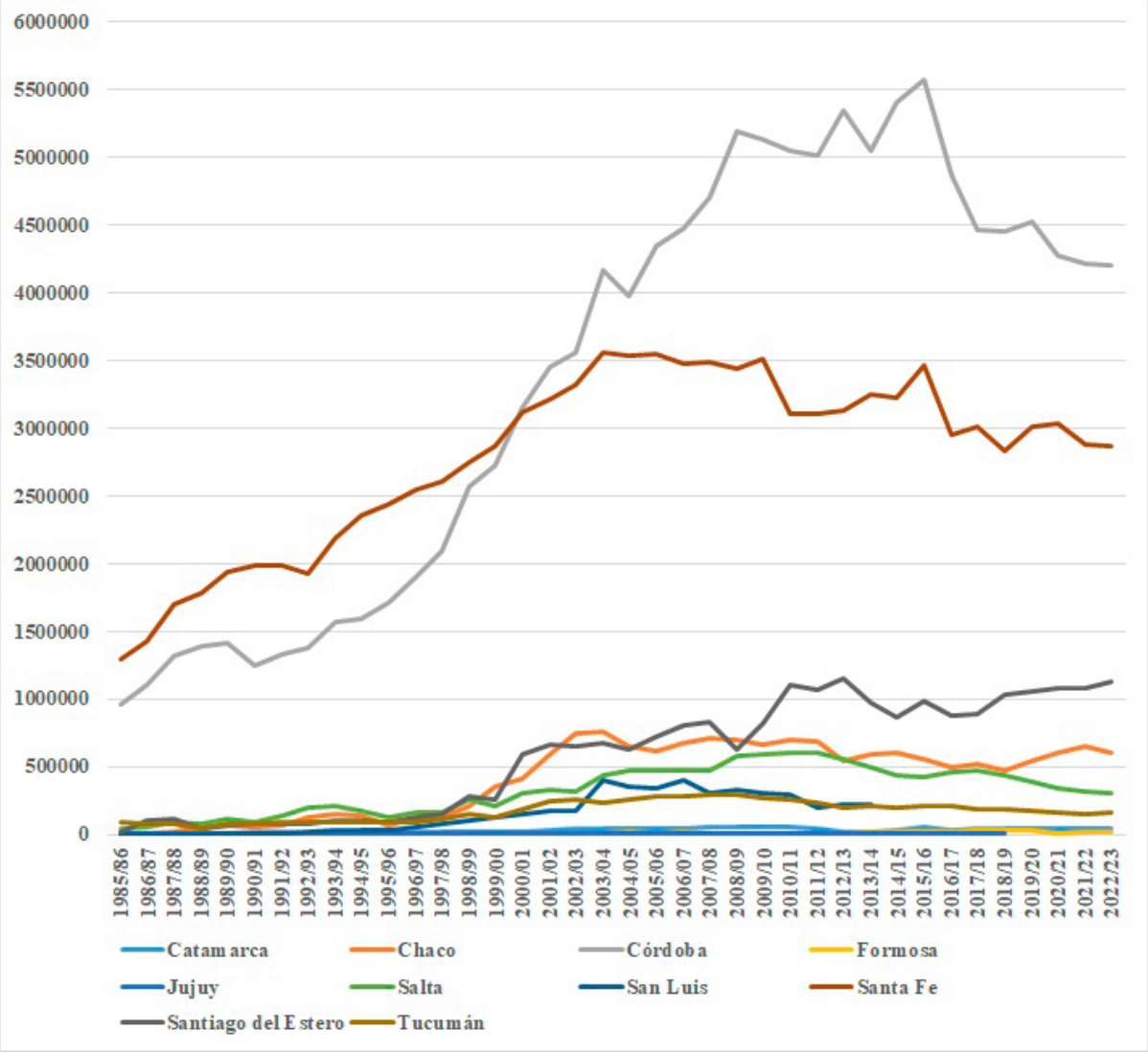

Figura 9.

Superficie sembrada con soja (en hectáreas) en provincias del área de estudio entre 1985 y 2022

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (2024).

La deforestación masiva fragmenta hábitats y reduce la biodiversidad, mientras que el monocultivo de soja provoca la degradación de los suelos en muchos casos ya pobres en nutrientes, volviendo la tierra improductiva a largo plazo, lo que contribuye a una mayor expansión de la frontera agrícola. Por otro lado, los grandes agronegocios e inversores adquieren tierras tradicionalmente habitadas y gestionadas por comunidades aborígenes y locales, desplazándolas y limitando su acceso a recursos esenciales. Muchas políticas gubernamentales, mediante subsidios y leyes de fomento, favorecen esta expansión, exacerbando los impactos socioambientales negativos.

5. Conclusiones

Las transformaciones territoriales en la ecorregión del Chaco Seco en Argentina, impulsadas por la expansión de la frontera agropecuaria, han modificado drásticamente la cobertura natural en las últimas décadas. El análisis de los cambios en las CUT revela que un 21,8 % del área de estudio experimentó algún tipo de cambio. Se registró una disminución notable de la cobertura de vegetación leñosa natural, con una pérdida de superficie neta del -14,7 % en los últimos 37 años, vinculada principalmente a la expansión de cultivos industriales y pasturas, donde las categorías mostraron las mayores ganancias, con 9,5 % y 3,6 % respectivamente.

El análisis también permitió identificar dos grandes zonas con las mayores transiciones en las CUT, una extensa franja en el noroeste de la ecorregión, con orientación norte-sur, y otra en el centro-este. Las provincias más afectadas, como Santiago del Estero, Salta, y Chaco, muestran grandes conversiones de sus tierras a usos agrícolas y ganaderos, lo cual fragmenta hábitats naturales, disminuye la biodiversidad, y expone a la región a futuros problemas de erosión y desertificación. La creciente presión sobre los recursos naturales genera además conflictos territoriales, al desplazarse comunidades locales y poblaciones autóctonas que tradicionalmente dependían de estos ecosistemas.

El módulo Land Change Modeler [LCM], integrado en el sistema TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System, se presenta como una herramienta eficaz para el análisis de datos espaciales, permitiendo la sistematización y aplicación de la metodología propuesta por Pontius et al. (2004) para el estudio de cambios en las CUT. Los resultados demuestran que la combinación de productos derivados de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica constituye un instrumento que, operado bajo un marco conceptual y metodológico adecuado, facilita el monitoreo y la evaluación de los cambios en las CUT. Esta integración ofrece

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

ventajas significativas en el análisis, gestión y actualización de bases de datos geoespaciales, proporcionando información confiable que respalda la formulación de políticas de desarrollo sostenible y su incorporación en los planes de Ordenamiento Territorial.

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación 21H001 (Espacios agropecuarios y forestales del Norte Argentino en las primeras décadas del siglo XXI: evolución, factores, procesos y efectos generales y diferenciados sobre el territorio) y dentro de la línea de investigación sobre "Geografía Forestal y Agraria", impulsada por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional del Nordeste y el Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con SIG [GESIG-PRODISIG] del Instituto de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional de Luján.

Referencias Bibliográficas

Arias-Muñoz, P., Saz, M. A. & Escolano, S. (2024). Tendencias de cambio de usos y coberturas de suelo en la cuenca hidrográfica media-alta del río Mira en Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, (81), 155-179. https://doi.org/10.14198/INGEO.25248

Banchero, S., de Abelleyra, D., Veron, S. R., Mosciaro, M. J., Arévalos, F. & Volante, J. N. (22 al 26 de marzo 2020). Recent land use and land cover change dynamics in the Gran Chaco Americano (Conferencia). *LAGIRS 2020, Conferencia Latinoamericana de Teledetección GRSS & ISPRS* (pp. 511-514). Santiago de Chile, Chile. Recuperado de https://www.academia.edu/98983825/Recent_land_use_and_land_cover_change_dinamics_in_the_Gran_Chaco_Americano?email_work_card=view-paper

Berberoglu, S. & Akin, A. (2009). Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11*(1), 46–53. https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.06.002

Bolsi, A. & Paolasso, P. (2009). La pobreza entre los argentinos del Norte Grande. *Ciencia Hoy, 19* (111), 8-17. http://hdl.handle.net/11336/79176

Bonfanti, F. & Sánchez, M. (2019). Dinámica de la deforestación en el noroeste del Chaco entre 1995 y 2018. *Boletín geográfico, 41*(1), 29-49. http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/geografia/article/view/2365/59028

Bonfanti, F. A. & Sánchez, M. E. (2023). Transformaciones en los espacios agropecuario y forestal en el este de la provincia de Salta (Argentina)

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

entre los años 2000 y 2021. *Revista Geográfica de América Central, 2*(71), 111-142. https://doi.org/10.15359/rgac.71-2.4

Burnicki, A. C., Brown, D. G. y Goovaerts, P. (2007). Simulating error propagation in landcover change analysis: the implications of temporal dependence. *Computers, Environment and Urban Systems, 31*(3), 282-302. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2006.07.005

Caballero, J., Palacios, F., Arévalos, F., Rodas, O. & Yanosky, A. (2014). Cambio de uso de la Tierra en el Gran Chaco Americano en el año 2013. *Paraquaria Natural, 2*(1), 21-28. https://www.researchgate.net/publication/265594705_Cambio_de_uso_de_la_tierra_en_el_Gran_Chaco_Americano_en_el_ano_2013

Cardozo, R., Palacios, F., Rodas, O. y Yanosky, A. (2013). Cambio de uso de la tierra en el Gran Chaco Americano en el año 2012. *Paraquaria Natural, 1*(2), 43-49. https://www.researchgate.net/publication/284654887_Cambio_en_la_cobertura_de_la_tierra_del_Gran_Chaco_Americano_en_el_ano_2012

Clark, M. L, Aide, T. M, Grau, H. R. & Riner, G. (2010). A scalable approach to mapping annual land cover at 250 m using MODIS time series data: A case study in the Dry Chaco ecoregion of South America. *Remote Sensing of Environment, 114*(11), 2816-2832. https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.001

Clark University. (2017). *TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System* (Versión 18.31). Massachusetts: Clark Labs. https://clarklabs.org/

Cuadra, D. E., Montes Galbán, E. & Insaurralde, J. A. (2019). Territorialización y reterritorialización de las actividades agropecuarias en el Chaco. *XXXVIII Encuentro de Geohistoria Regional: VIII Simposio Región y Políticas públicas* (pp. 208-215). Resistencia, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/335749070_Territorializacion_y_reterritorializacion_de_las_actividades_agropecuarias_en_el_Chaco

Cuadra, D. E., Insaurralde, J. A. & Montes Galbán, E. (2020). Evaluación espacio-temporal de la deforestación en el noroeste de la provincia del Chaco 1986-2018: mediante el uso combinado de sistemas de Información Geográfica y Procesamiento Digital de Imágenes. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 12*(17), 1-10. https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-17-2020

Cuadra, D. E. & Lucca, A. I. (2024). *Territorios, configuraciones y problemáticas del nordeste argentino*. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste.

de Adelhart Toorop, R. L., Groot, J. C. J. & Brussaard, L. (2016). *Framework to assess investments in agriculture. In response to FAO-OECD Guidance for Responsible Supply Chains* (documento). Wageningen University. Wageningen UR. https://edepot.wur.nl/374079

Earth Observation Center. (2018). *TanDEM-X - Digital Elevation Model (DEM) - Global, 90m. Ecorregión Chaco Seco (Mosaico de imágenes satelitales).* Geoservicio EOC del Centro de Observación de la Tierra (EOC) del Centro Aeroespacial Alemán (DLR). https://download.geoservice.dlr.de/TDM90/

Eastman, R. J. (2016). *TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System. Manual.* Clark Labs, Clark University.

Fehlenberg, V., Baumann, M., Gasparri, N. I., Piquer-Rodriguez, M., Gavier-Pizarro, G. & Kuemmerle, T. (2017). The role of soybean production as an underlying driver of deforestation in the South American Chaco. *Global Environmental Change, 45*, 24-34. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.05.001

Fundación Vida Silvestre Argentina. (2021). *Ecorregión el Gran Chaco Americano*. https://granchaco.vidasilvestre.org.ar/

Gallardo-Cruz, A., Fernández-Montes de Oca, A. & Rives, C. (2019). Detección de amenazas y oportunidades para la conservación en la cuenca baja del Usumacinta a partir de técnicas de percepción remota. *Ecosistemas, 28*(2), 82-99. https://doi.org/10.7818/ECOS.1611

Gasparri, I. N. & Grau, H. R., (2009). Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). *Forest Ecology and Management, 258*(6), 913-921. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.024

Geist, H. J. & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience, 52*(2), 143–150. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2

Insaurralde, J. A. (2012). Evolución de las coberturas en el suroeste chaqueño entre 1989 y 2010. *Revista Universitaria de Geografía, 21*(1), 31-57. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/10216

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina [IGN]. (2019). *Capas SIG*. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG

MapBiomas. (9 de marzo de 2024). *Proyecto MapBiomas Chaco – Colección [versión 4.0] de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo del Chaco*. https://chaco.mapbiomas.org/

Matteucci, S. D. (2015). Chaco sin bosques, Chaco sin campesinos, Chaco sin diversidad cultural. *Fronteras, 13*(13), 19-28. http://hdl.handle.net/11336/90698

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. (2024). *Dirección Nacional de Agricultura - Dirección de Estimaciones Agrícolas*. https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. (2023). *Anuario de Estadística Forestal. Productos primarios, carbón y durmientes. Incendios Forestales. Comercio exterior (Año 2022).* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Programa Nacional de Estadística Forestal de la Dirección Nacional de Bosques. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/11/anuario_de_estadistica_forestal_2022.pdf

Montes Galbán, E., Insaurralde, J. A. & Cuadra, D. E. (2017). Evolución y escenarios futuros de la deforestación en el suroeste de la provincia del Chaco, Argentina: Array. *Estudios Socioterritoriales. Revista De Geografía*, (22), 121–131. https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-socioterritoriales/article/view/129

Montes Galbán, E., Cuadra, D. E. & Insaurralde, J. A. (2020). *La presión sobre los bosques nativos. Dinámica de la deforestación en el noroeste de la provincia del Chaco 1986 – 2019* [Mapa]. 1:750.000. Buenos Aires: Colección Cartográfica del GESIG N°2. Recuperado de https://gesiginigeo.wixsite.com/col-cartografica/n%C2%BA2

Montes Galbán, E., Cuadra, D. & Insaurralde, J. (2022). Cartografía digital con Sistemas de Información Geográfica: Mapeando la dinámica de la deforestación en el noroeste de la provincia del Chaco 1986 – 2019 [Ponencia]. *Décimo Congreso de la Ciencia Cartográfica y Primer Congreso Virtual Internacional,* (pp. 385-389), Argentina. https://centrodecartografia.wixsite.com/10ccc/resultadofinal

Morello, J., Pengue, W. & Rodríguez, A. F. (2005). Etapas de uso de los recursos y desmantelamiento de la biota del Chaco. En A. Brown, U. Martinez Ortiz, M. Acerbi, & J. Corcuera (Eds.), *La Situación*

Ambiental Argentina 2005 (pp. 75-100). Fundación Vida Silvestre Argentina

Morello, J. (2012). Ecorregión del Chaco Seco. En J. Morello, S. D. Matteucci, A. F. Rodríguez & M. E. Silva (Eds.), *Ecorregiones y complejos ecosistemicos argentinos* (pp. 151-204). Orientación Gráfica Editora.

Olagunju, T. E. (2015). Drought, desertification and the Nigerian environment: A review. *Journal of Ecology and the Natural Environment, 7*(7), 196-209. https://doi.org/10.5897/JENE2015.0523

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W.W., Hedao, P. & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience, 51*(11), 933-938. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2

Parques Nacionales. (15 de octubre de 2024). *Chaco Seco*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/parquesnacionales/ecorregiones/chaco-seco

Patarkalashvili, T. (2019). Deforestation threaten plant biodiversity and climate change. *Current Investigations in Agriculture and Current Research, 6*(3), 812-817. https://doi.org/10.32474/CIACR.2019.06.000236.

Pengue, W. A. (2009). Agrofuels and Agrifoods: Counting the Externalities at the Major Crossroads of the 21st Century. *Bulletin of Science, Technology & Society, 29*(3), 167-179. https://doi.org/10.1177/02704676093337

Pineda Jaimes, N. B., Bosque Sendra, J. y Gómez Delgado, M. (2008). Cambios de la ocupación del suelo y análisis de transiciones sistemáticas en el Estado de México (México) mediante Tecnologías de la Información Geográfica [Comunicaciones]. *XI Coloquio Ibérico de Geografía*, Alcalá de Henares, Madrid. España. http://www.geogra.uah.es/inicio/web_11_cig/cdXICIG/index.html

Pineda Jaimes, N. B., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M. & Plata Rocha, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas*, (69), 33-52. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?

AmeliCA
PDF generado a partir de XML-JATS4R
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

script=sci_arttext&pid=S0188-46112009000200004&lng=es&tlng=es.

Pontius, R. G., Shusas, E. & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 101*(2-3), 251-268. https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008

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

QGIS Development Team [QGIS]. (1 de agosto de 2022). *QGIS. Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto*. https://qgis.org/es/site/

Ramos-Reyes, R., Palomeque-De la Cruz, M. Ángel, Megia-Vera, H. J. & Pascual-Landeros, D. (2021). Land use change model in Carmen-Pajonal-Machona lagoon system, Mexico. *TERRA Latinoamericana, 39*. https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.587

Rojas Briceño, N. B., Barboza Castillo, E., Maicelo Quintana, J. L., Oliva Cruz, S. M. & Salas López, 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. http://dx.doi.org/10.21138/bage.2538a

Vallejos, M., Volante, J. N., Mosciaro, M. J., Vale, L. M., Bustamante, M. L. & Paruelo, J. M. (2015). Transformation dynamics of the natural cover in the dry Chaco ecoregion: a plot level geo-database from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environments,123,* 3–11. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.11.009

Volante, J. N. & Paruelo, J. M. (2015). Is forest transition taking place? evidence for the semiarid Chaco in Argentina. *Journal of Arid Environments, 123*, 21-30. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.04.017

Zarrilli, A. (2016). Transformaciones ambientales y producción agroforestal: El Gran Chaco Argentino en el siglo XX. *Revista História: Debates E Tendências, 16*(1), 53-71. https://doi.org/10.5335/hdtv.16n.1.6253

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/journal/615/6155053013/6155053013.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA
Ciencia Abierta para el Bien Común

Eloy Montes Galbán

Transformaciones en las coberturas y usos de la tierra: Análisis de la deforestación en la ecorregión Chaco Seco, Argentina (1985-2022)

Transformations in land use and land cover: Analysis of deforestation in the Chaco Seco ecoregion, Argentina (1985-2022)

Geográfica Digital
vol. 21, núm. 42, Esp. p. 9 - 38, 2024
Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
geogra@hum.unne.edu.ar

ISSN-E: 1668-5180

DOI: https://doi.org/10.30972/geo.21427888