

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

Análisis multitemporal del papel de la ganadería como agente de cambio de uso de suelo y deforestación en el cantón amazónico El Chaco, provincia de Napo

Jennifer Katherine Quijije Mera

Tutor: Massimo de Marchi

Quito, 2025



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Jennifer Katherine Quijije Mera, autora del trabajo intitulado “Análisis multitemporal del papel de la ganadería como agente de cambio de uso de suelo y deforestación en el cantón amazónico El Chaco, provincia de Napo”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

21 de abril de 2025

Firma: _____

Resumen

El objetivo de esta investigación es determinar la magnitud de los cambios de uso de suelo y deforestación, así como el papel de la ganadería en esta transición a través del análisis multitemporal del cantón El Chaco, provincia de Napo durante el período 1990 al 2019. Además, estudió la influencia de la producción pecuaria en la deforestación y la efectividad del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente con el fin de conceptualizar el “manejo ganadero sostenible” en la Amazonía ecuatoriana. La metodología consistió en recopilar información de fuentes gubernamentales y académicas, incluyendo datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), el Instituto Geográfico Militar (IGM), y otros organismos locales. También incluye entrevistas a productores ganaderos y actores estatales. Se procesó información geoespacial mediante sistemas de información geográfica (SIG) y analizó mapas de uso del suelo y cobertura vegetal en formato *shapefile* para identificar cambios espaciales a lo largo del período de estudio. Se evidenció un incremento en la superficie dedicada a pastizales en detrimento del bosque nativo, confirmando la relación entre la ganadería y la deforestación. Adicionalmente, se analizó la información del PGCI, para determinar que el manejo ganadero sostenible podría mitigar los impactos ambientales de esta actividad. Los resultados subrayan la necesidad de implementar estrategias de gestión sostenible para equilibrar la actividad ganadera con la conservación ambiental, promoviendo prácticas alineadas con el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático.

Palabras clave: ganadería, Amazonía, uso de suelo, deforestación, cambio climático, sostenibilidad, sistemas silvopastoriles

A mi esposo Francisco, mi hijo César y mis dos hijas Sofía y Ana Paz, por ser mi mayor inspiración y mi motor en los momentos difíciles.

A mis padres Julio y Nelly, por su acompañamiento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la constancia.

A mis hermanos Daniela y Andrés, por su apoyo incondicional, por su aliento constante y su confianza en mí.

Este trabajo, que ha requerido mucho tiempo de dedicación y sacrificio, es también de ustedes. Gracias por estar siempre a mi lado

Agradecimientos

A la Universidad Andina Simón Bolívar del Ecuador, por brindarme la formación y las herramientas necesarias para alcanzar este logro.

A mi tutor Massimo de Marchi, cuya guía y apoyo, incluso a la distancia desde Italia, fueron fundamentales en este proceso.

A mi padre, por su invaluable respaldo que me permitió seguir adelante a pesar de los desafíos.

A mi esposo, por su compañía incondicional y su aliento en cada etapa de este camino.

A mis hijos por su enseñarme a que la fortaleza viene de su compañía.

A todos, mi más sincera gratitud.

Tabla de contenidos

Figuras y tablas	13
Introducción.....	17
Capítulo primero: Ganadería, deforestación y cambio climático	21
1. Producción ganadera mundial: contribuciones e impactos.....	21
2. Agentes y promotores en el cambio de uso de suelo y deforestación	24
3. Cambio climático vinculado a la deforestación	26
Capítulo segundo: La realidad en el Ecuador.....	29
1. Evolución de la ganadería extensiva en el Ecuador	29
2. Uso de suelo y deforestación en Ecuador	34
3. Impactos asociados a la producción ganadera en la Amazonía ecuatoriana	37
4. ¿Es posible el manejo sostenible ganadero en la Amazonía?	42
Capítulo tercero: Metodología. Recopilación y procesamiento de información.....	49
1. Tipo de investigación	49
2. Fases de la metodología.....	51
Capítulo cuarto: Contextualización y análisis multitemporal del cantón El Chaco, provincia de Napo	63
1. Caracterización de la zona de estudio	63
1.1. Provincia de Napo	64
1.2. Caracterización del cantón El Chaco.....	66
1.2.1. Aspecto ambiental.....	67
1.2.2. Aspecto social	69
1.2.3. Aspecto económico-productivo	72
2. Elaboración del análisis multitemporal con SIG.....	74
2.1. Análisis multitemporal de Cobertura vegetal y uso de suelo por cada período entre 1990-2018	76
2.2. Análisis multitemporal de la deforestación durante el período 1990-2018.....	80
3. Dinámica de la producción ganadera extensiva.....	85
3.1. Producción e Infraestructura ganadera	86
3.2. Actividad ganadera en el cantón El Chaco	91
3.3. Deforestación y ganadería	93

4. Conceptualización del “manejo ganadero sostenible y resultados de la implementación del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) FAO/MAG en el cantón	98
4.1. Conceptos generales	98
4.2. Caso de estudio: Proyecto de Ganadería Climáticamente inteligente- PGCI en el Ecuador	99
4.2.1. Implementación del proyecto en la provincia de Napo - cantón El Chaco	101
4.2.2 Análisis del proyecto en la provincia de Napo	105
Conclusiones.....	109
Lista de referencias	113
Anexos.....	125
Anexo 1: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco, Año 1990	125
Anexo 2: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco, Año 2000	126
Anexo 3: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco, Año 2008	127
Anexo 4: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco: Año 2018	128
Anexo 5: Mapa de deforestación del cantón El Chaco, Período 1990-2000	129
Anexo 6: Mapa de deforestación del cantón El Chaco, Período 2000-2008	130
Anexo 7: Mapa de deforestación del cantón El Chaco, Período 2008-2014	131
Anexo 8: Mapa de deforestación del cantón El Chaco, Período 2014-2016	132
Anexo 9: Mapa de deforestación del cantón El Chaco, Período 2016-2018	133
Anexo 10: Cuadro para análisis de viabilidad de prácticas ganaderas en el proyecto GCI	134

Figuras y tablas

Figura 1. Cabezas de ganado a nivel mundial y producción de toneladas de leche de 1960 a 2020, FAO.	22
Figura 2. Tierras dedicadas a pastizales y praderas y tierras destinadas a bosques a nivel mundial, 1990-2020, FAO.....	23
Figura 3. Emisiones de GEI por fuente a nivel mundial, 1990-2020, FAO.....	28
Figura 4. Cabezas de ganado en Ecuador y producción de toneladas de leche de 1990 a 2020, FAO.	31
Figura 5. Promedio de vacunos por hectárea de pasto, 2002, EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.	33
Figura 6. Porcentaje de uso de suelo en Ecuador en 2019, ESPAC.	35
Figura 7. Superficie de bosque nativo por provincia en 2018, EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.	37
Figura 8. Superficie de pastos naturales y pastos cultivados en cada región de Ecuador en 2019, ESPAC.....	41
Figura 9. Esquema metodológico de la investigación	51
Figura 10. Mapa de la ubicación del Cantón El Chaco respecto al Ecuador, a) Ecuador, b) provincia de Napo, c) cantón El Chaco.	63
Figura 11. Mapa de Área protegidas (SNAP) del Cantón El Chaco, provincia Napo....	67
Figura 12. Mapa del Área de estudio. Cantón El Chaco, provincia Napo	70
Figura 13. Porcentaje de población ocupada por rama de actividad, 2010 EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.	72
Figura 14. Análisis multitemporal de la Cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.....	76
Figura 15. Variación de la Cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.	76
Figura 16. Análisis multitemporal de Deforestación en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.....	81
Figura 17. Transición de Bosque a coberturas vegetales y usos de suelos en el cantón El Chaco desde 1990 al 2018.....	82

Figura 18. Variación del porcentaje de Deforestación en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.....	85
Figura 19. Número de cabezas de ganado y producción de leche de la provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón) para el período 1990-2001.....	87
Figura 20. Número de cabezas de ganado y producción de leche de la Región oriental nororiente (incluye a las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana) para el período 2002-2011.....	88
Figura 21. Número de cabezas de ganado y producción de leche de provincia de Napo para el período 2012-2020.....	90
Figura 22. Mapa de producción e infraestructura ganadera del cantón El Chaco.....	93
Figura 23. Autocorrelogramas de las variables (1) número de Fincas ganaderas (2) número de cabezas de ganado (3) superficie deforestada por año.....	94
Figura 24. Dendrograma de la evolución del sistema a lo largo de los 6 años.....	95
Figura 25. Dendrograma de la evolución de las variables en el tiempo.....	95
Figura 26. Correlación entre el número de fincas y la superficie deforestada.....	96
Figura 27. Regresión de mínimos cuadrados entre la primera PC y la superficie deforestada.....	97
Figura 28. Correlación entre la primera PC y la el tiempo.....	98
Figura 29. Mapa de la ubicación de fincas piloto que participaron del Proyecto GCI en El Chaco.....	102
Tabla 1. Deforestación en Ecuador en períodos 2008-2014, 2014-2016 y 2016-2018 ..	36
Tabla 2. Cabezas de ganado vacuno en la Amazonía en el año 2018.....	38
Tabla 3. Porcentaje de pasto natural y cultivado por región en Ecuador.....	42
Tabla 4. Objetivos y Operacionalización de las variables en estudio.....	49
Tabla 5. Leyenda temática Nivel I y II del Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal .	56
Tabla 6. Elementos base y temáticos de cartografía vectorial utilizados.....	57
Tabla 7. Segregación de las muestras censarias por período de tiempo.....	59
Tabla 8. Principales actividades Agropecuarias de la provincia de Napo.....	65
Tabla 9. Superficie (ha) y porcentaje de cobertura y uso de suelo del Cantón el Chaco para el 2018.....	66
Tabla 10. Formaciones vegetales en el cantón El Chaco.....	68
Tabla 11. Superficie en hectáreas de pastos y rastrojo del cantón El Chaco- 2014.....	73
Tabla 12. Uso de suelo del cantón El Chaco durante los años 1990, 2000, 2008, 2018	75

Tabla 13. Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 1990-2000	77
Tabla 14. Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 2000-2008	78
Tabla 15. Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 2008-2018	78
Tabla 16. Transiciones de bosque a diferentes coberturas y usos de suelo del cantón El Chaco durante el período 1990-2018.....	81
Tabla 17. Deforestación en el cantón El Chaco durante el período 1990-2018.....	84
Tabla 18. Producción ganadera en la provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón) para el período 1990-2001.....	86
Tabla 19. Producción ganadera en la Región oriental nororiente (incluye a las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana) para el período 2002-2011	87
Tabla 20. Producción ganadera en la provincia de Napo para el período 2012-2020	89
Tabla 21. Cabezas de ganado y predios dedicados a la producción ganadera en el cantón El Chaco en el período 2015-2021	92
Tabla 22. Relación entre cabezas de ganado y superficie deforestada por uso agropecuario en el período 2015-2020 en el cantón El Chaco.....	93
Tabla 23. Análisis de las componentes principales	96
Tabla 24. Coeficientes de las componentes principales.....	96
Tabla 25. Análisis de componente principal entre variables número de fincas y superficie deforestada.....	97
Tabla 26. Estrategias aplicadas por el PGCI en el Ecuador	100

Introducción

Los bosques de la Amazonía brindan uno de los principales servicios ecosistémicos como el secuestro y almacenamiento de carbono. Se estima que durante el período del 1990-2007 la absorción de CO₂ fue de 2,4 petagramos de carbono por año (Pan et al. 2011, 989). Adicionalmente, la Amazonía constituye uno de los 25 *hot spots* del planeta con una gran biodiversidad, en especial de especies endémicas (Gómez de la Torre et al. 2014, 3). Además, permite la regulación y abastecimiento de agua (Vicuña et al. 2018, 103).

Por otro lado, mundialmente la ganadería se considera la actividad humana que ocupa una superficie considerable de tierra, destinando el área total para pastoreo en un 26 % de la superficie y para producción de forrajes el 33 % del área total de tierra cultivable (Steinfiel et al. 2009). Para Latinoamérica, se identifica como una de las principales causas de deforestación (Armenteras y Rodríguez 2014, 1). En países como México, Cuevas y colaboradores (2010, 98) examinaron que los cambios en coberturas y uso de suelo fueron causados por el cultivo de pastos asociados a la ganadería, y que el 57 % del territorio está ocupado por ganadería extensiva. En Argentina, por el contrario, aunque existe una amplia producción ganadera, hay indicios de que la disminución de la actividad ganadera ha contribuido a que ciertas áreas boscosas recuperen su cobertura vegetal (Grau et al. 2007, 55). Por otro lado, en la región de la Amazonía el impacto de la ganadería es más intenso, donde el establecimiento de pastizales incrementó las tasas de deforestación y llegaron a estar entre las más altas del mundo (Alemán et al. 2020, 2).

En este sentido, el primer capítulo de esta investigación hace referencia a la producción ganadera mundial, la deforestación y el cambio climático asociado a esta deforestación. En el punto de producción ganadera mundial se analiza el aumento de ganado en las últimas décadas y la presión que eso pone sobre las áreas naturales. La ganancia de espacio para pastizales se hace a costa de bosques y otros espacios naturales. La creciente población mundial y el mayor consumo de proteína animal incrementarán esta tensión. Justamente, el segundo punto de este capítulo trata de los promotores de cambios de uso de suelo. Los espacios que antes se dedicaban a áreas naturales están siendo transformados por presiones de sectores agropecuarios y otros sectores económicos como el maderero, el minero o el petrolero. El resultado neto es que los

bosques nativos están disminuyendo en varias regiones, y los espacios para otros usos están aumentando. La consecuencia de esto se aprecia en el tercer punto: el cambio climático. Los bosques son sumideros naturales de gases de efecto invernadero (GEI). La deforestación no solo está disminuyendo estos recursos, sino que está privando al planeta de ecosistemas vitales para controlar este problema. Las consecuencias se sentirán con fenómenos extremos que afectarán a las poblaciones vulnerables de todo el mundo.

Ahora bien, en el Ecuador, la superficie amazónica correspondiente al 48 % de territorio nacional, ha sido sujeta a una tasa de deforestación que alcanza un total de más de 19.000 km² durante el período 1990-2008 (Sierra 2013, 5). En los últimos 25 años, los patrones de uso del suelo de las poblaciones campesinas de la Amazonía se han asociado con prácticas agrícolas y ganaderas que se ha expandido de forma amplia y perceptible (Alemán et al. 2020, 2) transformando bosques en pastizales y zonas agropecuarias constituyéndose en el factor de mayor incidencia en los procesos de cambio de uso de suelo y cobertura vegetal (Rodríguez et al. 2010, 26; Sierra 2013, 5) encaminando a la destrucción de ecosistemas, emisión del CO₂, desaparición de especies endémicas, pérdida de servicios ambientales y consecuentemente un aporte al cambio climático (Gómez de la Torre et al. 2014, 4). A lo planteado se suma que los niveles de productividad e ingresos económicos por esta actividad son relativamente bajos con una producción de pasturas de 5 a 8 Tha/año debido a la pobreza nutricional de sus suelos y la vulnerabilidad de las pasturas a plagas y enfermedades (Nieto y Caicedo 2012, 21).

Estos antecedentes se incluyen en el segundo capítulo que refiere a la situación en Ecuador, analizando la evolución del sector ganadero en Ecuador, uso de suelo y deforestación, impactos de la producción ganadera en la Amazonía y un análisis de si es posible un manejo sostenible de la ganadería en esta región del país. El punto de la evolución ganadera en Ecuador hace una revisión histórica de este sector en el país, empezando por la sierra centro norte, y luego extendiéndose a otras regiones. El segundo punto analiza los usos de suelo en Ecuador. La mayoría del territorio sigue teniendo una importante cobertura de bosques, pero con un incremento notable de la frontera agropecuaria en las últimas décadas. Precisamente, el tercer punto de este capítulo nota que esta frontera agropecuaria ha comenzado a extenderse hacia la región amazónica, misma que no cuenta con los recursos de pastizales que si hay en la Sierra. La consecuencia ha sido un mayor uso de pastos cultivados. Estas áreas se han ganado a costa de bosques naturales de la región, y sin la productividad de carne o leche que se alcanza en Sierra o Costa.

Esto plantea un debate para el último punto. La idea de tener una sostenibilidad en la ganadería del oriente ecuatoriano llevó a que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAATE), con el apoyo técnico de la FAO y el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) realizaran en el país durante el período 2016-2020 el Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI). Se planteaba una serie de técnicas que permitieran la actividad ganadera al mismo tiempo que se evitaba una expansión de la frontera agropecuaria. Los resultados de este proyecto serán tratados como caso de estudio realizando un análisis comparativo para encontrar marcos conceptuales y herramientas que permitan definir una producción ganadera sostenible y sustentable, medir su compatibilidad con lo ambiental, social, económico y participativo; y que garantice un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del ambiente y el bienestar de las poblaciones (MacRae et al. 1990, 156).

El presente estudio se centró en la provincia de Napo, específicamente en el cantón amazónico El Chaco, cuya actividad económica se centra principalmente en la producción ganadera (Zhunio 2016, 8). Este cantón evidencia que sus bosques han sufrido presión por el desarrollo de actividades ganaderas extensivas (Gaibor Lalvay 2018, 14), la flora y fauna han sido impactadas, existen pérdidas de los ecosistemas forestales desde los años 90 del siglo XX por malas prácticas ganaderas, que incluye el detrimento de la capa fértil y erosión del suelo (Cifuentes Molina 2016, 22) y el subsecuente deterioro de las integraciones socio ecológicas impidiendo manejar la actividad ganadera fundamentándose en la participación de la comunidad y el uso de los recursos naturales de manera racionalizada (Jiménez et al. 2018, 176). Frente a esta problemática, desde el año 2016, actores nacionales e internacionales empezaron con la implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) el cual buscaba reducir la degradación de la tierra, aumentar la adaptabilidad al cambio climático y reducir emisiones de GEI, a través de la implementación de políticas intersectoriales y técnicas de ganadería sostenible (FAO 2020). Resultó pertinente evaluar cómo se han llevado a cabo las actividades ganaderas extensivas con la transformación de uso de suelo y deforestación a diferentes escales temporales precisando el estado pasado y actual del área (Molina y Albarrán 2013, 26); y si este proyecto incidió en la sostenibilidad de la cadena ganadera de la Amazonía.

Los resultados se exhiben en el tercer capítulo donde examiné mediante cartografía temática y datos censuarios ¿Cómo ha evolucionado temporalmente la

dinámica de cobertura boscosa y uso de suelo en el período 1990-2019, ¿cuáles han sido los principales determinantes de estos cambios en especial la ganadería extensiva y cuál es la viabilidad de un manejo ganadero sostenible en el contexto del PGCI desarrollado en el área de estudio?

Considerando lo expuesto esta investigación tuvo como objetivo determinar la magnitud de los cambios de uso de suelo y deforestación, así como el papel de la ganadería en esta transición a través del análisis multitemporal del cantón El Chaco, provincia de Napo durante el período 1990 al 2019.

Los objetivos específicos son tres: 1) Determinar los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal por deforestación durante el período de 1990 al 2019 en el cantón El Chaco, provincia de Napo; 2) Caracterizar el papel de la actividad ganadera en el deterioro de los bosques y el suelo en área de estudio; 3) Conceptualizar el “manejo ganadero sostenible” y su viabilidad en el marco del desarrollo e implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente en el área de estudio.

Capítulo primero

Ganadería, deforestación y cambio climático

1. Producción ganadera mundial: contribuciones e impactos

Los pastizales son la fuente predominante de forraje para el pastoreo de animales y cubren más superficie terrestre que cualquier otro tipo de vegetación. La conversión de bosques y otras áreas naturales a otros usos continúa a un ritmo elevado, lo que está generando mayores problemas ambientales y socioeconómicos a nivel global (Michalk et al. 2019, 561). Adicional a la problemática del cambio de uso de suelo, el sobrepastoreo en estos lugares es uno de los principales impulsores de la disminución de la productividad de los pastizales. Alrededor del 20 % de los pastizales del mundo se encuentran en un estado severamente degradado (Michalk et al. 2019, 561).

De acuerdo con la FAO, para el 2050, el sector agropecuario enfrentará el desafío de producir 60 % más que el suministro actual de alimentos de 8500 millones de toneladas por año para sostener una población mundial pronosticada de más de 9000 millones de personas (Michalk et al. 2019, 561). Adicionalmente, se estima que el consumo de carne se incremente en 14 % a medida que la disponibilidad de carne aumente para la población (OECD y FAO 2021, 164). La Figura 1 muestra el crecimiento de la producción de carne para el período entre 1960 y 2015. Este crecimiento de la producción tiene que ver con el consumo de carne y de leche a nivel global. Entre 1963 y 2015, la producción láctea mundial se ha más que duplicado, pasando de las 340 a las 718 toneladas métricas (Michalk et al. 2019, 562).

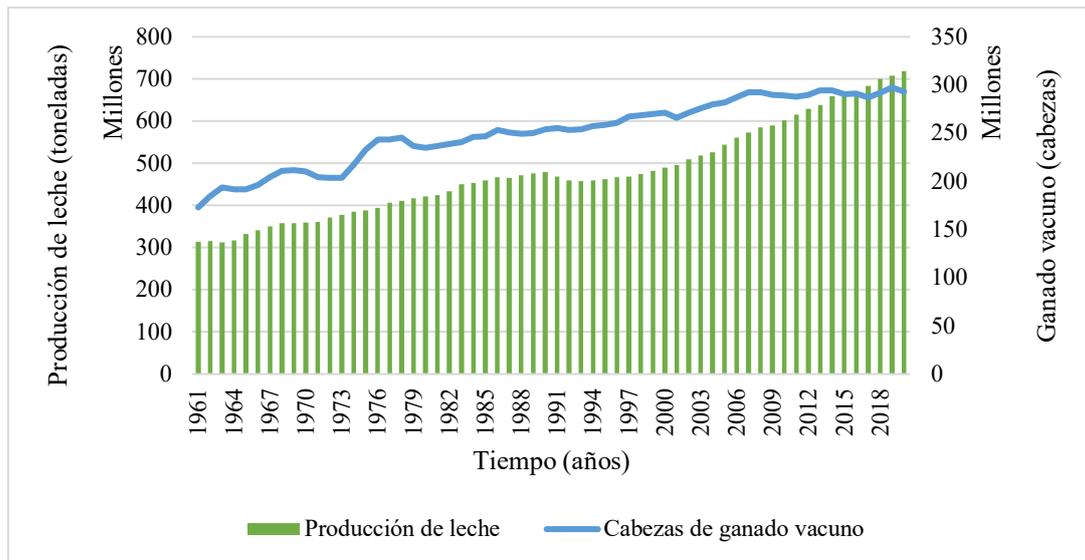


Figura 1. Cabezas de ganado a nivel mundial y producción de toneladas de leche de 1960 a 2020, FAO.

Elaboración propia.

El aumento de toda esta producción agropecuaria, sean los monocultivos en el subsector agrícola, o los pastos (también podrían considerarse un monocultivo) en el subsector pecuario, ha generado un gran impacto ambiental. Se estima que se pierden por erosión 10 millones de hectáreas de suelo cada año a una velocidad entre 10 y 40 veces más rápido de la que se está formando el suelo. Además, el sector agropecuario es responsable de la pérdida de biodiversidad en alrededor 70 % de especies en el mundo con la expansión de la frontera agropecuaria a costa de las áreas naturales. Así también, los cultivos que se siembran consumen alrededor del 70 % de agua dulce del planeta, lo que de lejos lo convierte en el sector que más agua consume (Garibaldi et al. 2018, 573). De todo el sector agropecuario, la producción animal por sí sola absorbe un porcentaje entre 35 a 40 % de todo el sector, con sus correspondientes impactos a nivel ambiental (Garibaldi et al. 2018, 573). La deforestación entre los más acuciantes. Los bosques nativos prestan una serie de servicios ambientales como sumideros de carbono y refugios de la biodiversidad del planeta. En este sentido no es factible ni deseable una expansión continua de la frontera agropecuaria (Garibaldi et al. 2018, 579). La Figura 2 muestra el descenso de los bosques nativos y el área que a nivel mundial se dedica a pastizales para animales. Si bien se nota un descenso en el área de pastizales, la superficie de bosques nativos continúa un decrecimiento preocupante a nivel global (FAO).

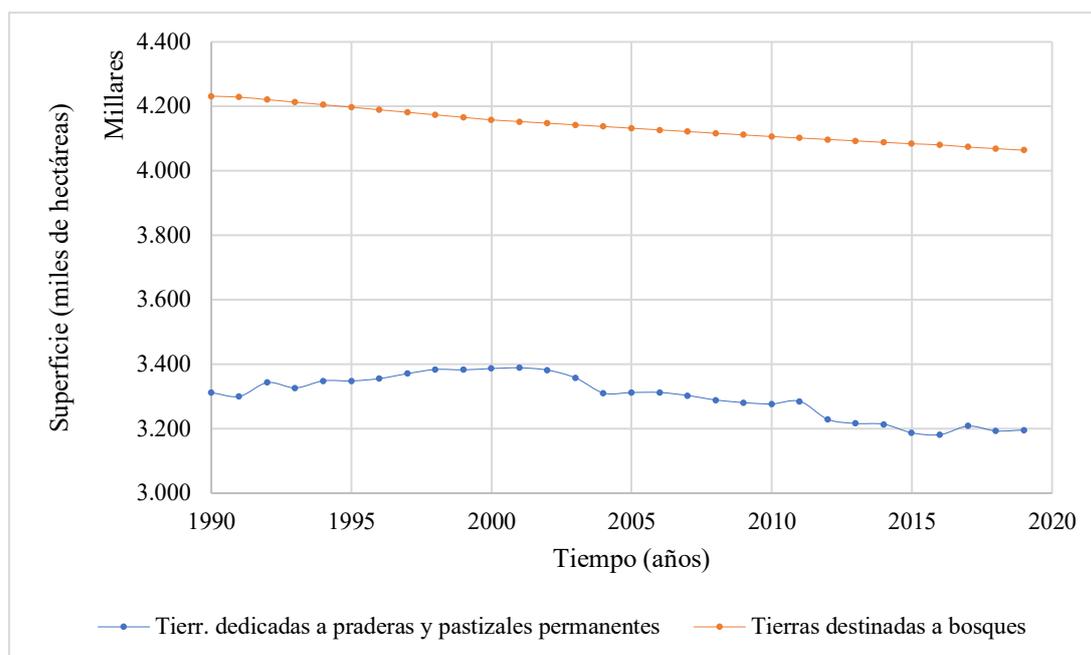


Figura 2. Tierras dedicadas a pastizales y praderas y tierras destinadas a bosques a nivel mundial, 1990-2020, FAO.

Elaboración propia.

Las proyecciones a 2030 indican que la gente consumirá más carne de aves de corral (41 %), seguido de carne de cerdo (34 %), vaca (20 %) y oveja (5 %) (OECD/FAO, 2021, 164). Lo que esto significa es que el suelo dedicado para agricultura y ganadería aumentará a nivel mundial. Una mayor cantidad de gente, que a su vez consuma mayor cantidad de carne, pondrá mayor presión sobre las áreas naturales que todavía se conservan a nivel global (Michalk et al. 2019, 561). Aunque el ritmo de crecimiento de la población ya no es tan acelerado como en décadas pasadas, la población mundial ha duplicado su número desde la década de 1970. Hoy en día supera los 8000 millones de personas. El consumo alimenticio per cápita (kcal/persona/día) también ha sufrido un incremento. De un promedio de 2370 kilocalorías (kcal) por persona al día a finales de la década de 1970 ha pasado a 2770 kcal por persona al día en 2012 (17 % más de consumo en poco más de 30 años) y en la actualidad consumen un total de 3000 kcal cada persona moderadamente activa. Este incremento en las dietas se da por un mayor consumo de productos pecuarios y aceites vegetales (FAO 2024).

Los productos ganaderos continúan siendo el subsector agrícola de más rápido crecimiento a nivel mundial. En algunos países en desarrollo como Pakistán o Colombia, el sector ganadero aporta con aproximadamente el 56,3% del valor de la agricultura y casi el 11% del producto interno bruto agrícola. Esto da una indicación sobre la importancia

del ganado no sólo ya para la alimentación, sino para la economía mundial (Rehman et al. 2017).

El sector agropecuario continuará siendo de gran importancia, especialmente ante el crecimiento de la población mundial. Se estima que la producción agrícola deberá incrementarse entre un 60 % y un 120 % para el año 2050, a fin de satisfacer esta creciente demanda global. No obstante, cabe señalar que este aumento en la demanda de alimentos no se debe, en su mayoría, al crecimiento poblacional, sino a un cambio en los patrones alimentarios, particularmente al incremento en el consumo de carne, como ya se ha señalado (OECD y FAO, 2021, 164). Esto plantea un nuevo impacto a nivel global aparte de los ya mencionados problemas medioambientales, se trata de la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso (Garibaldi et al. 2018, 573). A medida que más y más gente ingrese a lo que se llama clase media, su ingesta nutricional se incrementará, pero lo hará en gran medida con proteína animal. Pasado un punto, una ingesta adicional de esta proteína puede volverse perjudicial para la salud de las personas. Autores como Garibaldi et al. (2018, 573) cuestionan si es necesaria esta ingesta al comparar los índices de desnutrición globales de 11 % contra los de sobrepeso de 40 %. Es éste un punto en el que podría trabajarse y así evitar poner más presión sobre los sistemas naturales para ganar más espacio para cultivos y pastizales de animales.

2. Agentes y promotores en el cambio de uso de suelo y deforestación

Se entiende como uso del suelo a las diversas actividades que se realizan en un determinado espacio geográfico. Estas actividades pueden tener fines ambientales, sociales o económicos. Cuando se modifica este uso del suelo, en especial los de fines ambientales, se generan cambios a nivel estructural y se desplazan ecosistemas que cumplía una función o servicio ambiental en la zona (González-Porras 2020, 24). Las actividades antrópicas y sus efectos son diversos. Las acciones de carácter económico y social emprendidas por la humanidad han propiciado la transformación del entorno en el que se asienta. En muchos casos, la modificación del uso del suelo tiene como finalidad satisfacer las necesidades básicas de alimentación, vivienda y servicios esenciales del ser humano (Hernández et al. 2020, 1296).

Los efectos e impactos por el cambio de uso de suelo van desde impactos físicos como la tala y la modificación del paisaje, hasta las consecuencias indirectas y de más largo alcance como el cambio climático global. El efecto más notable y que más consecuencias puede traer es la deforestación. Entre sus consecuencias se cuentan la

reducción de la estabilidad del suelo y mayores tasas de erosión por la pérdida de cobertura vegetal. También puede incrementarse la frecuencia de los incendios forestales por el cambio y uso de la tierra. Dependiendo de la zona geográfica, los riesgos de inundación también se ven acrecentados (González-Porras 2020, 25).

En América latina, los estudios realizados en terrenos que han cambiado de áreas naturales a superficies agropecuarias dan cuenta de impactos que van desde pérdidas en biodiversidad, salinización y desertificación de terrenos agrícolas, y reducción en la productividad de cultivos básicos y de la ganadería, lo cual a su vez puede traer consecuencias sobre los procesos alimentarios para los pueblos de la región afectada (Hernández et al. 2020, 1296).

Los cambios en el uso de suelo están influenciados también por el crecimiento considerable de las áreas urbanas en las últimas décadas. Estos cambios afectan a la biodiversidad de las zonas naturales, y esto a su vez afecta el funcionamiento de los sistemas ecológicos, sociales y económicos (Dadashpoor et al. 2019, 708). Sin embargo, para Latinoamérica, la ganadería extensiva es una tendencia creciente y se identifica como la segunda causa de deforestación (Wanderley et al. 2020).

En muchas zonas, en especial en Latinoamérica, los usos de suelo más extendidos incluyen la ganadería y las actividades extractivas, como la extracción de combustibles fósiles y la minería (Segovia y Berbey-Álvarez 2020). Jarrín y colaboradores en el 2017 indican que uno de los aspectos que inciden significativamente en la expansión de la frontera agrícola es el de la distribución demográfica. Esto pone mayor presión sobre los bosques, y no solo por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, sino también por la contaminación y el uso de esos mismos bosques para otras actividades económicas (Jarrín et al. 2017, 95).

Los bosques a nivel mundial ocupan 4060 millones de hectáreas (ha), equivalentes al 31 % de la superficie total de la tierra (FAO 2021, 1). De esta cobertura forestal, un 45 % corresponde a bosque tropical, un 27 % a bosque boreal, un 16 % a templado y 11 % a subtropical (1). Desde 1990, los bosques han disminuido en una superficie equivalente a 178 millones de hectáreas. La pérdida neta de bosques en el decenio de 1990 a 2000 fue de 17,8 millones de ha por año. Por su parte, en el período 2000-2010 la tasa de pérdida forestal fue de 5,2 millones de ha por año. Finalmente, fue de 4,7 millones de ha por año en el período 2010-2020 (2). La FAO (2016, 17), basándose en informes de expertos, indicaron que entre 70 % y 80 % de la conversión de los bosques en África, un 70 % en

Asia subtropical y más del 90 % en América Latina se debe a la expansión de la frontera agrícola.

Cárdenas Acero (2019, 17) menciona entre los principales agentes de deforestación a la agricultura de roza y quema, a la agricultura comercial, a la ganadería, a la industria maderera, a los sectores minero y petrolero y la infraestructura de energía, industrial y de vivienda, en especial en las zonas rurales. FAO (2016, 20) también cita como causas de la deforestación a las actividades humanas que tienen repercusión en los bosques. Se incluyen la expansión de la frontera agrícola, el desarrollo de infraestructura, el crecimiento de las ciudades y actividades como la minería.

El método de quema en agricultura es todavía aplicado en muchas partes, y se hace para hacer espacio para cultivos. Los ganaderos talan bosques para sembrar pastos. La industria maderera corta los árboles maderables comerciales. Además, los caminos abiertos por los madereros permiten el acceso a otros usuarios de la tierra. La industria minera y petrolera también afecta a los bosques con la apertura de caminos hacia las minas, los pozos de perforación y estaciones de bombeo o de refinación o tratamiento. Las operaciones incluyen una deforestación más localizada. Los proyectos de asentamiento, en especial en zonas rurales, también afectan a los bosques. Una infraestructura que también tiene incidencia en las áreas forestales es la de tipo hidroeléctrico. Los caminos y carreteras construidos a través de áreas forestales dan acceso a otros usuarios de la tierra y las represas hidroeléctricas ocasionan inundaciones, muchas veces en áreas extensas (Cárdenas Acero 2019, 17).

3. Cambio climático vinculado a la deforestación

Uno de los principales promotores para el cambio climático es el cambio del uso del suelo. Lugares como la Amazonía, que alberga los bosques tropicales más grandes del planeta, son importantes sumideros de carbono. Adicionalmente, estos bosques constituyen algunos de los sitios con mayor biodiversidad por las especies endémicas que ahí habitan (Zapata-Ríos et al. 2021, 4). Además, permite regular el ciclo y el abastecimiento de agua (Vicuña et al. 2018, 103). Sin embargo, este hábitat que tantos servicios ambientales brinda al planeta parece estar en declive como resultado de factores como la deforestación y el cambio climático (Gatti et al. 2021, 388). Los esfuerzos globales de conservación suelen enfocarse en el mantenimiento de las áreas protegidas, sitios para salvaguardar los recursos biológicos y culturales críticos para la supervivencia de poblaciones humanas y no humanas. Sin embargo, la mayoría de estas áreas se

encuentran en países en desarrollo, donde la presión para utilizar los recursos de estas áreas es grande a nivel económico y social (López et al. 2021). Investigaciones como la de López et al. (2021) demuestran una disminución del tipo de cobertura vegetal en áreas protegidas debido a procesos antropogénicos, incluidos el cambio en el uso del suelo, además de la cacería y la extracción de recursos forestales y no forestales.

El cambio climático y los cambios de suelo son dos de los conductores para el cambio de la biodiversidad. Esta interacción es compleja y puede darse en sentido contrario también. Es decir, que la pérdida de biodiversidad afecta a su vez al suelo, lo que puede agravar aún más el problema si el suelo se degrada y ya no puede sostener la misma cantidad y calidad de especies vegetales (Shulte et al. 2021). La deforestación, que ahora ocurre principalmente en áreas tropicales, se hace a causa de la expansión de pasturas y tierras agrícolas. Estas tierras se han convertido en importante fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se tiene así que la expansión de los pastos para ganadería es una causa de deforestación y se vincula a la emisión de gases de efecto invernadero (Michalk et al. 2019, 566).

Los gases de efecto invernadero (GEI) se conforman por 8 principales gases: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), fluoro carbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HCFC), perfluoroetano (C_2F_6), hexafluoruro de azufre (SF_6) y el vapor de agua. Cada gas tiene sus propias características y capacidades para captar la radiación solar y producir el efecto invernadero. Se producen por actividades industriales, de transporte, de energía, agropecuarias o por cambios en los usos del suelo (Cárdenas Acero, 2019, 41). Para realizar cálculos con las emisiones de GEI, se suele emplear el parámetro de CO_2 -eq. Es decir, se transforman todas las emisiones los gases que se han mencionado a uno solo, y de esta forma se pueden comparar las emisiones de diferentes actividades. En 2020, los combustibles fósiles emitieron un total de 34,81 mil millones de toneladas de CO_2 . El cambio de uso de suelo, por su parte, emitió 3,21 mil millones de toneladas de CO_2 . La contribución de GEI sigue siendo menor en un orden de magnitud en cuanto a cambio de uso de suelo, respecto a otras fuentes, pero es igualmente significativa (IPCC 2023). Una evolución en el tiempo de los GEI a nivel global y por fuente puede apreciarse en la Figura 3. El cambio de uso de uso de suelo, los gases por fermentación de ganado y la conversión de bosques (deforestación) siguen por debajo de la agricultura como emisores de GEI (FAO 2020). Sin embargo, la suma de sus efectos tiene repercusiones.

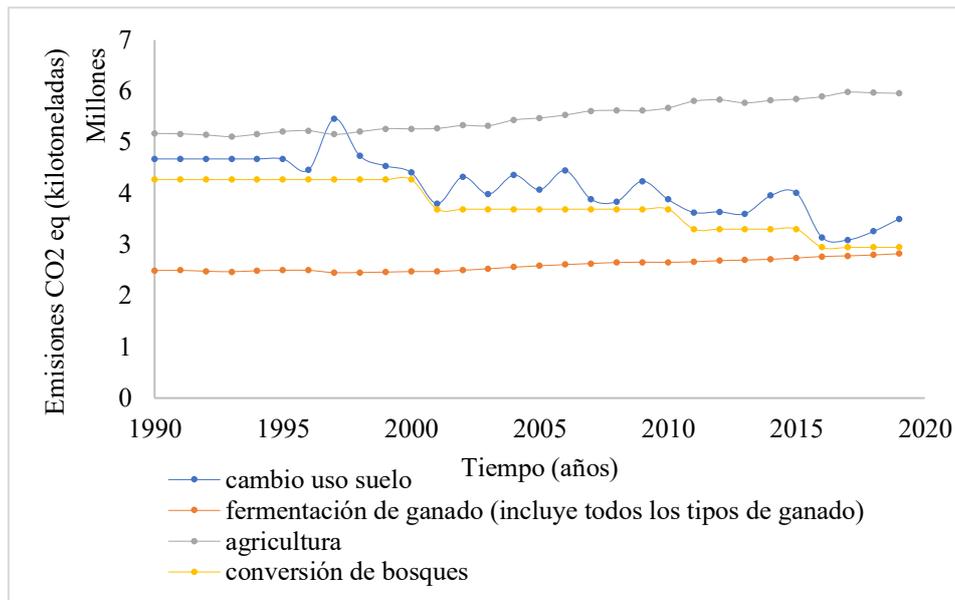


Figura 3. Emisiones de GEI por fuente a nivel mundial, 1990-2020, FAO. Elaboración propia.

El cambio climático traerá aparejados problemas en áreas como: el suministro de agua, seguridad alimentaria, el incremento de fenómenos naturales extremos como tormentas, inundaciones y sequías, cambio de la productividad del suelo por erosión o degradación por cambio de uso del suelo, reducción de la capa forestal y su consecuente pérdida de biodiversidad, regulación del ciclo hídrico y disminución en la capacidad de secuestro de GEI (Cárdenas Acero 2019, 52).

Las medidas para enfrentar el cambio climático son diversas. En lo que respecta al ámbito forestal, pueden implementarse buenas prácticas en los sectores agropecuario y en la gestión de los bosques. Las mejoras en el sector agropecuario incluyen una mejor gestión de las tierras de cultivo y pastoreo, la restauración de suelos y tierras degradadas, así como el perfeccionamiento de las técnicas de cultivo y de la gestión del ganado y el estiércol, con el fin de reducir las emisiones de GEI. En cuanto a los bosques, la reforestación es fundamental, pero también es necesario adoptar un enfoque centrado en la gestión de los bosques que aún permanecen en pie. Esto implica una reducción de la deforestación, una gestión adecuada de los productos maderables y del uso de los recursos forestales. Asimismo, deben mejorarse las tecnologías de control para analizar el potencial de secuestro de carbono. Finalmente, la elaboración de mapas de uso del suelo contribuiría a verificar que las medidas adoptadas se apliquen de manera adecuada en los distintos territorios (56).

Capítulo segundo

La realidad en Ecuador

1. Evolución de la ganadería extensiva en Ecuador

La historia ganadera en el actual territorio ecuatoriano puede remontarse al siglo XVII, con las haciendas que comienzan a especializarse en la crianza de ganado ovino. La crianza de estas ovejas se explica por la especialización económica en tejidos de la Real Audiencia de Quito. La producción de lana era necesaria como materia prima para los obrajes en aquella época (Barsky et al. 1980, 57).

Cabe destacar que en el siglo XVII la actividad dominante era la agrícola. La producción de ganado para obtención de carne o leche era bastante secundaria. De hecho, cuando ocurre la crisis económica a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII, la gran afectada es la producción ovina. Entonces, en medio del contexto de las reformas borbónicas y de la apertura a competidores internacionales, la demanda de la lana cae. Los hacendados respondieron desplazando su producción hacia la actividad agrícola. La ganadería bovina seguía siendo algo secundario. La situación se mantuvo durante los inicios de la República y hasta el año 1900, con el comienzo del funcionamiento del ferrocarril. Esta mejora en las condiciones de transporte abrió nuevas perspectivas productivas para los hacendados serranos (57).

A partir de 1900, la producción de ganado vacuno aumentó en la zona central de la Sierra, especialmente en las provincias de Cotopaxi y Pichincha. Esta producción fue bastante rudimentaria en sus inicios. No hubo un adelanto mayor en términos técnicos y tecnológicos. El ganado existente era de baja calidad genética. No había uso de establos y el ordeño se realizaba manualmente. Sin embargo, si existió aprovechamiento de las condiciones topográficas y ecológicas de algunas parroquias de estas provincias. En aquellos años de principios de siglo XX se usaron los pastos naturales para la crianza de ganado. Si había ya una distinción entre el ganado para leche y el ganado para carne. El ganado de leche se apacentaba en las llanuras próximas a las fincas por la facilidad para el proceso de ordeño, mientras el ganado de carne se criaba en los páramos hasta alcanzar el peso adecuado para su venta, situación que todavía se mantiene en algunas zonas de cría de ganado vacuno. Por su parte, el mejoramiento del transporte con el ferrocarril permitió una comercialización más segura de estos productos pecuarios en el mercado interno de la Costa e incluso en el mercado externo a través del puerto de Guayaquil. El

año de 1900 es cuando se produce la primera importación de ganado Holstein Friesian, especializado en leche. Los ejemplares se trajeron de Estados Unidos. A partir de aquí se dan cambios significativos en la producción pecuaria de la Sierra centro (58-9).

Adicional a la Holstein Friesian, hubo importación de razas como la Duraharn, Normanda y Agashine. El uso de maquinaria agrícola también comienza en estos años. Un aliciente para el uso de maquinaria es la migración de mano de obra a las haciendas de la Costa. Cabe recordar que éstos son los años del Boom Cacaotero. Esta tendencia se mantendrá hasta los años 30, cuando la crisis económica mundial afecta también a la producción pecuaria de la sierra. Es así como en los años cuarenta se encuentra estancada la mecanización, y se logra una producción promedio nacional de 2,5 litros/vaca por día (60-1).

Las inversiones en ganado, capacitación y maquinaria también se acompañan de esfuerzos por mejorar las pasturas. Hacia 1954, en Pichincha, las pasturas artificiales ya representaban un 19,9 % del terreno empleado (Barsky, 1984, 48). Si el uso de pastos naturales era la tendencia hasta este momento, la necesidad de ampliar la frontera ganadera para las pasturas artificiales a costa de áreas naturales será una constante que acompañará al sector pecuario hasta el presente. Por otra parte, las mejoras introducidas aumentan la cantidad promedio de leche que se obtiene. En Pichincha el promedio sube a 5,2 litros/vaca al día para 1954 (48).

Todas estas mejoras harán que a partir de la década de 1950 el Estado conceda mayor importancia al sector pecuario, lo que se refleja en los créditos concedidos al sector. Si para 1950, el crédito para actividades pecuarias del Sistema de Banco de Fomento representa el 17,83 % del total de créditos, el porcentaje sube a 29,76 % para 1955, 35,82 % para 1960, y 39,33% para 1964. La producción lechera pasa de un promedio de 138.000 litros diarios en el período 1955-1959 a 182.000 litros diarios en 1960 (Chiriboga, 2022, 62-3). Por su parte, Barsky et al. (1980, 67) señalan un aumento de 258 millones de litros anuales de leche en 1954 a 647 millones en 1968 y a 871 millones en 1978, con un aumento similar en cuanto a magnitud en lo referente a las plantas industrializadoras, mismas que pasan de una existente en 1961 a 14 en 1972 y a 57 en 1978. Lo que se aprecia es que las décadas que van desde 1950 a 1970 registran un aumento significativo del ganado vacuno. Esta tendencia desde los 90 se aprecia con mayor detalle en la Figura 4. De hecho, la tendencia al aumento de cabezas de ganado y de producción lechera no ha hecho sino aumentar hasta nuestros días.

El sector ganadero crece a un promedio de 5,7 % anual en el período que va de 1960 a 1970. Esto se ve reflejado en la superficie empleada para pastos. De 1965 a 1975, la superficie para pastos se incrementa en un 73,5 % en la Sierra, en un 123,6 % en la Costa y en un 185,2 % en la Amazonía. Esto quiere decir que, a nivel nacional, los pastos pasaron de 1 518 000 hectáreas en 1968 a 3 516 000 hectáreas en 1975. En ese mismo período la producción agrícola sufre un ligero descenso. Puede compararse esta situación con la que primaba a finales de la Colonia e inicios de la República, cuando la situación era inversa (Chiriboga 2022, 110-1). El sector ganadero cobra una importancia cada vez mayor para la economía nacional.

Para finales de la década de los sesenta y comienzos de los setenta, una serie de factores impulsan la conversión de tierras agrícolas en ganaderas. Estos factores incluyen la Reforma Agraria, el crecimiento del mercado interno y las políticas de fomento de esta producción por aquellos años. La superficie cosechada de los principales cultivos (cebada, maíz, habas, trigo y papas) desciende de 554 134 hectáreas en 1966 a 465 327 hectáreas. en 1973. Por el contrario, la superficie dedicada a pasturas artificiales pasa de 920 000 hectáreas en 1963 a 1 320 000 hectáreas en 1973 (Barsky et al. 1980, 66).

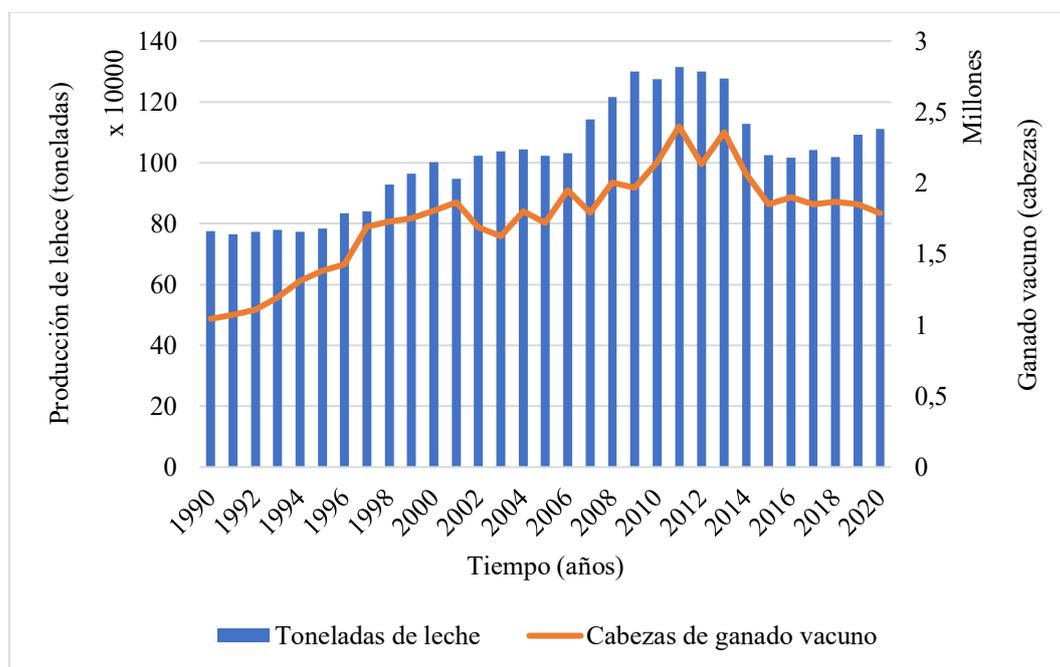


Figura 4. Cabezas de ganado en Ecuador y producción de toneladas de leche de 1990 a 2020, FAO.

Elaboración propia.

En la actualidad, la Costa y la Amazonía se dedican principalmente a la producción de ganado de carne, mientras que el ganado lechero se concentra, sobre todo, en la Sierra. Esta diferencia se debe a que, en la Costa y la Amazonía, el ganado pasta en tierras no aptas para la agricultura, como las planicies fluviales estacionalmente inundadas o las zonas semiáridas del sur. La producción lechera se desarrolla en la Sierra, en los valles fértiles, especialmente entre Riobamba y la frontera con Colombia. La calidad del ganado bovino ha mejorado gracias a la importación de razas puras provenientes de Estados Unidos y Canadá, como se señaló en párrafos anteriores (Torres, 2015, 11).

El aumento de cabezas de ganado va en concordancia con el aumento poblacional. Esto se hace más notorio a partir de 1990, cuando la población sobrepasa los 10 millones de habitantes. Si en 1990, la población de Ecuador era algo mayor a los citados 10 millones de personas, para 2022 la cifra de población ronda los 18 millones de habitantes, lo que casi duplica el número de habitantes y pone gran presión sobre los recursos naturales, entre ellos los forestales. Esto se traduce en una necesidad de más espacio para los pastizales donde se cría el ganado que luego alimenta a esta creciente población (Barranes et al. 2010, 12). Además, el actual crecimiento poblacional va ligado a un mayor consumo de proteína animal, con la carne vacuna como uno de sus componentes más destacados. Este consumo se divide en la carne en sí y la producción de leche que también se deriva de este tipo de ganado. Basta observar la Figura 4 para apreciar el crecimiento de producción de carne vacuna en el país en el período comprendido entre 1990 y 2020 (FAO 2018). Esto quiere decir, tal como se veía en el apartado de producción ganadera mundial del primer capítulo, que el ganado vacuno no sólo se incrementa por el aumento poblacional *per se*, sino también por el incremento de la cantidad de proteína animal que cada persona consume. Esto sólo significa mayor número de cabezas de ganado a futuro.

Para 2002, del 40 % de la población ecuatoriana rural, dos terceras partes eran hogares de productores agropecuarios. Para ese año eso significaba que algo más del 25 % de la población ecuatoriana estaba vinculada a la actividad agropecuaria. Para ese mismo 2002, la exportación de productos agropecuarios era un factor equilibrante de la balanza comercial del país (mayores exportaciones que importaciones), mérito solo compartido con las exportaciones petroleras (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2020, 3). Sólo este par de datos ya dan muestra del avance de este sector productivo en el país

en un siglo, desde la apertura del ferrocarril en 1900 hasta el presente siglo, cuando el sector pecuario es uno de los sectores referentes de la economía en Ecuador.

Basándose en el informe del Censo Nacional Agropecuario, Torres (2015) divide el sistema de explotación pecuario. Existen dos grandes modalidades: extensivo y el intensivo. La modalidad extensiva es la más antigua de todas y básicamente consiste en aprovechar amplias extensiones de terreno para la crianza de ganado. La modalidad intensiva es más tecnificada y busca obtener mayores rendimientos productivos del ganado. A partir de estas dos grandes categorías, surge una modalidad mixta, llamada semintensiva. Mezcla el pastoreo de la modalidad extensiva con la estabulación del ganado, característica propia de la modalidad intensiva. A estas modalidades se suma la industrial, misma que desvincula totalmente al animal de la tierra. En este último caso todos los requerimientos productivos son suplidos por productos industriales del mercado. Puede verse como una evolución del sistema intensivo. La clasificación de las modalidades depende de la carga animal (número de animales por hectárea). En el caso ecuatoriano, las ganaderías lecheras corresponderían a una modalidad intensiva y/o semintensiva, y el sistema de explotaciones de carne sería una modalidad netamente extensiva. La explotación ganadera del Ecuador está identificada como extensiva, ya que desde 1974 al año 2000 sólo ha evolucionado de 0,8 a 0,9 reses/hectárea en promedio (Torres 2015, 13).

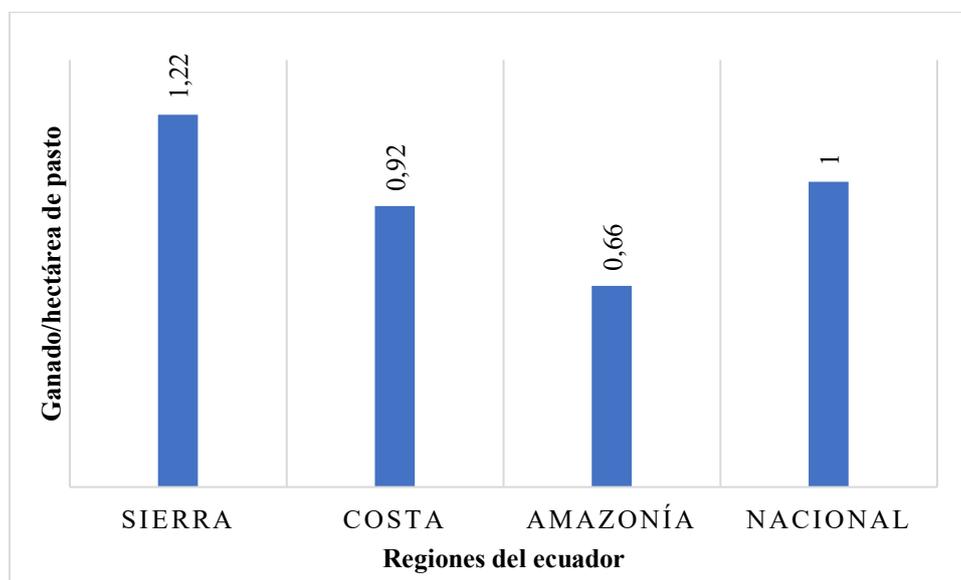


Figura 5. Promedio de vacunos por hectárea de pasto, 2002, EC INEC.
Elaboración propia.

En 2021, en Ecuador, el sector agropecuario representó el 7,8 % del PIB nacional. Solo el sector ganadero equivale al 6,97 % del PIB-agrícola, lo que resalta su importancia

global dentro del sector agropecuario. Y dentro del sector agropecuario, como se ha visto en esta reseña histórica, hay una clara predominancia de ganado bovino con 4,05 millones de cabezas al 2018 (equivalente al 67 %), y 4,23 millones de hectáreas de pastizales naturales y cultivados, bajo un manejo de tipo extensivo (EC MAATE 2021). Este tipo de ganadería extensiva será la que justamente se establezca en los terrenos que los colonos vayan abriendo al Oriente, a la Amazonía. El problema será que se entrará en terrenos que no son aptos para este tipo de ganadería. Como se aprecia en la Figura 5, la carga animal de un terreno en la Sierra duplicaba a una de las provincias amazónicas (EC Instituto Nacional de Estadística y Censos 2002) y para el año 2021 1,48 cabezas de ganado por hectárea (ha) en el país.

2. Uso de suelo y deforestación en Ecuador

Como se ha analizado en puntos anteriores, la conversión de extensas áreas del suelo en aplicaciones agrícolas ha sido acuciado por el rápido crecimiento demográfico y la creciente demanda internacional de productos agrícolas (Murcillo et al. 2020, 92). Aparte de la frontera agrícola, en Ecuador, la ganadería lechera se expandió fuertemente desde los años setenta con la reforma agraria y la introducción de razas como la Holstein. Parte de esto ya se analizó en el inciso anterior. Esta expansión de la frontera pecuaria se hizo a costa de dos tipos de uso de suelo: por un lado, se desplazó a cultivos tradicionales como la papa; por otro lado, comenzó a afectarse remanentes de selva nublada y páramo (Franco et al. 2021, 80).

En el período comprendido entre 1990 y 2008 se perdieron alrededor de 19.000 km² de bosque natural en Ecuador. En porcentaje, esto significa una cobertura de bosque de 69,6 % de la superficie forestal potencial del país en 1990 a 60,7 % en el 2008 (Sierra, 2013). Sierra (2013) también apunta que la demanda de nuevos espacios agropecuarios es un factor íntimamente relacionado con el repunte de la deforestación. De acuerdo con proyecciones citadas por el mismo autor, las tendencias observadas continuarán en décadas posteriores. A 2019 la superficie forestal ya ocupaba un 49 % del territorio. Los otros usos del suelo se aprecian en la Figura 6.

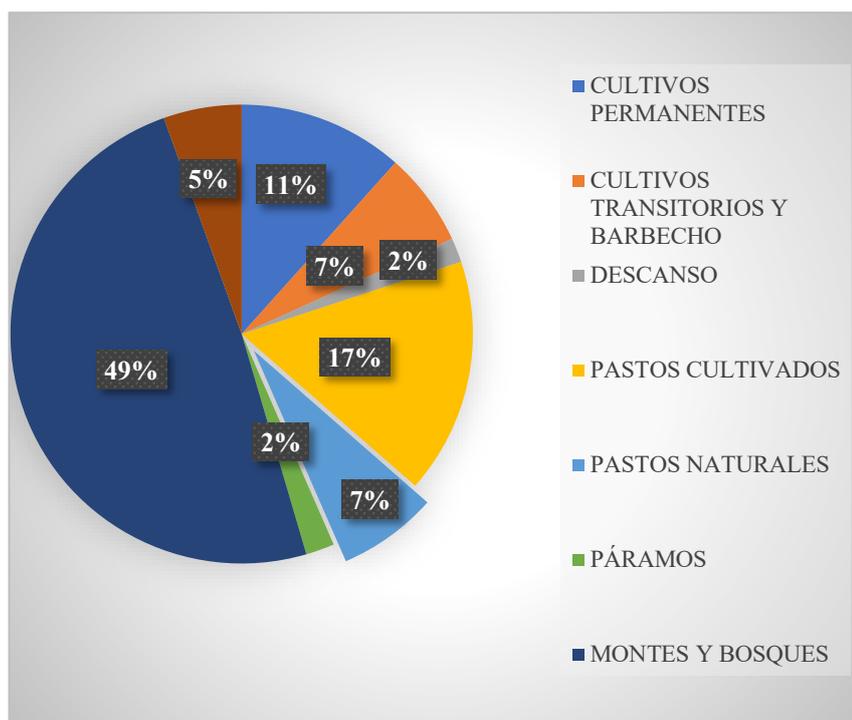


Figura 6. Porcentaje de uso de suelo en Ecuador en 2019, ESPAC.
Elaboración propia.

Estos otros usos que se da al suelo tienen que ver con la creación de nueva infraestructura por asentamientos urbanos y rurales, aunque este uso es menor comparado con el agropecuario (Castro et al. 2013, 4). La mitad del territorio lo siguen comprendiendo áreas naturales como bosques o páramos, pero hay una superficie creciente que se dedica a pastos y cultivos. La superficie dedicada a bosque nativo está en su mayoría en la región Amazónica y en Esmeraldas en el Litoral (EC MAATE 2018, 15).

El problema para el sector forestal radica en que la demanda de tierras para el sector agropecuario es constante. Esta demanda está determinada por el crecimiento poblacional y su creciente consumo de proteína animal. A esto se suma una histórica deficiente tenencia y uso de la tierra. Hay autores que proponen que, para solventar esta presión creciente sobre las áreas forestales, la dieta del ganado vacuno debería contener un forraje más concentrado que aumente la calidad y cantidad de la producción lechera. Rivera et al. (2021, 278) argumentan que los altos grados de forraje ayudan a la producción de ácido acético que aumentan el contenido de leche en el ganado. Aparte de los temas alimentarios, la producción pecuaria sostenible también depende de la selección adecuada de crías por tamaño y raza, además de la prevención y tratamiento de

enfermedades. Esta y otras propuestas de solución se tratarán en los siguientes puntos del presente capítulo.

En su estudio de la deforestación en las provincias de Pastaza y Tungurahua, Valdez y Cisneros (2020, 149), anotan como las principales causas en estas provincias la conversión de bosques nativos en tierras agrícolas en un 40 %, la tala de bosques nativos para la exploración de recursos hidrocarbúricos en un 25 % (especialmente en Pastaza), la tala ilegal para comercializar de la madera de los bosques (15 %) y la tala ilegal por parte de comunidades indígenas para otras actividades como emprendimientos turísticos (10 %). En 2019 el Ministerio del Ambiente anunciaba una cooperación internacional por 18,5 millones de dólares por reducir la deforestación. El artículo cita una reducción de la deforestación en el período entre 2008 y 2014. Sin embargo, el estudio de Valdez y Cisneros (2020, 161), basándose en datos del mismo Ministerio de Ambiente, apunta a una tasa sostenida de deforestación anual en Ecuador de alrededor de 94.500 hectáreas/año en el período comprendido entre 2008 y 2016.

En la tabla 1, de acuerdo con el MAATE (2018, 12) la tasa anual de deforestación bruta en Ecuador para el período 2008-2014 fue de 97.918 ha, mientras que para el período 2014-2016 fue de 94.353 ha. Igualmente, “en el período 2014-2016 se perdieron 188.706 ha de bosque nativo en el Ecuador continental. Durante el mismo período se reporta una ganancia de bosque nativo de 66.483 ha, dando como resultado una pérdida neta de bosque nativo de 122.224 ha”.

Tabla 1
Deforestación en Ecuador en períodos 2008-2014, 2014-2016 y 2016-2018

Período	Deforestación bruta promedio anual (ha/año)	Regeneración promedio anual (ha/año)	Deforestación neta promedio anual (ha/año)
2008-2014	97.918	50.419	47.499
2014-2016	94.353	33.241	61.112
2016-2018	82.529	24.100	58.429

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018
Elaboración propia.

Por su parte, los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial de las provincias del Oriente reportan que la deforestación bruta en estas provincias ha aumentado, a pesar de los planes de reforestación que se intentaron en especial en el período 2008-2014 (EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2018, 14).

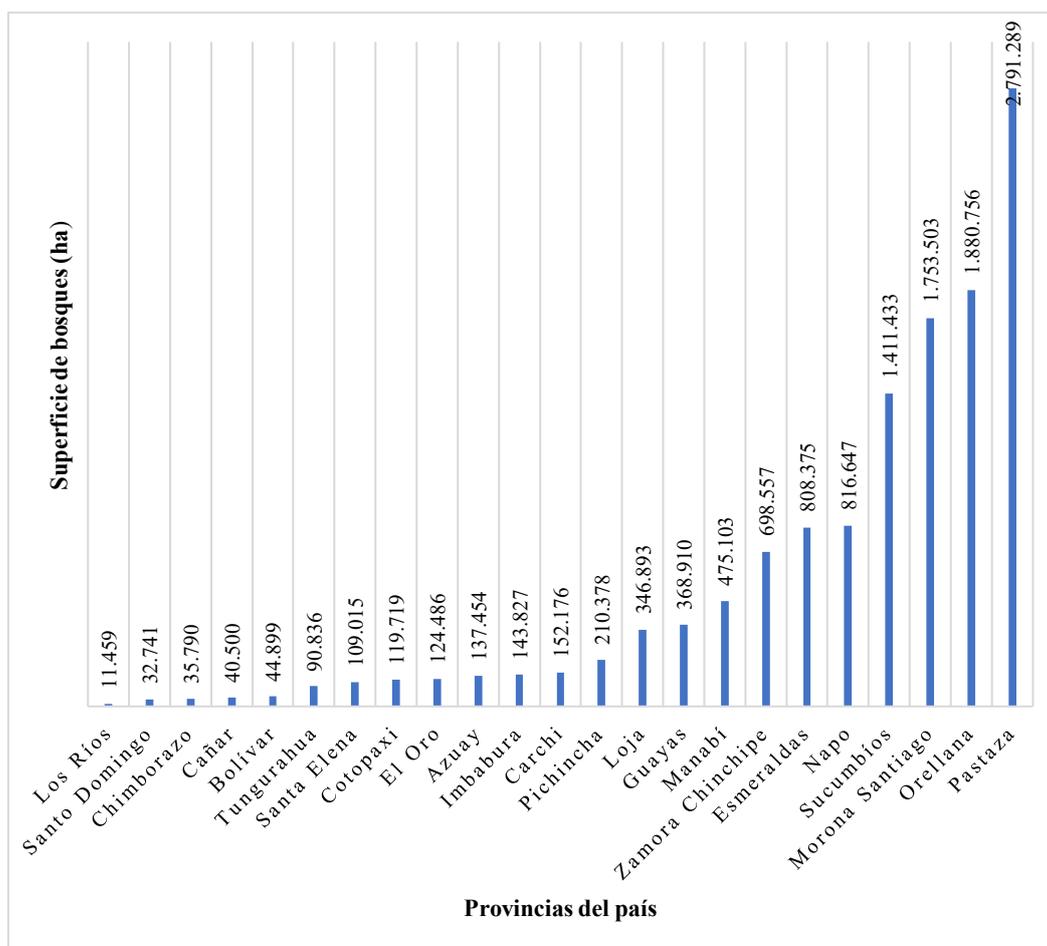


Figura 7. Superficie de bosque nativo por provincia en 2018, EC MAATE. Elaboración propia.

El Bosque en Ecuador se divide según el tipo de cobertura: Bosque Nativo y Plantaciones Forestales, que cubren un área entre 811.651,61 ha (64,76 %). El detalle del área de bosque nativo por provincia se aprecia en la Figura 7. A pesar de la deforestación, se aprecia que las provincias de la Amazonía siguen teniendo el liderazgo en cuanto a superficie de bosque nativo que se conserva en el país (EC MAATE 2019, 15).

3. Impactos asociados a la producción ganadera en la Amazonía ecuatoriana

La Amazonía ha sido históricamente una zona de frontera dentro del territorio ecuatoriano. En el siglo XIX, ya en época republicana, era un lugar que no estaba articulado al resto del territorio nacional. Había propuestas para construir vías de acceso y hacer efectivo el control administrativo del Estado, pero tuvieron limitados alcances. Aquí se inscriben las iniciativas del gobierno de García Moreno y de la etapa progresista entre 1884 y 1895. Las misiones católicas siguieron siendo, igual que en el período de la Real Audiencia de Quito, el principal instrumento de incorporación de este espacio

(Esvertit Cobes 2005, 3). El ciclo económico del caucho entre 1880 y 1920 le dio a la Amazonía una mayor importancia económica. Por estos años también empieza una incipiente colonización que se desplazará desde las provincias de la Sierra aledañas (Esvertit Cobes 2005, 4). La colonización del Oriente ecuatoriano empieza con mayor fuerza en el siglo XX, en particular en su segunda parte, cuando la apertura de vías permite que una mayor población se movilice a este territorio (5). Será en estas últimas décadas que el sector agropecuario tome fuerza en la Amazonía y que también se planteen cuestionamientos a la explotación económica de este territorio.

Las políticas en torno a uso de suelo varían de país a país y de gobierno a gobierno. En muchos casos se plantea la disyuntiva de convertir áreas de bosques en plantaciones forestales o de priorizar al capital ambiental y la conservación de áreas naturales. A esto se añade la presión que las poblaciones locales circundantes pueden ejercer en un sentido u otro (Valdez y Cisneros 2020, 149). En el inciso anterior ya se apreció cómo hay una creciente presión sobre las áreas naturales en favor del sector agropecuario.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019, 73), que a su vez se basa en estadística de FAO, en Ecuador la ganadería supone un 1,5 % del Producto Interno Bruto (PIB). Dada su aplicación extensiva y su actual baja productividad, supone una fuente importante de gases de efecto invernadero (GEI). Es así como el país se encuentra adoptando nuevos rumbos para la ganadería. De ahí que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) impulse un desarrollo ganadero sostenible en producción y que sea amigable con el ambiente. En la tabla 2 se aprecia que de un total de 3.723.196 cabezas de ganado vacuno en 2023 en todo el Ecuador, las provincias de la Amazonía concentraron 318.957 cabezas, lo que equivale al 8,57 %. Este ganado se dedica a la producción lechera y de carne.

Tabla 2
Cabezas de ganado vacuno en la Amazonía en el año 2018

Provincia	Cantidad
Sucumbíos	80.865
Napo	14.954
Orellana	52.640
Pastaza	16.350
Morona Santiago	95.073
Zamora Chinchipe	59.076
Total Amazonía	318.957

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2023
Elaboración propia.

La Encuesta de Superficie de producción agropecuaria continua del 2023 encontró que la producción diaria de leche a nivel nacional fue de 5,58 millones de litros, con 841.529 cabezas de ganado ordeñadas. Esto es equivalente a 6,63 litros/vaca a nivel nacional, aunque se dan diferencias por región. En la Sierra, el promedio de ordeño es de 7,69 litros/vaca; en la Amazonía el promedio es de 5,54 litros/vaca y en la Costa baja a 4,30 litros/vaca (ESPAC 2023).

La deforestación y la transformación de este suelo en un uso agropecuario tiene consecuencias en cuanto a los gases de efecto invernadero (GEI). El informe del MAATE (2012, 30), detectó a la agricultura y al cambio de uso de suelo como los factores que más contribuían a la emisión de GEI. De acuerdo con este informe, el sector agricultura es de las principales fuentes emisoras de GEI en Ecuador, al pasar de 159 millones de toneladas de carbono equivalente (CO₂-eq) en 1990 a 210 millones de toneladas de CO₂-eq en 2006, un incremento del 24 % en 16 años. Entre los principales emisores están el CO₂, el metano y el óxido nitroso. Las causas para estas emisiones se encuentran en los fertilizantes nitrogenados, en la quema de desechos y en la expansión de la frontera agropecuaria. Para Loaiza (2021, 46), en Ecuador la ganadería bovina fue el sistema que más emisiones presentó representando el 43 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector agrícola y el 18 % del total del país (Holmes et al. 2021).

La aptitud de uso de la tierra se refiere a la capacidad de ésta para su aprovechamiento bajo una categoría desde el punto de vista de la producción agropecuaria o forestal. Basándose en varias fuentes, MAATE y Ministerio de Agricultura y Ganadería (2015, 3-11) establecen una serie de criterios para definir la aptitud del suelo: pendiente, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad del suelo, salinidad, toxicidad, drenaje, inundación, régimen de humedad y temperatura. Las tierras que este informe caracteriza como aptas para pastos (para actividad pecuaria) presentan limitaciones para el desarrollo de cultivos, tienen pendientes menores a 12 %, tienen problemas de drenaje o pedregosidad. Sus niveles de toxicidad y salinidad son variables. Pueden presentar cualquier régimen de humedad del suelo, y la temperatura puede ser mayor a 13 °C (EC MAATE y EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015, 15).

En los últimos años en la Amazonía, la ganadería comprende una de las actividades económicas más importantes, logrando su consolidación durante el proceso de colonización de la región en el siglo pasado. Para Napo, puede distinguirse la ganadería de leche en la parte alta de la provincia, y la de carne en la parte baja (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2020, 235). Analizando la provincia de Sucumbíos,

la superficie de los bosques representa un 77,64 % del área total de la provincia. Por otro lado, las tierras agropecuarias representan un 17,76 % y la vegetación herbácea apenas representa un 0,7 % (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Sucumbíos 2020, 85). La mayoría del área cultivada en esta provincia corresponde a pastos. Después aparecen otro tipo de cultivos (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Sucumbíos 2020, 86). El plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Sucumbíos reconoce que hay una creciente demanda de recursos para el sector ganadero, por lo que hace un llamado a implementar sistemas agro-productivos sostenibles. De acuerdo con el mismo informe, apenas 3 % de los suelos de la provincia tiene aptitud agrícola, un 9 % tiene aptitud agrícola, pero con técnicas adecuadas, y un 23 % tienen aptitud para pastoreo, siempre que este sea sostenible.

El PDOT del Gobierno Autónomo Descentralizado de Orellana señala que los suelos de su territorio presentan texturas arcillosas de baja permeabilidad, escasa riqueza en nutrientes, concentraciones de aluminio en niveles tóxicos y una alta susceptibilidad a la compactación, lo que limita las actividades agroproductivas. En esta provincia, el cambio en el uso del suelo se debe principalmente a la deforestación. El PDOT indica que este proceso está vinculado con la expansión de la frontera agrícola, la colonización, la apertura de vías, la explotación petrolera y la actividad maderera. Al año de elaboración del PDOT, el 82,31 % del territorio aún correspondía a bosque natural, mientras que las actividades agropecuarias ocupaban el 14,44 % del terreno, a pesar de la aptitud limitada del suelo para este tipo de usos (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Orellana, 2014, 13).

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza (2017, 53-6) identifica en su provincia suelos que en su mayoría (77,06 %) son de origen volcánicos o sedimentarios, con relieve variado. Esto significa que el uso de suelo en cuanto a temas agrícola sea restringido. Los bosques ocupan el 94,24 % de la provincia, mientras la tierra agropecuaria ocupa el 4,66 % del territorio, en especial en la zona oeste de Pastaza; igual que en otras provincias del oriente, la expansión de las tierras agropecuarias ha ido en detrimento de las áreas naturales.

Para la provincia de Morona Santiago, la cobertura de suelo está marcada por bosques nativos en 85 %. Los pastizales ocupan aproximadamente el 12 % del territorio con esta cobertura de suelo. El cambio se evidencia por motivos como la deforestación. Los cantones de mayor deforestación son Tiwintza, Taisha, Gualaquiza y Huamboya (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago 2019, 12).

En Zamora Chinchipe, la superficie dedicada a bosque nativo suma 81,61 % de la provincia. La actividad pecuaria abarca un 16,44 % del territorio (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Zamora Chinchipe 2019, 25). Igual que en las otras provincias, se aprecia una presión sobre el bosque nativo debido a la expansión de la frontera agropecuaria (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Zamora Chinchipe 2019, 27).

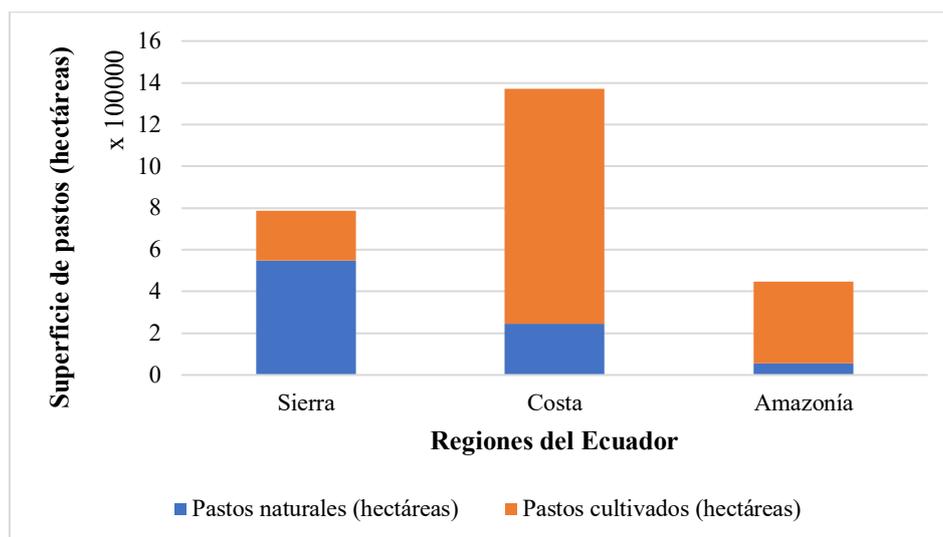


Figura 8. Superficie de pastos naturales y pastos cultivados en cada región de Ecuador en 2019, ESPAC.
Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 8, la Amazonía no cuenta con pastos naturales, a diferencia de la región Sierra. Dada la reducida utilidad que los suelos de la Amazonía presentan para algunos cultivos como los pastos, y el hecho de que los pastos naturales no se dan en la región, se entiende que la región no sea la más apropiada para el criado de ganado vacuno, en especial en un régimen de ganadería extensiva. Sin embargo, los pastos sembrados se han convertido en la opción que escogen los criadores de ganado vacuno. Basta fijarse en la Figura 8, para darse cuenta de que la mayoría del pasto en la Amazonía es cultivado.

La Sierra, donde, se recordará del apartado de evolución de la ganadería extensiva, la mayoría de pastos son naturales, estos pastos equivalen a algo menos de 600.000 hectáreas y a una representación del 60,48 % de la región. Los pastos cultivados ocupan la gran mayoría de la superficie de pastos para las regiones litoral y amazónica. En el caso de la Amazonía es aún más grave la situación. Más del 93 % de sus pastos son cultivados,

algo menos de 400.000 hectáreas. Esta expansión de espacio para uso ganadero se hace a costa de áreas naturales (ver Tabla 3).

Tabla 3
Porcentaje de pasto natural y cultivado por región en Ecuador

Regiones	Porcentaje Cultivado	Porcentaje Natural
Sierra	60,48 %	39,52 %
Costa	92,52 %	7,48 %
Amazonía	93,07 %	6,93 %

Fuente: ESPAC 2023

Elaboración propia.

En general, los suelos de la Amazonía no están hechos para cultivos como los pastos (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2020, 184). Una expansión ganadera implica para la globalidad de la Amazonía ecuatoriana la pérdida de áreas naturales, la degradación del suelo por siembra de cultivos no adecuados, el cultivo de pastos en lugar de utilización de pastos naturales, el aumento de emisiones de GEI y la deforestación que todo esto implica. En vista de todos estos puntos analizados, se hace necesario encontrar alternativas sostenibles a largo plazo.

4. ¿Es posible el manejo sostenible ganadero en la Amazonía?

Queda claro que la producción ganadera debe mantenerse dentro de los límites de uso de los recursos naturales, mitigando el deterioro ambiental que estas actividades pueden conllevar. Adicionalmente, la seguridad alimentaria, el uso sostenible de los recursos y la disponibilidad de medios de vida en las comunidades son un asunto prioritario para un país como el nuestro (Parra-Cortés, 2019). El modelo extensivo de ganadería es poco adecuado para la región Amazónica dada la baja calidad y escasa productividad de los pastos, como ya se ha visto en puntos anteriores. En épocas de sequía o de inundaciones la situación es aún más grave. El resultado es que los ganaderos deben utilizar mayores áreas de pastoreo para suplir las falencias de las áreas originales además de destinar recursos adicionales para la compra de suplementos alimenticios para el ganado (Parra-Cortés 2019, 8). En este contexto, es prioritario encontrar herramientas que justamente permitan desarrollar una producción ganadera sostenible que compatibilice con el medio ambiente, así como con los aspectos social, económico y participativo del

país y de las comunidades aledañas, tal como señala el concepto de sostenibilidad (MacRae et al. 1990, 156).

La sostenibilidad implica estar en capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y de las generaciones futuras en su sector. A pesar de las buenas intenciones que declara esta definición, se hace difícil establecer valores de utilidad económica para futuras generaciones. Y es que las generaciones futuras no pueden participar en la decisión de lo que podría ser mejor para ellos (Ben-Eli 2018, 1338). Ben-Eli (2018, 1339), en su revisión sistémica de la definición de sostenibilidad, afirma que el término ha de utilizarse en el contexto de todo nuestro planeta, donde se involucre la integridad y la salud de la biósfera y el bienestar futuro de la humanidad en su conjunto.

Para el caso agropecuario, la sostenibilidad implicará que al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades alimentarias, se deben garantizar aspectos como la rentabilidad de la actividad, el equilibrio ambiental, y la equidad social y económica (FAO 2018 y Rouquette y Aiken 2020, 1). Se han propuesto varias medidas para llegar a esta meta de sostenibilidad. Hajjar et al. (2019, 130), en su estudio sobre análisis de sostenibilidad en ganado en Brasil, mostraron resultados en proyectos de sostenibilidad donde parte del éxito es una baja inversión por parte de los ganaderos. Cardoso et al. (2020, 2) también apuntan a la intensificación de la actividad como una de las estrategias clave para lograr la sostenibilidad en el sector. En este sentido, Rouquette y Aiken (2020, 8-9), proponen una serie de preguntas a plantearse cuando se quiere manejar de manera sostenible un sistema ganadero: ¿qué forrajes se tiene y cuáles son los mejores para el terreno?, ¿cuál es el nivel de fertilidad del suelo y qué fertilizantes se requieren para el nivel de producción del ganado?, ¿serán necesarios suplementos alimenticios para los animales? Y ¿qué raza de ganado es la óptima para la región y vegetación donde se crían los animales?

Como se aprecia, medidas como la mejora de la eficiencia productiva del hato ganadero actual pueden reducir la necesidad de recurrir a una mayor deforestación, así como generar importantes beneficios de otros biomas y procesos ecológicos. Una reducción de la demanda de carne de vacuno también sería una solución posible (Michalk et al. 2019, 566), pero no se ve muy real dadas las tendencias analizadas en el presente trabajo donde el cambio de dieta es fundamental para la sustentabilidad. García et al. (2020, 80), en su trabajo sobre ganadería en la provincia del Guayas, ya advierten de los problemas por el modelo vigente de producción extensiva. Entre las características de este modelo de ganadería extensiva citan las grandes extensiones de suelo cultivadas solo con

gramíneas, la baja diversidad de especies vegetales y la escasa integración con sectores como el agrícola y el forestal. Esta alta transformación de los ecosistemas traerá aparejada una serie de problemas de índole alimentaria, socioeconómica y ambiental en las siguientes décadas.

Para enfrentar el problema, Parra-Cortés (2019, 8) aboga por el empleo de la técnica conocida como silvopastoreo. Más que una intensificación del sistema productivo, la técnica implica la utilización de árboles y arbustos locales como alimento para el ganado, además de contribuir con diversos servicios ecosistémicos como el balance hídrico, la fijación de nutrientes en el suelo y la captación de dióxido de carbono. Esta forma de pastoreo es útil además para la sociedad al emplear de forma más eficiente los recursos del suelo sin necesidad de emplear mayores áreas y sin adquirir suplementos alimenticios para el ganado.

En este tipo de sistemas se integran árboles y arbustos con pastos y animales, logrando sostenibilidad económica, ecológica y social. Entre las ventajas de estos sistemas están el incremento de la cobertura vegetal, la oferta de sombra y el declive del estrés calórico en los animales. Como se mantiene la cobertura vegetal nativa, los ciclos naturales de la fijación de nitrógeno en los suelos no se interrumpen. Así se mantienen los bosques, se reduce el uso de fertilizantes sintéticos y se mejora la producción ganadera (Parra-Cortés, 2019, 8).

Otros servicios que ofrecen los sistemas silvopastoriles son la regulación de emisiones de carbono (GEI), restauración de suelos, conservación de la biodiversidad, protección de las cuencas de los ríos y conectividad de los corredores ambientales. Los sistemas silvopastoriles son una vía para establecer una ganadería bovina intensiva y sostenible. Una desventaja es el alto costo de establecimiento para el cultivo de árboles y arbustos. Si se superan estas problemáticas, los sistemas silvopastoriles son una alternativa de intensificación sostenible idónea para la ganadería bovina en zonas tropicales de América latina (Parra-Cortés 2019, 10). El mismo autor afirma que otra medida que debe sumarse a la utilización de bosques y arbustos naturales, es la investigación e inversión para recuperar la diversidad genética de los bovinos locales de América (13).

Según Muchane et al. (2020), mencionado en una investigación de Caicedo et al., las tasas de erosión se han reducido en un 50 %, la tasa de infiltración ha incrementado en un 75 %, así como la escorrentía en un 35 % al cambiarse los monocultivos por sistemas silvopastoriles así también se ha incrementado la disponibilidad en el suelo de

nutrientes como el carbono orgánico, nitrógeno y fósforo. En otra investigación realizada en el año 2020 también se concluye que, en la provincia de Napo, sistemas que han integrado árboles de cacao presentan un mayor secuestro de carbono con valores promedio de 141,4 Mg C/ha, valor que constituye casi el doble que la cantidad que se almacenaría con la siembra de pasturas por lo que este sistema aporta a la mitigación contra el cambio climático (Caicedo 2020, 17).

En la provincia de Napo y Orellana se utilizaron este tipo de sistemas con especies forestales combinadas con cultivos de café y cacao, se integraron especies como *Erythrina poeppigiana* (poró), *Inga edulis* (guaba), *Cordia alliodora* (laurel) que favorecieron a la fijación de nitrógeno atmosférico; y especies como *Flemingia macrophylla* (flemingia) y *Leucaena leucocephala* (guaje) y que permitieron conservar a macrofauna del suelo; en épocas lluviosas aportaron con la hojarasca en el aumento de lombrices terrestres. (Vera et al. 2018). En la Amazonía sur se sugiere que se puede integrar pasturas en un bosque natural para una cobertura del 25 %, esto constituye aproximadamente 50 árboles/ha (Valarezo 2012, 30).

Asimismo, en la Estación Experimental Central de la Amazonia del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana se implementó una investigación de alternativas silvopastoriles para evaluar el mejoramiento de la producción de ganado bovino de leche y carne en el cantón, en base a las especies arbóreas *Leucaena leucocephala*, *Flemingia macrophylla* y *Tithonia diversifolia*, cuyos resultados muestran una mejora del suelo en el pH, densidad aparente y contenido de nitrógeno en NH₄⁺; y la mejora en la calidad nutricional del forraje proporcionando una mejor materia seca y orgánica, proteína cruda, fibra detergente ácida y neutra (INIAP 2020).

Por otro lado, algunas investigaciones sugieren que en estos sistemas se utilicen animales criollos que se encuentran adaptados a la región amazónica. El bovino Macabeo se ha considerado como recurso genético endémico en peligro de extinción en la amazonia ecuatoriana (Alemán et al. 2020), esta especie posee cualidades que lo hacen resistente a las condiciones de la zona oriental. Crece en un reducido tamaño de poblaciones, se maneja en un sistema pastoreo al sogueo y con una carga de 1,2 a 1,4 unidades de ganado mayor por hectárea (UGM/ha). Viamonte et al (2017) manifiesta que esta raza criolla puede manejarse dentro de un sistema agrosilvopastoril y que su producción puede llegar hasta los 12,5 litros /vaca/día (9), producción que comparada con la de un bovino criado en la región, de raza Holstein, llega a ser en promedio similar (Guamán et al. 2019, 283).

En la misma línea de buscar soluciones, desde hace unos años (2016 al 2020), se empezó con la implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) en Ecuador. Este proyecto busca reducir fenómenos como la degradación del suelo, aumentar la adaptabilidad al cambio climático y reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este proyecto se implementa a través de políticas intersectoriales y técnicas de ganadería sostenible recomendadas internacionalmente (FAO 2020).

De acuerdo con FAO (2018), la Agricultura Climáticamente Inteligente:

Constituye un enfoque que ayuda a orientar las acciones necesarias para transformar y reorientar los sistemas agrícolas a fin de apoyar de forma eficaz el desarrollo y garantizar la seguridad alimentaria en el contexto de un clima cambiante. La agricultura climáticamente inteligente persigue tres objetivos principales: el aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas, la adaptación y la creación de resiliencia ante el cambio climático y la reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero, en la medida de lo posible.

El Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI), fue una iniciativa implementada en Ecuador por el Ministerio del Ambiente (MAATE) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Se contó para ello con el apoyo técnico de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas (FAO) y con el financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). El objetivo fue reducir la degradación de la tierra y mitigar las emisiones de GEI en el sector pecuario, al tiempo que se incrementen y mejoren la provisión de bienes y servicios del sector ganadero de forma sostenible. El enfoque aplicado se conoce como manejo ganadero climáticamente inteligente (MGCI). Se priorizaron siete provincias en Ecuador: (a) Región Costa: Guayas, Manabí y Santa Elena; (b) Región Sierra: Imbabura y Loja; y, (c) Región Amazónica: Morona Santiago y Napo (EC MAATE 2017, 5).

En Ecuador, la implementación del PCGI pasó por elaborar una estrategia por parte del MAATE. Ésta fue conocida como la Estrategia Nacional de Cambio Climático (EC MAATE 2017, 7). El sector de soberanía alimentaria, agricultura, ganadería, acuacultura y pesca fue identificado como especialmente vulnerable y ahí se centraron los diagnósticos del Ministerio.

Como se señaló en la sección sobre la evolución de la ganadería, la cría de ganado bovino en el país se caracteriza por un enfoque extensivo, en el cual el pasto constituye la principal fuente de alimento. La iniciativa de mejoramiento ganadero implementada por el MAG buscó optimizar el manejo de esta actividad bajo un criterio de sostenibilidad.

Este enfoque, que contemplaba el incremento de la productividad, se denominó Proyecto Nacional de Ganadería Sostenible. Sin embargo, en la propuesta del MAG no se incorporan de manera visible otras dimensiones y variables, como las ambientales y las vinculadas al cambio climático (EC MAATE, 2017, 7).

La estrategia del PGCI se basó en la implementación de buenas prácticas, el fortalecimiento de las instituciones locales y nacionales, la mejora de las opciones de financiamiento y el apoyo en la creación de marcos normativos e instrumentos habilitantes para la sostenibilidad del enfoque (EC MAATE 2021, 10). Entre las estrategias concretas para implementar el PCGI estuvieron: la construcción de sistemas para almacenar agua, el mejoramiento de pastos, los ensilajes y suplementación alimenticia y el mejoramiento genético (EC MAATE 2021, 13).

En el libro de consulta de ganadería climáticamente inteligente, la FAO (2018) también menciona como puntos a trabajar la conservación del agua, el manejo sanitario y reproductivo del hato, el manejo de pasturas, los abonos orgánicos, el adecuado manejo de la infraestructura ganadera, la conservación de remanentes naturales, herramientas de planificación, bancos forrajeros, suplementación alimenticia, división de potreros, fertilización y/o encalado de potreros, buenas prácticas de ordeño, manejo de excretas, liberación de áreas para restauración, mejora genética y productos derivados de la ganadería. Los temas de forrajes, bancos, suplementación alimenticia y división de potreros entran en la eficiencia alimenticia del ganado y buscan evitar que la frontera agropecuaria para ganado se amplíe. El *stock* de carbono se logra con la liberación de áreas para restauración, la conservación de remanentes naturales, el manejo adecuado de pasturas y la implementación de sistemas silvopastoriles. Los abonos orgánicos y el manejo de excretas están en el menor uso de fertilizantes sintéticos. Ambos tipos de categorías están en la línea de conservar las áreas naturales y reducir las emisiones de GEI.

Ahora bien, es necesario entender que, en la Amazonía del Ecuador, la transición del modelo ganadero extensivo hacia sistemas más sostenibles enfrenta múltiples desafíos estructurales y contextuales que limitan avances concretos. Entre los principales obstáculos se encuentran el débil control estatal sobre el territorio, la informalidad en la tenencia de la tierra y la limitada articulación entre políticas ambientales y productivas (EC MAATE 2021, 50) (Robalino et al. 2015, 5). Además, persiste una lógica de desarrollo asociada a la expansión agropecuaria como forma de ocupación del espacio, impulsada por incentivos como la legalización de tierras deforestadas y el acceso a

créditos sin criterios de sostenibilidad (Larrea y Warnars 2009, 221). A esto se suma la resistencia de los productores a la adopción de sistemas como la ganadería silvopastoril o regenerativa, debido a barreras económicas, técnicas y culturales que enfrentan. En este contexto, los esfuerzos de conservación y restauración son insuficientes si no se transforman las condiciones estructurales que perpetúan la expansión ganadera extensiva como estrategia predominante en la Amazonía ecuatoriana.

A corto plazo, algunas soluciones viables para enfrentar esta problemática incluyen la implementación de programas de incentivos económicos dirigidos a pequeños productores que adopten prácticas agroecológicas o sistemas silvopastoriles, promoviendo una transición productiva sin comprometer su sustento. También es crucial fortalecer la asistencia técnica rural mediante alianzas entre el Estado, universidades y organizaciones locales, lo que permitiría mejorar la capacitación en prácticas sostenibles y el acceso a tecnologías apropiadas. Asimismo, si se prohíbe legalizar tierras que han sido deforestadas y se hacen cumplir bien las leyes ambientales, se entregan títulos de propiedad a comunidades y se planifica el uso del territorio con participación local, para mejorar el control y manejo del área, pueden frenar el avance de la frontera ganadera. Estas medidas, aunque no transforman el modelo estructural de fondo, pueden generar impactos positivos inmediatos si son coordinadas y contextualizadas.

Todas las propuestas anotadas muestran que un manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía es posible. Al menos, se identifica que existen las herramientas técnicas para realizar este manejo sin perjudicar las áreas naturales que existen en esa región. También se cuenta con herramientas de gestión para implementar estas técnicas en el área agropecuaria. Las presiones para ampliar la frontera agropecuaria a costa de los bosques nativos seguirán. Así, lo que queda es trabajar con una visión de largo plazo en este tema. Las necesidades socioeconómicas y alimentarias de la población no tienen que estar necesariamente contrapuestas al medio ambiente de la Amazonía ecuatoriana.

Capítulo tercero

Metodología: Recopilación y procesamiento de información

1. Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación no experimental que se basó en la recolección de información en un solo momento y en un tiempo determinado sobre cartografía temática, información censal y datos históricos de diferentes intervalos de tiempo del cantón en estudio, que permitieron describir variables y analizar la relación entre ellas en un momento dado (análisis multitemporal). El diseño apropiado para este trabajo fue el longitudinal correlacional que permitió analizar los cambios de uso de suelo y pérdida de cobertura vegetal (deforestación) con el paso del tiempo y su relación con las actividades ganaderas del sitio (Hernández 2018, 150-60), para finalmente conceptualizar un manejo ganadero sostenible en la zona.

La investigación se estableció mediante el método con enfoque mixto que abarca información cuantitativa y cualitativa (Hernández 2018, 532) para lograr una perspectiva amplia sobre el cambio de uso de suelo, la pérdida vegetal (deforestación), las actividades ganaderas y el desarrollo del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente- FAO/MAG del cantón, como se puede observar en la siguiente tabla 4, que presenta un resumen de los objetivos, las variables en estudio y la metodología usada:

Tabla 4

Objetivos y Operacionalización de las variables en estudio

HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Las actividades de ganadería constituyen unos de los principales agentes de cambio de uso de suelo y deforestación en el cantón amazónico El Chaco, provincia de Napo.	Determinar los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal por deforestación durante los últimos 30 años en el cantón El Chaco, provincia de Napo	Cambio en la Cobertura vegetal y uso de suelo	Uso actual del suelo en el área de estudio (datos multitemporales período 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación Bibliográfica. - PDOT del cantón El Chaco. - <i>Shapefiles</i>, Coberturas digitales (MAATE, IGM, IEE): *Cobertura uso del suelo: 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018. - Categorías de uso de suelo Nivel I: <ul style="list-style-type: none"> o Otras Áreas o Bosque o Tierra agropecuaria o Vegetación arbustiva y herbácea o Cuerpo de agua o Zona antrópica. *Elaboración de mapas a escala 1:100.000.

		Deforestación	Deforestación en el área de estudio (datos multitemporales período 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación Bibliográfica - <i>Shapefiles</i> Coberturas digitales (MAATE, IGM, IEE): *Deforestación: 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018 -Transición de bosque nativo a: <ul style="list-style-type: none"> o área sin cobertura vegetal o cuerpo de agua artificial o Infraestructura o mosaico agropecuario o pastizal o vegetación arbustiva o zona poblada <p>*Elaboración de mapas a escala 1:100.000.</p>
Caracterizar el papel de la actividad ganadera en el deterioro de los bosques y el suelo en la provincia.		Actividad ganadera extensiva	Número de cabezas de ganado en la región, provincia de Napo y cantón El Chaco en el período 1990-2019	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación Bibliográfica. - PDOT del cantón El Chaco - Instituto Nacional de estadística y censos (INEC): * Encuesta de superficie y producción agropecuaria (ESPA 1990-1997). * Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2002-2018).
		Producción de leche	Litros de leche producidos en la región y provincia de Napo período 1990-2019	<ul style="list-style-type: none"> -Agrocalidad: Programa Oficial de Control de la Fiebre Aftosa en el Ecuador. *GAD provincial Napo y cantonal El Chaco. *Entrevista con ganaderos. - Actividad ganadera, producción e infraestructura (Centros de acopio de leche, centros de conservación de pastos, Almacenes de insumos agropecuarios).
		Pastizales	Hectáreas de pasto natural y cultivado en el período 1990-2014	<ul style="list-style-type: none"> *Cobertura uso del suelo: 1990, 2000, 2008, 2014. - Categoría de uso de suelo Nivel II: <ul style="list-style-type: none"> o Tierra agropecuaria: Pastizal

Fuente y elaboración propias con base en diversos documentos

Para el alcance del tercer objetivo “Conceptualizar el manejo ganadero sostenible y su viabilidad en el marco del desarrollo e implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente en el área de estudio”, se realizó un estudio de caso sobre el desarrollo e implementación del proyecto GCI en la provincia y cantón mediante:

- Recopilación bibliográfica.
- Entrevista con Coordinación nacional del proyecto.
- Proyecto Ganadería climáticamente inteligente (PGCI MAATE/MAG/FAO/GEF): Geolocalización de fincas piloto del Proyecto GCI en El Chaco.

- Entrevista con productores que pertenecen a asociaciones ganaderas y que participaron del PGCI.

2. Fases de la metodología

En la Figura 9 se aprecian las fases metodológicas que se siguieron para responder a los objetivos de la presente investigación.

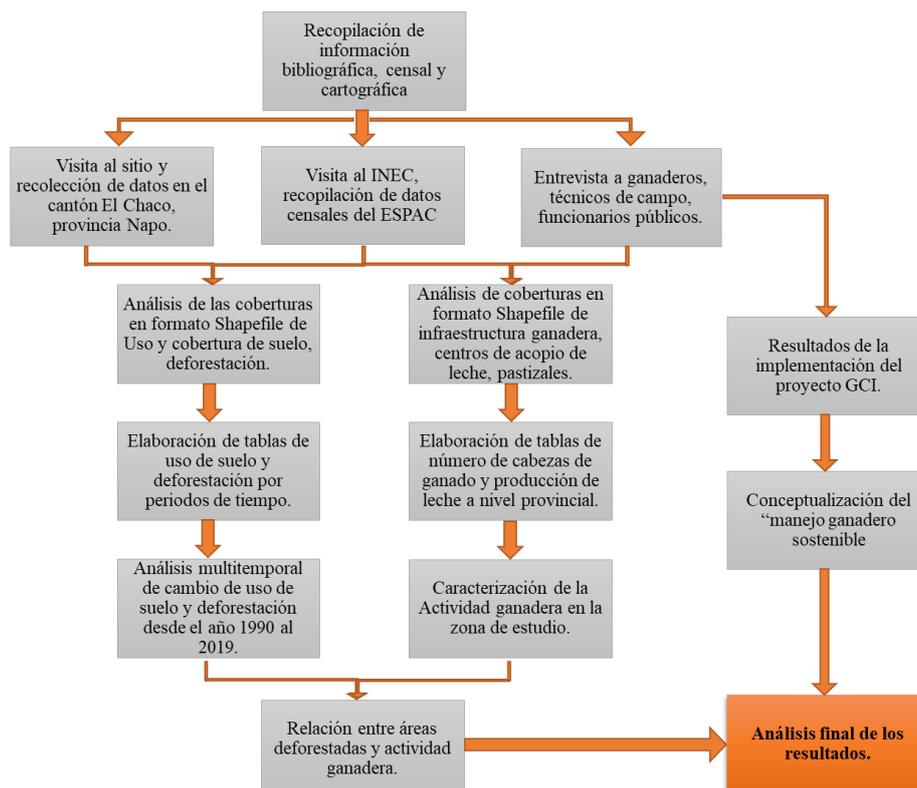


Figura 9. Esquema metodológico de la investigación
Elaboración propia.

Para mejor entendimiento, se subdividieron en las siguientes etapas:

Etapa 1.- Acopio de información

Fuentes y sitios

Se realizó una investigación sobre la incidencia de la ganadería en el cambio de uso de suelo y deforestación, así como la efectividad del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente FAO/MAG (PGCI), revisando fuentes estatales y literatura académica relevante sobre aspectos ambientales, sociales y económico-productivos del

cantón El Chaco con el objetivo de obtener la mayor cercanía a la realidad de la zona. Los datos cartográficos, metodológicos y censales fueron proporcionados por:

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón El Chaco; Plan de ordenamiento territorial 2014-2019.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo; Plan de ordenamiento territorial 2014-2019.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC); Encuesta de superficie y producción agropecuaria (ESPA 1990-1997), Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2002-2020).
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)-Sistema Unificado de Información Ambiental (SUIA); Mapas de la Línea Base de Deforestación Histórica 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018 a escala 1:100000 en el que se muestran las estadísticas sobre la dinámica del cambio de cobertura del suelo del Ecuador continental, Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal a escala 1:100.000 del año 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018, Capa del Sistema Nacional de Áreas protegidas (SNAP) a escala 1:100000 año 2015.
- Instituto Geográfico Militar (IGM); capas de curvas de nivel a escala 1:250000, poblado y ríos a escala 1:100000 año 2013.
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE y Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería; Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios a escala 1:25000 año 2009 editado año 2020.
- Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente en Ecuador FAO/MAG/GEF/MAATE; Geolocalización de fincas piloto incluidas en el proyecto, Sistematización final del proyecto por el coordinador nacional del proyecto Ing. Juan Merino Msc.
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario- Agrocalidad Napo; animales vacunados en el cantón El Chaco 2015-2021, infraestructura ganadera, producción láctea información proporcionada por el MVZ. Joel Oswaldo Meza Barrezueta, jefe de Agencia Napo.

- Entrevista a productores ganaderos del cantón; información histórica, dinámica de la actividad ganadera, participación en PGCI.

Visita de campo y recolección de datos

Durante la recolección de información cartográfica y censal se realizó una visita técnica de campo a ciertos predios de asociaciones ganaderas en donde nos permitieron el acceso para reconocer la realidad del área de estudio mediante la observación y comparar el sitio con la cartografía recopilada, adicionalmente se tuvo contacto con servidores públicos del GAD-Napo Dr. Henry Heredia, Agrocalidad-Napo Dr. Joel Meza, Seguro Campesino-IESS-Napo Ing. Francisco Pacheco, y otros. quienes colaboraron para recolectar la mayor cantidad de datos referentes a la actividad ganadera, infraestructura, pastizales y asociaciones ganaderas de la zona de estudio.

Del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) se revisó la Encuesta de superficie y producción agropecuaria (ESPA 1990-1997) y Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2002-2020) para recopilar información sobre el número total de cabezas de ganado, número de vacas ordeñadas y producción de leche en litros de la región y provincia.

Para obtener datos censales cantonales específicamente se solicitó información a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario- Agrocalidad Napo quienes generan constantemente datos censales dentro del proceso de inocuidad de los alimentos y del programa de vacunación contra la fiebre aftosa, obteniéndose información del período 2015-2021 sobre el número de animales y del año 2022 sobre centros de acopio, medios de transporte de leche y litros de leche controlados.

Mediante una entrevista abierta se contactó con 2 ganaderos de la zona, los Sres. Leonardo Labanda presidente de la Asociación Agropecuaria Las Palmas y Héctor Catagña presidente de la Asociación Asogansal, con la finalidad de obtener información sobre la historia del cantón, las actividades agropecuarias, manejo de la leche/carne, siembra de pastos, reforestación, tipo de ganadería, participación en el PGCI.

Finalmente se tuvo contacto con el Ing. Juan Merino Msc. quien fue el Coordinador Nacional del el proyecto “Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) basada en el concepto Agricultura Climáticamente Inteligente, implementado por los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Ambiente (MAATE), junto con el respaldo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el financiamiento de Fondo para el Medio Ambiente Mundial

(GEF), y que se llevó a cabo desde el mes de septiembre del 2016 hasta el segundo trimestre del 2020; con la finalidad de compilar información y entender las tres dimensiones del desarrollo sostenible (económica, social y medioambiental), la seguridad alimentaria y la promoción de buenas prácticas dentro de fincas ganaderas de la localidad.

Etapa 2.- Procesamiento de información e insumos

Insumos cartográficos y análisis de las coberturas en formato *shapefile* utilizando sistemas de información geográfica

La fuente de información geoespacial mediante el uso de la cartografía digital básica y temática permitió ubicar el territorio en el espacio analizando sus características físicas y naturales; esto es posible debido a que en Ecuador desde el año 2007 existe la política de apertura de la información geográfica digital especializada por medio de geoportales de cartografía básica y de ministerios y subsecretarías gubernamentales. Es así como para esta etapa se utilizaron capas de información geográfica básica de diferentes entidades gubernamentales y que se encuentran de libre acceso en la Web, proyectados en el sistema de coordenadas planas con proyección UTM zona 17 sur Datum WGS84.

Para este trabajo se utilizó el programa *ArcGis* 10.8 en el que se ingresa la información vectorial, se realizan intersecciones geométricas de las capas de diferentes momentos y superposiciones a fin de reconocer cambios en los datos espaciales del territorio.

Cartografía base

Se utilizó la cartografía base a escala 1:50000 publicada por el IGM en su geoportal (EC Instituto Geográfico Militar 2013). Esta información incluye red hidrográfica, poblados, límites administrativos, centros educativos, red vial, centros de salud y curvas de nivel. Cabe aclarar que las curvas de nivel en una parte del área de estudio presentan un parche sin información debido a la nubosidad que caracteriza a esta zona, para lo cual se utilizó un insumo adicional a partir del DEM (modelo digital de elevación del terreno) de 12.5 metros de resolución de ALOS PALSAR (The Alaska Satellite Facility) del cual se completó la información faltante mediante el siguiente proceso:

- Descargar el DEM (modelo digital de elevación del terreno) de 12,5 metros de resolución de ALOS PALSAR, que desde 2006 a 2011, el radar de apertura

sinéctica (SAR) en banda L de PALSAR permitió realizar una observación detallada, en cualquier condición climática y durante el día y la noche del área de estudio (The Alaska Satellite Facility).

- Convertir el DEM en raster (Mosaictonewraster).
- Recortar el raster según el área requerida (Clip).
- Crear curvas de Nivel (count).
- Opcional suavizar curvas (SmoothLine).
- Crear el TIN a partir de las curvas.
- Recortar el área con del TIN (edit TIN).

Cartografía temática

Para determinar los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal por deforestación en los últimos 30 años, se descargó una secuencia multitemporal de cartografía temática en digital (Formato *shapefile*, ESRI) formato vector que incluyen elementos geográficos y antrópicos. Se procesaron las capas de:

- Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal a escala 1:100000 obtenidas del SUIA de los años: 1990, 2000, 2008, 2018.
- Mapas de la Línea Base de Deforestación Histórica a escala 1:100000 obtenidas del SUIA de los años: 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018.
- Capa del Sistema Nacional de Áreas protegidas (SNAP) a escala 1:100000 año 2015.
- Fincas piloto del PGCI georreferenciadas, obtenidas de la recopilación realizada por el equipo técnico del Proyecto GCI.

En el programa *Arcgis* se procesaron las capas mediante la herramienta CLIP, que permite cortar las capas cartográficas en relación con el perfil del cantón El Chaco.

Para fines de esta investigación inicialmente se analizaron las categorías de uso y cobertura basadas en el sistema de clasificación de los dos primeros niveles, el primer nivel que corresponde a las 6 clases definidas por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y adaptado para el Ecuador; y en el segundo nivel que corresponde a 16 clases acordadas por las entidades encargadas de la generación de información de cobertura de la tierra: Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), e Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) descritos en la Tabla 5 (MAATE y EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015).

Tabla 5
Leyenda temática Nivel I y II del Mapa de Uso de suelo y cobertura vegetal

Nivel I	Nivel II
Bosque	Bosque Nativo
	Plantación forestal
Tierra agropecuaria	Cultivo anual
	Cultivo semipermanente
	Cultivo permanente
	Pastizal
	Mosaico Agropecuario
Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva
	Vegetación herbácea
	Páramo
Cuerpo de agua	Natural
	Artificial
Zona antrópica	Área poblada
	Infraestructura
Otras tierras	Glaciar
	Área sin cobertura vegetal
Sin información	Sin información

Fuente: MAATE y M EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015
Elaboración propia.

Aquí es importante recalcar que algunas clases de uso y cobertura para el nivel II en diferentes años no presentaban información por lo que se procedió a utilizar la herramienta *dissolve* que permitió simplificar las categorías de uso de suelo y cobertura vegetal basándonos en el atributo del nivel I.

Posteriormente, con la herramienta *intersect* que permite la combinación espacial de los distintos elementos que conforman ambas capas, se obtuvieron nuevas coberturas vectoriales y se analizaron los atributos de la superficie de uso del suelo y deforestación para los períodos de tiempo en estudio.

Para caracterizar el papel de la actividad ganadera en el deterioro de los bosques y el suelo en la provincia se analizaron coberturas de la actividad ganadera, producción e infraestructura (Centros de acopio de leche, centros de conservación de pastos, Almacenes de insumos agropecuarios) junto con la capa de cobertura uso del suelo (MAATE): 1990, 2000, 2008 y mediante la herramienta *dissolve* se simplificaron los atributos al Nivel II de Tierra agropecuaria: Pastizal para analizar la superficie de pasto natural y cultivado en la zona durante los años que existe información. El Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios (MAG) año 2020 se procesó de la misma manera que los mapas de cobertura y uso de suelo y se examinó con

el objetivo de tener la información más actual de la categoría de uso Pastizal en el nivel II para la zona de estudio.

Finalmente, para conceptualizar el “manejo ganadero sostenible” y su viabilidad en el marco del desarrollo e implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente se procesó la información obtenida en encuestas elaboradas por los técnicos del proyecto, donde se registraron las coordenadas de ubicación de las fincas piloto que participaron. La información necesaria se depuró en una nueva tabla XLS y mediante la herramienta Add XY data permitió agregar datos tabulares que contenía ubicaciones geográficas en forma de coordenadas X y Y así como también si las coordenadas Z con valores de altitud. Los valores de los campos se presentaban en sistema de coordenadas y unidades variadas entre latitud, longitud y metros, por lo que se realizó la unificación en una misma unidad. Esta capa X, Y se exportó como *shapefile* para su correcto manejo.

En la tabla 6 se puede observar un resumen de la cartografía base y temática vectorial que se usó en el estudio.

Tabla 6
Elementos base y temáticos de cartografía vectorial utilizados

Objetivo	Elemento	Estructura geométrica	Formato	Fuente	Año	Escala
1,2,3	Curvas de Nivel	línea	shape	IGM	2013	1:250000
	Poblados	punto	shape	IGM	2013	1:100000
	Ríos	línea	shape	IGM	2013	1:100000
	Límite administrativo	línea	shape	CONALI	2013	1:100000
	Centros educativos	punto	shape	MINEDUC	2014	1:50000
	Red vial principal	línea	shape	MTOP	2015	1:250000
	Vías segundo orden	línea	shape	IGM	2013	1:250000
	Centros de salud	punto	shape	MSP	2014	1:50000
Objetivo	Elemento temático	Estructura geométrica	formato	fuentes	Año	Escala
1	Sistema nacional de áreas protegidas (SNAP)	polígono	shape	MAATE	2015	1:100000
	Cobertura y uso de la tierra 1990	polígono	shape	MAATE	2016	1:100000
	Cobertura y uso de la tierra 2000	polígono	shape	MAATE	2016	1:100000
	Cobertura y uso de la tierra 2008	polígono	shape	MAATE	2016	1:100000
	Cobertura y uso de la tierra 2018	polígono	shape	MAATE	2019	1:100000

	Deforestación 1990-2000	polígono	shape	MAATE	2016	1:100000
	Deforestación 2000-2008	polígono	shape	MAAEE	2016	1:100000
	Deforestación 2008-2014	polígono	shape	MAATE	2016	1:100000
	Deforestación 2014-2016	polígono	shape	MAATE	2017	1:100000
	Deforestación 2016-2018	polígono	shape	MAATE	2019	1:100000
	Elemento temático	Estructura geométrica	formato	fuelle	Año	Escala
	Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios	polígono	GDB	MAG-IEE	2009 (editado 2020)	1:25000
Objetivo	Almacenes de insumos agropecuarios	punto	shape	MAG	2015	150.000
2	Centros de acopio de leche	punto	shape	MAG	2016	1:50000
	Centros de conservación de pastos y forrajes	punto	shape	MAG	2016	1:50000
	Geolocalización de fincas piloto del PGCI	punto	cvs	PGCI	2018	N/A
	Centros de conservación de pastos y forrajes	punto	shape	MAG	2016	1:50000
3	Geolocalización de fincas piloto del PGCI	punto	cvs	PGCI	2018	N/A

Fuente: Directamente en la tabla. Elaboración propia.

Etapa 3.- Elaboración de tablas de Uso de suelo y deforestación por períodos de tiempo y tablas censales sobre cantidad de ganado y producción de leche.

Uso de suelo, deforestación

Se exportaron las tablas de atributos de los *shapefiles* de uso y cobertura de suelo y de deforestación a tablas numéricas procesables en Excel, para poder realizar los cálculos de superficie total en hectáreas y el porcentaje que representa cada categoría de uso (Nivel I) en los diferentes años analizados.

Pastizales

Se exportaron las tablas de atributos de los *shapefiles* de uso y cobertura de suelo simplificado al Nivel II de Tierra agropecuaria: Pastizal a tablas numéricas procesables en Excel, para poder realizar los cálculos de superficie total en hectáreas que poseen pastos naturales o cultivados en los diferentes años analizados.

Datos censales sobre número de cabezas de ganado y producción de leche

Con la información recopilada del INEC se elaboraron tablas con información sobre el número de cabezas de ganado, número total de vacas ordeñadas y producción total de leche en litros. De la información proporcionada por Agrocalidad se elaboró una tabla con el número de cabezas de ganado y número de predios dedicados a la ganadería. La información encontrada en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPA 1990-1997 y ESPAC 2002-2018) y Campaña de vacunación contra la fiebre aftosa (2015-2020) viene segregada de la siguiente forma (Tabla 7):

Tabla 7
Segregación de las muestras censarias por período de tiempo

Período (año)	Muestra	Fuente
1990-1995	Datos de la Provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón)	ESPA-INEC
1996-1997	Datos proyectados en Base a la Serie 1987-1995 de ESPA	ESPA-INEC
1998-2001	No existen datos por preparación del censo nacional agropecuario	N/I
2002-2011	Datos de la Región Oriental Nororiente (Incluye tres provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana)	ESPAC-INEC
2012-2020	Datos de la Provincia de Napo (no regional, sin Orellana)	ESPAC-INEC
2015-2020	Datos del Cantón El Chaco	AGROCALIDAD

Fuente: INEC (1990-2020), Agrocalidad (2020)
Elaboración propia.

Etapa 4.– Realización del Análisis multitemporal e identificación del papel de la ganadería como agente de cambio de uso de suelo y deforestación

La elaboración de un análisis multitemporal permitió evaluar y comparar la cartografía temática de la superficie del cantón en estudio en diferentes períodos de tiempo (1990, 2000, 2008, 2018) a escala 1:100000 deduciendo la evolución del medio natural, así como las consecuencias de las actividades antrópicas sobre él (Ruiz y Herrera 2013, 118). Es así como este procedimiento comparativo en tiempo y espacio permitió

apreciar los cambios ocurridos y tener una percepción de la incidencia de la ganadería sobre el uso de suelo y la cobertura boscosa.

A continuación, se describe el procedimiento que se utilizó en este trabajo de investigación para realizar el análisis multitemporal basado en la mini-guía de Franco 2016, 1-12:

- Cargar en el programa *Arcgis* 10.8 las diferentes capas a analizarse.
- Realizar una intersección entre capas.
- En la tabla de atributos que resulte, recalcular las áreas de los polígonos resultantes.
- Realizar una nueva tabla para comparar el valor de las áreas de los diferentes períodos.
- Consolidar las áreas de cambio para conocer el valor del área de cambio.

En una investigación realizada por Flores (2018, 86) se constató que el análisis temporal fue un método práctico para monitorear los cambios ocurridos en suelo y cobertura vegetal, teniendo una visión objetiva de los impactos de la deforestación sobre el área que se evaluó, los datos multitemporales fueron usados para establecer y determinar cualitativamente los efectos temporales de las actividades ganaderas y cuantificar los cambios dados.

Para la identificación del papel de la ganadería como agente de cambio de uso de suelo y deforestación se procesaron los *shapefiles* que incluyen las coberturas de uso de suelo simplificada en el nivel II categoría Pastizal, y coberturas de la actividad ganadera, producción e infraestructura (Centros de acopio de leche, centros de conservación de pastos, Almacenes de insumos agropecuarios) de la zona de los años que existe información.

Se elaboraron mapas temáticos que permitieron un análisis visual para identificar los cambios dados en los períodos examinados sobre el cambio de uso de suelo y deforestación por la presencia de ganadería comparando así cobertura actual y pasada del cantón El Chaco.

Etapa 5. – Relación entre deforestación y actividades ganaderas

Interpretando los mapas temáticos se estableció la variación cuantitativa de las áreas deforestadas relacionando las pérdidas y ganancias en el uso y cobertura de suelo. Y, para caracterizar la dinámica de la producción ganadera extensiva en la provincia y el

cantón El Chaco se realizó una comparación entre las coberturas de uso de suelo y deforestación y el número de cabezas de ganado tomando datos del período 2015-2020; mediante estadística descriptiva de correlación y utilizando el programa Infostat 2020.

Etapa 6.- Resultados de la implementación del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) FAO/MAG y Conceptualización del “manejo ganadero sostenible” en el cantón

Para esta etapa de la investigación, se llevó a cabo un proceso de indagación cualitativa expuesto en (Hernández 2018, 357-364; 417-18), y se realizaron los siguientes métodos:

- Exploración de literatura concerniente a nociones de sostenibilidad, desarrollo sostenible (López 2015, 112-23), manejo sostenible agropecuario, ganadería sostenible (Nallar et al 2017, 5-7) (Cisneros y Gallardo 2014, 281-88).
- Literatura específica sobre casos aplicativos e investigaciones sobre ganadería sustentable en Amazonia y modelos silvopastoriles aplicados en la región (Muchane et al. 2020) (Caicedo 2020, 17) (Valarezo 2012, 30) (Viamonte et al 2017) (Vera et al. 2018).
- Revisión de literatura y documentos del proyecto GCI, que incluyeron normas, programas, planes, políticas públicas y evaluación final (FAO).
- Entrevistas con 2 actores clave pertenecientes a asociaciones ganaderas que participaron del proyecto utilizando la vía telefónica ya que por la pandemia COVID-19 no se realizaron visitas personales, reuniones o encuentros en finca; que permitieron contar con las opiniones, percepciones, experiencias de su participación en las actividades del proyecto
- Entrevista individual con el coordinador nacional del Proyecto Juan Merino Msc. como medio principal y directo de información que incluyó datos cualitativos y cuantitativos, así como la geolocalización de las fincas participantes y sus dueños.
- Revisión del documento Evaluación de “Ganadería climáticamente inteligente: Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerables” publicado en el año 2020, documento que evaluó el impacto de los 4 componentes del proyecto mediante ocho criterios de valoración (FAO 2020).

- Análisis de viabilidad del PGCI en la provincia de Napo, cantón El Chaco mediante la triangulación de métodos de recolección de información (Hernández 2018, 417-18) proveniente de varias fuentes y métodos de recolección para determinar si es factible llevar a cabo con éxito un manejo ganadero sostenible en la zona de estudio.
- Montaje del *shapefile* de ubicación de fincas pilotos (descrito en la etapa 2) sobre Google Earth ya que el mapa de deforestación más actual es del año 2018, tiempo en el que aún no se terminaba el proyecto PGCI.

Etapa 7. – Resultados y discusión

En esta última etapa se presentaron los resultados de la investigación, analizando los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal por deforestación durante los últimos 30 años.

Mediante el número de cabezas de ganado, los litros de leche producidos y las hectáreas de pasto natural y cultivado en la región se mostró el papel de la actividad ganadera, y como participan en el deterioro de los bosques y el suelo en el cantón y la provincia.

Se consiguieron los siguientes mapas que relacionan las variables:

- Análisis multitemporal de la Cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.
- Análisis multitemporal de la deforestación en el cantón El Chaco durante el período 1990-2018.
- Dinámica de la producción ganadera extensiva en el cantón El Chaco.
- Análisis entre la cobertura y la deforestación en el cantón El Chaco en 2018.
- Mapa de fincas de productores incluidos en el PGCI.

Y para conceptualizar el “manejo ganadero sostenible” se analizaron los resultados del desarrollo e implementación del proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente en el área de estudio. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CB1573ES/>

Capítulo cuarto

Contextualización y análisis multitemporal del cantón El Chaco, provincia de Napo

1. Caracterización de la zona de estudio

Para entender la presente investigación debemos iniciar contextualizando la región amazónica donde se localiza la provincia de Napo y el cantón El Chaco motivo de análisis (Figura 10). La Amazonía ecuatoriana tiene una extensión de 120 000 km² correspondiente al 48 % del territorio nacional, siendo la más extensa del país. Abarca 6 provincias: Napo, Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Posee una vasta diversidad de ecosistemas, así como especies de flora y fauna, razón por la cual el 26 % de su territorio se encuentra protegido bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Esta región es la principal fuente de agua dulce y concentra la mayor cantidad cobertura forestal correspondientes a un 80 % de los bosques del país (López et al 2013, 14).

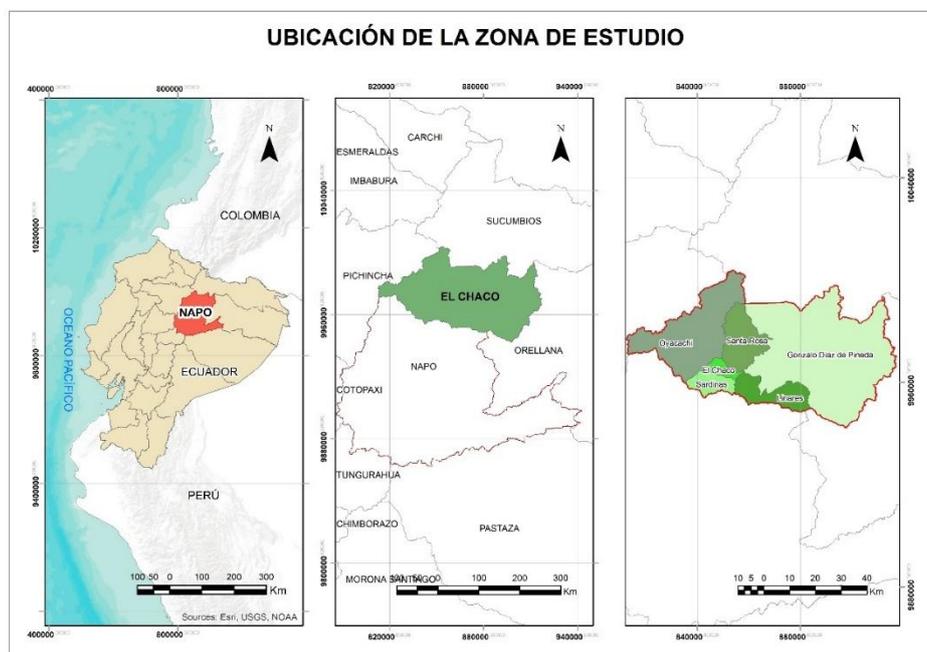


Figura 10. Mapa de la ubicación del Cantón El Chaco respecto al Ecuador, a) Ecuador, b) provincia de Napo, c) cantón El Chaco. Elaboración propia.

1.1. Provincia de Napo

Según el GAD Provincial de Napo en su actualización de PDyOT en el año 2018, durante los años 1920 a 1950 la región amazónica oriental ha sufrido varias divisiones de donde nace la provincia de Napo como tal en 1959 siendo la ciudad Tena su capital e incluyendo a los cantones Quijos, Sucumbíos y Aguarico. En el año de 1969 se reestructura la división política de la Provincia de Napo, nacen los cantones Sucumbíos, Orellana y Putumayo, y el cantón Napo cambia su nombre por el de Tena. Tras dos fraccionamientos de territorio, el primero para conformar la provincia de Sucumbíos en 1989 y el segundo para conformar la provincia de Orellana en 1998, Napo finalmente cuenta con una superficie de territorio de 12.524,89 km² y cinco cantones Quijos, Archidona, Tena, Carlos Julio Arosemena Tola y El Chaco. Su población fue de 103.697 habitantes en el 2010 y para el 2020 según proyecciones del INEC contó con 133.705 personas (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2018, 7), dicha población en su mayoría es rural (65 %) mostrando un índice de pobreza por ingresos de 49,8 % y pobreza extrema de 38,9 %, a pesar de la riqueza en sus recursos naturales que posee (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2017).

Más del 60 % de las áreas protegidas según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país están dentro de la provincia de Napo, esto corresponde a la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS) que es una categoría de manejo ambiental cuyo objetivo es buscar la preservación de la diversidad biológica y cultural con el uso sostenible de los recursos, para lograr un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales y valores culturales locales (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2018, 8). Sin embargo, debido a la explotación petrolera y el crecimiento exponencial de la población, la frontera urbana y agropecuaria han generado presión sobre el área vegetal y forestal registrándose una tasa de deforestación promedio anual de 599 hectáreas entre los años 2008 y 2014 (EC MAATE 2014). Según Izurieta y colaboradores (2014, 8) uno de los efectos indirectos de la explotación petrolera es la construcción de carreteras acompañada de nuevos asentamientos humanos que incluyen la expansión de la frontera agrícola y ganadera impulsando el cambio de uso de suelo con plantaciones de diversos cultivos y formación de pastizales.

Esta realidad está lejos de detenerse debido a que la población de la provincia se dedica a actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca constituyendo el 45,23 % del total de la PEA y un valor agregado bruto para el 2015 de 37.284 miles de dólares (EC Banco Central 2015). En el PDOyT de Napo realizado en 2018 se evidencia

que los habitantes de la provincia poseen cultivos de naranjilla, tomate de árbol, cacao, café, maíz; y cultivos para autoconsumo como yuca, plátano, fréjol, maní, chonta y hortalizas; y que la mayoría de estos cultivos están acompañados por actividades como la ganadería, pesca y turismo (Tabla 8) (EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2018, 171)

Tabla 8
Principales actividades Agropecuarias de la provincia de Napo

Cantón	Cultivos agrícolas principales	Otras actividades importantes
Carlos Julio Arosemena Tola	Cacao, café, yuca, maíz, plátano	Ganado vacuno de leche y carne, Producción de tilapia, Actividad minera Producción porcina
Tena	Cacao, café, yuca, maíz, plátano	Ganado de carne, Turismo, Producción de Tilapia, Actividad minera, Producción porcina
Archidona	Cacao, café, yuca, maíz, plátano, naranjilla.	Ganado de carne y leche, Turismo, Producción de Tilapia, Actividad minera
Quijos	Yuca, hortalizas en general, naranjilla, tomate de árbol	Ganado de leche, Turismo, Producción de Trucha
El Chaco	Yuca, hortalizas en general, naranjilla, tomate de árbol	Ganado de leche, Producción de Trucha

Fuente: EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo 2018
Elaboración propia.

Específicamente la actividad ganadera se ha consolidado en la provincia ya que es uno de los sectores clave de la economía local. La presencia de algunos pisos altitudinales ha permitido en la parte baja se realice ganadería de carne y en la parte alta se trabaje con ganadería de leche. Es por esto que las familias organizan su vida y trabajo basada en género, cumpliendo diferentes roles en las actividades ganaderas; por ejemplo las mujeres son las que se dedican a la ganadería de leche ya que realizan las labores de ordeño además de la venta de leche y quesos con ligeras excepciones; en cuanto al manejo de ganado de engorde son los hombres quienes están vinculados mayoritariamente a esta actividad debido a la lejanía de la finca con el hogar, las grandes extensiones de pastoreo, además de que el ganado se considera “bravo” y necesitan de gran esfuerzo para su manejo (Albán 2018, 41).

1.2. Caracterización del cantón El Chaco

Esta investigación se centra en el cantón El Chaco, ubicado dentro de la provincia de Napo, al noreste de la Región Amazónica del Ecuador. El Chaco posee aproximadamente 348.525,1101 has de territorio, donde el 87 % de esta superficie pertenece al Sistema Nacional de Áreas protegidas, bosques protectores y patrimonio forestal que incluye la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Parque Nacional Sumaco Napo Galeras y el Bosque de Vegetación Protectora la Cascada; el 17 % de territorio está ocupado por los centros poblados y obras de infraestructura local como oleoductos, proyectos eléctricos o líneas de transmisión energética. Dentro del área poblada algunas de las actividades económicas se centran en la agricultura y ganadería las cuáles generan presión sobre las áreas protegidas y los bosques, evidenciándose la existencia de ocupación de tierra al interior de las zonas protegidas y de conservación (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014, 241).

La información de carácter oficial más reciente sobre uso y cobertura de suelo para el cantón El Chaco es la que nos arroja el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019 extraída del trabajo que realizó SENPLADES que presenta datos para el año 2018 (Tabla 9).

Tabla 9

Superficie (ha) y porcentaje de cobertura y uso de suelo del Cantón el Chaco para el 2018

Categorías de Uso de Suelo o cobertura vegetal	(Ha)	(%)
Bosque	274.174,33	78,67
Tierra Agropecuaria	22.838,04	6,55
Vegetación arbustiva y herbácea	45.771,48	13,13
Cuerpo De Agua	3.093,70	0,89
Zona Antrópica	1.189,82	0,34
Otras Tierras	1.457,74	0,42
TOTAL	348525,11	100,00

Fuente: EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2018

Elaboración: EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2019-2020

La tabla destaca que el bosque representa la categoría predominante con 274.174,33 hectáreas, equivalentes al 78,67 % del total del territorio cantonal. Esta alta proporción sugiere que, a pesar del avance de actividades humanas, aún persiste una cobertura forestal significativa. Sin embargo, se observa una presencia importante de vegetación arbustiva y herbácea (13,13 %) y de tierra agropecuaria (6,55 %), lo que indica una transformación progresiva del paisaje natural hacia usos productivos. La zona antrópica,

que incluye áreas urbanizadas e infraestructura, representa solo el 0,34 %, mientras que cuerpos de agua y otras tierras ocupan porcentajes marginales. Esta distribución refleja una dinámica territorial en la que el modelo de ocupación extensivo aún no ha desplazado por completo al bosque, aunque las áreas agropecuarias y de vegetación secundaria podrían estar relacionadas con procesos de deforestación y regeneración asociados a la ganadería y a la colonización histórica del área.

1.2.1 Aspecto ambiental

El Chaco posee ríos y lagunas que pertenecen a la sub-cuenca hidrográfica de los ríos Tena-Suno, Payamino-Añangoyacu y Cosanga-Quijos-Coca y que a su vez desembocan en la cuenca del río Napo, ésta característica sumado a la presencia del Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras y la Reserva Ecológica Cayambe-Coca (Figura 11) brindan las condiciones necesarias para que el cantón posea una vasta diversidad biológica con variedad de especies vegetales y de reptiles anfibios, aves y mamíferos, así como diversidad climática y de paisajes (Ulloa et al. 2006, 4).

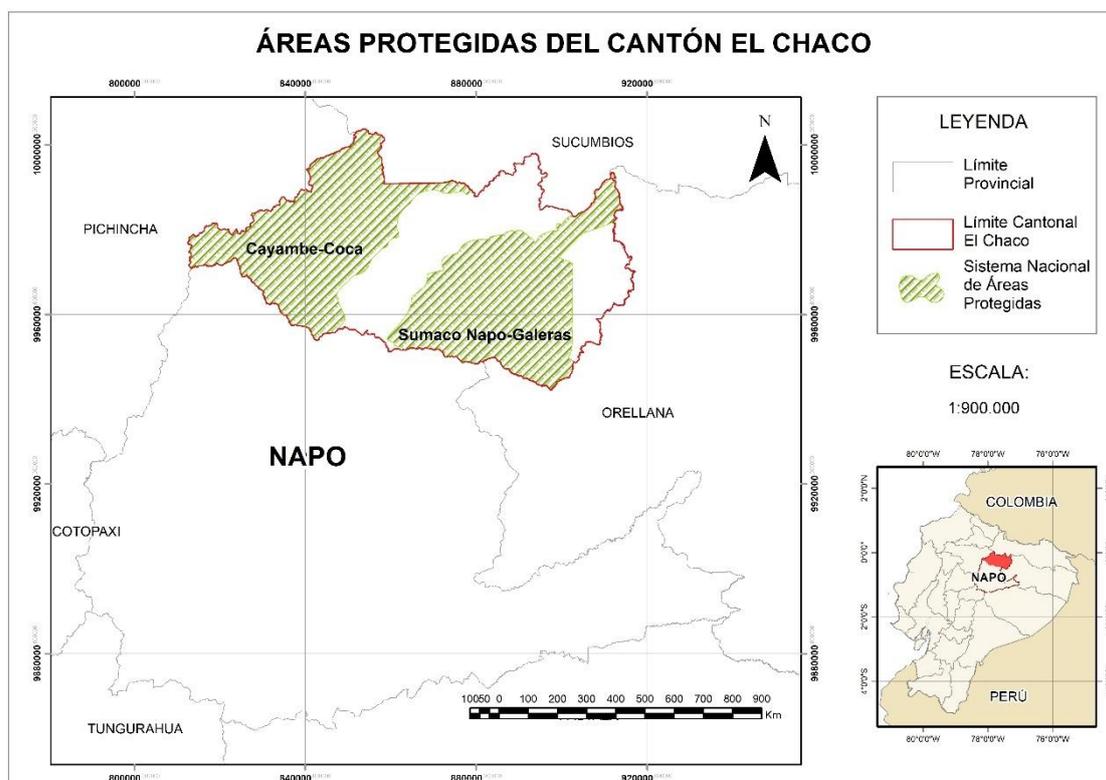


Figura 11. Mapa de Área protegidas (SNAP) del Cantón El Chaco, provincia Napo
Elaboración propia.

Según Boada 2009, el cantón está ubicado entre una altitud de 400 y los 4.200 msnm, gracias a este amplio rango altitudinal existen varias zonas de vida desde la parte baja en la región tropical hasta las partes altas que incluyen altos andinos; el clima varía desde el templado frío hasta el muy húmedo subtropical presentando una temperatura promedio de 16 °C; la precipitación media anual es de 3350 mm, debido a que el cantón presenta una gran variabilidad de rangos de precipitación que van desde los 3500 mm hasta los 7000 mm, se registran abundantes precipitaciones en los meses de marzo y septiembre que disminuyen en los meses de octubre y febrero (Boada 2009, 2).

Haciendo referencia a las zonas de vida también llamadas formaciones vegetales mencionadas por Rodrigo Sierra en su trabajo preliminar del sistema de clasificación del Ecuador Continental realizado en 1999, en el territorio se pueden identificar 13 ecosistemas con sus respectivas altitudes y características como podemos observar en la tabla 10 elaborada por Carlos Boada 2009:

Tabla 10
Formaciones vegetales en el cantón El Chaco

Formación vegetal	Superficie (ha)	Altitud (msnm)	Características	Biodiversidad
Bosque Siempre verde de Tierras Bajas de la Amazonía	24.961,17	400 a 600	Actualmente se encuentran muy fragmentados, son altamente heterogéneos y diversos	Más de 200 especies por hectárea.
Bosque Siempre verde Piemontano de la Amazonía	52.563,39	600 a 1.300	Extensión menos diversa de los bosques de tierras bajas.	Palmas y árboles que llegan hasta 130 especies por hectárea
Bosque Siempre verde montano de las Cordilleras amazónicas	36.558,80	600 a 1.300	Es similar a los bosques húmedos montano bajo de las estribaciones de la cordillera occidental, pero restringido a una franja altitudinal más amplia	Herbazales lacustres
Matorral Húmedo Montano Alto de las Cordilleras Amazónicas	2.276,38	1.350	Vegetación densa, achaparrada y no superior a 8 m de altura que crecen sobre rocas ácidas.	Bosque enano en el cual es común encontrar en el suelo agrupaciones de musgos
Páramo herbáceo de pajonal y almohadillas	13.285,68	1.000 a 2.000	Combinación de los páramos herbáceo y almohadillas sin que uno predomine sobre otro.	Pequeños arbustos, cantidad de especies herbáceas especialmente de pajonales y almohadillas.
Bosque Siempre verde Montano Bajo de los Andes Orientales del Norte y Centro	3.952,87	1.300 a 2.000	Precipitación media anual de 2.000 a 4.000 mm	La diversidad de árboles es mayor a la de los bosques de neblina.

Bosque Siempre verde montano bajo de las Cordilleras amazónicas	68.266,43	1.300 a 2.000	Es similar a los bosques húmedos montano bajo de las estribaciones de la cordillera occidental, pero restringido a una franja altitudinal más amplia	Especies de musgos, helechos, orquídeas y bromelias
Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales	27.956,50	2.000 a 2.900	Captan una gran cantidad de la humedad presente en el aire.	55 especies de árboles y arbustos por hectárea. Las familias de epífitas: bromelias y orquídeas, alcanzan su pico de diversidad en estos bosques.
Bosque siempre verde montano alto de los Andes Orientales	38.492,94	2.900 a 3.600	Franja angosta transicional entre el bosque y el páramo, con alta incidencia de neblina, superávit de humedad y bajas precipitaciones.	Pequeños arbustos, gran cantidad de epífitas, la diversidad florística de briofitas (plantas sin raíces) es mayor que en los bosques de neblina montanos especialmente de musgos que cubren el suelo formando una densa capa.
Páramo Pantanoso	4.344,34	3.000 a 3.400	Valles o depresiones con drenaje pobre, donde se acumula agua permanentemente, aproximadamente un 20% de la superficie cubierto por agua.	Musgos, almohadillas y arbustos.
Páramo de pajonal	136,701	3.400 a 4.000	Extensiones cubiertas de gramíneas y parches aislados de vegetación arbustiva creciendo en depresiones.	Gramíneas, achupallas o puyas.
Páramo herbáceo de almohadillas	20.030,87	4.000 a 4.500	Diversidad alta	Gramíneas, arbustos y almohadillas.
Eriales	935,36		Áreas despobladas de flora y fauna original que han perdido la mayor parte del suelo fértil generalmente debido a procesos naturales como las erupciones volcánicas y el flujo de lava.	

Fuente: Boada 2009. Elaboración: Polanco (2013, 52).

1.2.2 Aspecto social

Según el último censo nacional realizado en el 2010 por el INEC la población del cantón fue de 7.960 habitantes y se proyectó en base al logaritmo natural para el año 2020 un estimado de 10.142 habitantes, representando un 7,7 % de la población con respecto a la provincia de Napo (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010), y las

parroquias que lo conforman son: El Chaco (cabecera cantonal), Gonzalo Díaz de Pineda (El Bombón), Linares, Oyacachi, Santa Rosa, Sardinias (Figura 12) (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014, 59).

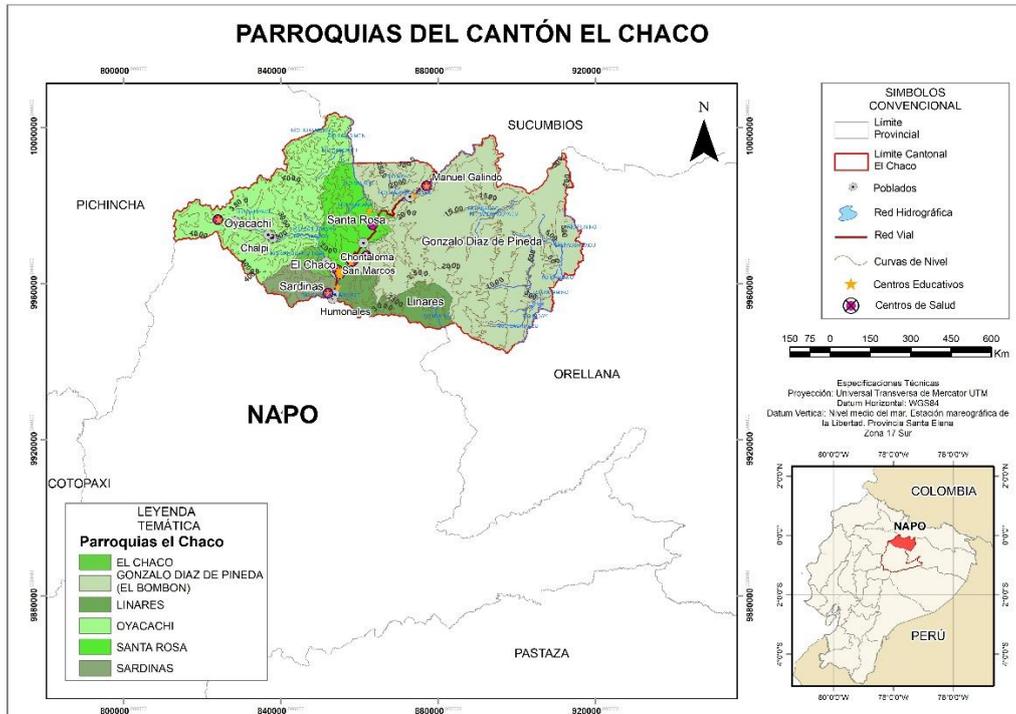


Figura 12. Mapa del Área de estudio. Cantón El Chaco, provincia Napo
Elaboración propia.

De acuerdo con lo mencionado por Polanco 2013, 49, la dinámica social del cantón está caracterizada por una población dispersa debido al acceso a servicios básicos, aunque un alto porcentaje de la población posee luz eléctrica, el servicio de agua potable solo está disponible para las parroquias de El Chaco y Oyacachi, las otras parroquias disponen del agua de río o vertiente debido a que están ubicadas en zonas más aisladas, de difícil acceso geográfico y con menor densidad poblacional, lo que incrementa los costos y la complejidad técnica de implementar sistemas convencionales de agua potable.

En la publicación realizada por el INEC 2010, la incidencia de la pobreza por NBI (necesidades básicas insatisfechas) en el cantón redujo su porcentaje, pasando de 85,7 % en el año 2001 al 65,3 % en el 2010, visualizándose alrededor de 20 puntos porcentuales en 10 años.. En cuanto a la estructura poblacional refleja cierto equilibrio entre hombres y mujeres presentando un 48,1 % de mujeres y 51,9 % de hombres, proyectándose para el año 2020 una población femenina de 4.978 y masculina de 5164 habitantes (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010).

Un dato complementario es que el nombre del “El Chaco” nace por los años 1930, cuando las tierras fértiles del sector y aptas para la agricultura fueron asignadas a familias de la localidad para que inicien sus “chacras”, con el pasar del tiempo su nombre fue cambiando y pasó de ser “Ranchería El Chaco” a denominarse El Chaco (Entrevista, H.C, 2022). La población está conformada mayoritariamente por “colonos” que migraron de ciudades cercanas o costeras con el pasar de los años para tener un acceso laboral en actividades petroleras, construcción de carreteras o infraestructura y que se asentaron al piedemonte amazónico para ubicar sus hogares y realizar paralelamente actividades agrícolas y ganaderas en los suelos de origen volcánico que posee cierta parte del cantón (Jarrín et al 2016, 31).

Haciendo una breve reseña histórica la provincia de Napo, y el cantón en estudio han sido una de las zonas más impactadas por los procesos de colonización impulsados por el Estado ecuatoriano desde la década de 1960. La aprobación de la Ley de Reforma Agraria en 1964 y la Ley de Colonización de Tierras Baldías promovieron el establecimiento de pobladores mestizos, en su mayoría originarios de la Sierra central, como parte de una estrategia estatal para incorporar la región amazónica al modelo de desarrollo nacional (Gondard y Mazurek 2001, 15). Entre 1960 y 1990, se estima que la población de la Amazonía norte creció de tal manera que existió un desplazamiento de los pueblos indígenas originarios en muchos sectores (Larrea 2006, 126). En este contexto, los colonos adoptaron actividades como la ganadería extensiva cambiando el uso del suelo, ya que el establecimiento de pastizales con ganado eran requisitos fundamentales para obtener títulos de propiedad, según las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC) (139).

En el cantón El Chaco, creado en 1988, el impacto fue particularmente visible debido a su ubicación estratégica en la zona de los valles del Quijos y Coca, conectada con la Sierra por la carretera Quito–Baeza–Lago Agrio. Esta infraestructura facilitó la expansión de asentamientos y actividades extractivas, incluida la construcción de proyectos hidroeléctricos como Coca Codo Sinclair (Gondard y Mazurek 2001, 30). Según estudios realizados en la zona, las propiedades rurales en El Chaco entre los años 80 y 90 carecían de títulos formales, dependiendo en cambio del “derecho de posesión” reconocido por deforestación y uso productivo (Rosero 2023, 77). A esto se suman los incentivos del modelo legal ecuatoriano, que históricamente ha recompensado la tala del bosque con la posibilidad de regularización de tierras (Holland et al. 2014, 33). Así, la ganadería extensiva no solo fue una actividad económica, sino una herramienta para

asegurar el acceso a la tierra, profundizando la fragmentación de los ecosistemas y la inseguridad territorial en la Amazonía nororiental.

1.2.3 Aspecto económico-productivo

En cuanto a las actividades económicas del cantón, el PDyOT realizado en el cantón para el período 2014-2019 refiere que las más representativas en la zona y que generan empleo e ingresos para sus pobladores son aquellas vinculadas con el sector primario como las actividades agropecuarias y agroindustriales seguido por actividades de venta de bienes y servicios (comerciales), actividades turísticas, actividades en el servicio público, apoyo gubernamental y no gubernamental y dentro del Proyecto “Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair”. En la Figura 13 se aprecia el porcentaje de la población que se dedicaba a las diversas actividades el cantón durante el año 2010:

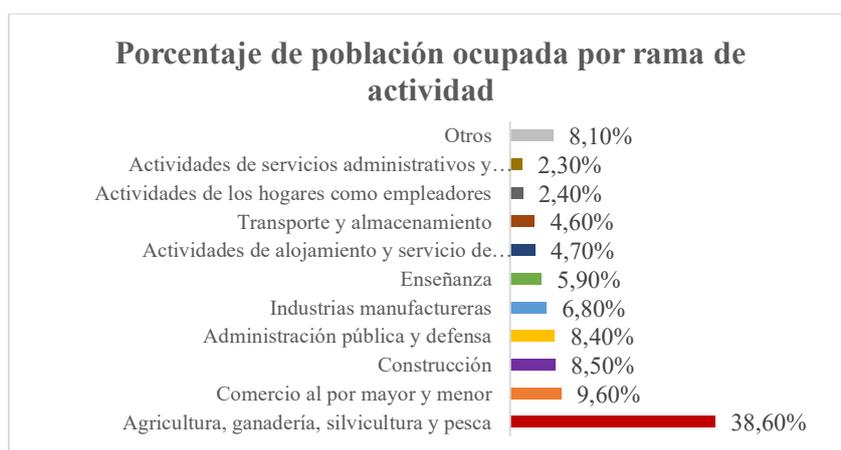


Figura 13. Porcentaje de población ocupada por rama de actividad, 2010 EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
Elaboración propia.

La mayor cantidad de la población que corresponde al 38,6 % de la PEA se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; y en un menor porcentaje a actividades de alojamiento o servicios administrativos (EC INEC 2010). Esta realidad se vincula con el uso actual de suelo en el cantón (análisis realizado inicialmente en la caracterización del cantón), que evidencia un predominio de la actividad agropecuaria, principalmente de la ganadería, actividad que, aunque genera ingresos menores por ser una producción primaria, tiene importante significancia para los habitantes del cantón (Ulloa et al. 2006, 8).

Según el 3er Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 por el INEC y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en El Chaco existían 601 UPA (Unidad

Productiva Agraria) que ocupaban 30.219 hectáreas para ese año, para la fecha en la que se realizó el PDyOT del cantón (2014), los técnicos de la municipalidad y del área de regulación urbana manifestaron que la cantidad de UPA llegó a 700; y para el año 2020 se han registrado 5.895 predios tanto en zonas urbanas como rurales, de los cuales 1.124 se destinan específicamente a la ganadería, ocupando en conjunto unas 24.053 hectáreas. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, existen aproximadamente 21.000 hectáreas de pastizales y solo 276,5 hectáreas dedicadas a cultivos agrícolas. Además, información proporcionada por Agrocalidad en el marco de la campaña de vacunación contra la fiebre aftosa muestra que las UPAs ganaderas en el cantón varían en tamaño desde 1 hasta 300 hectáreas en casos particulares. Esto se debió a que ciertas fincas han sufrido desmembraciones u otros factores como la repartición de tierras comunales protegidas por el SNAP dándoles un uso agropecuario; lo que ha promovido a que el uso de suelo para tierras agropecuarias aumente.

En la tabla 11 extraída del trabajo del equipo consultor que realizó un análisis de cobertura vegetal y uso de suelo para el PDyOT del cantón en el 2014, se visualiza el crecimiento de la superficie intervenida en la categoría de rastrojo y pastizales con respecto al PDOT del año 2011, en donde también se consideran las actividades agrícolas debido a la superficie pequeña que poseen (menor a 30 has), la superficie de pastizales y rastrojo ocupa 27.985,437 hectáreas siendo las parroquias de Gonzalo Díaz de Pineda y Santa Rosa las que poseen mayor área de pastos.

Tabla 11
Superficie en hectáreas de pastos y rastrojo del cantón El Chaco- 2014

Parroquia	Área (ha)	Área (ha)
	Pasto	Rastrojo
El Chaco	1.328,102	893,673
Gonzalo Díaz de Pineda	5.557,154	4.494,014
Linares	807,614	809,902
Oyacachi	920,125	126,248
Santa Rosa	5.562,772	4.699,770
Sardinas	2.020,392	765,671
Subtotal	16.196,16	11.789,28
TOTAL	27.985,44	

Fuente: EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014
Elaboración propia.

Aunque la producción agropecuaria se hace a pequeña escala y nivel familiar por el bajo ingreso económico que representa y debido a que los habitantes del cantón

prefieren trabajar en actividades mejor remuneradas, un 35 % de sus habitantes se dedica a criar ganado vacuno, porcino, y aves de corral y en menor porcentaje a cultivar tomate de árbol, Naranjilla, Granadilla y otros productos (Quevedo 2021, 5).

La actividad productiva más extendida es la cría de ganado y la principal causa de transformación de bosques naturales (FAO 2010), en el año 2000 el cantón tenía una superficie de 285.046,88 hectáreas de bosque primario y secundario y para el 2008 esta área se redujo a 281.021,78 hectáreas teniendo una tasa de deforestación por año de 1,15 %, es decir más de 500 hectáreas por año aproximadamente.

La importancia agrícola y ganadera del cantón es alta, ya sea por su ubicación, factores bióticos y climáticos, así como por las condiciones físicas y agrológicas; esto se evidencia en el sistema económico productivo donde la producción ganadera extensiva en praderas abiertas con pastoreo directo (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2017) es la principal fuente de subsistencia de los pobladores debido a la producción creciente de lácteos en la provincia que aumento de 21.117 litros de leche/día para el 2011 a 32.398 litros de leche/día para el año 2023 (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2013; 2023).

Frente a esta realidad, actores estatales implementaron el proyecto “Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) que buscaba integrar tres dimensiones de desarrollo sostenible (económica, social y medioambiental) en el ámbito de mejorar la productividad y cuidar el medio ambiente de la zona (EC Ministerio de Agricultura y Ganadería 2017).

Debido a esta problemática surgió la propuesta de determinar en qué medida la ganadería extensiva y su expansión ha conducido a procesos de cambios en el uso del suelo y deforestación durante las últimas tres décadas mediante la elaboración de un análisis multitemporal del cantón El Chaco, provincia de Napo, que consiste en comparar coberturas de un mismo sitio en diferentes intervalos de tiempo (Flores Vaca 2018, 17).

2. Elaboración del análisis multitemporal con SIG

El cantón El Chaco tiene una superficie de 348.525,11 hectáreas, de las cuales más del 75 % son áreas boscosas. La superficie del cantón ha sufrido cambios en el uso de suelo, esto debido al crecimiento demográfico y las actividades agropecuarias desde 1990 hasta el 2018. En la tabla 12 se evidencian los cambios de uso de suelo durante el período de estudio, presenta una tendencia a disminución de la cobertura de Bosques pasando de 284.939,97 has en el año 1990 a 274.174,33 has para el año 2018; de forma contraria, para la cobertura Tierra agropecuaria se observa un crecimiento del área

pasando de 12.316,62 has en el año 1990 a 22.838,04 has para el año 2018; el mismo fenómeno de crecimiento presenta la clase Zona antrópica que presenta un cambio de 35,4 has en el año 1990 a 1.189,82 has para el año 2018. Lo que refleja que el crecimiento poblacional y las practicas agropecuarias han generado presión sobre los ecosistemas naturales dando como resultado una disminución de los bosques.

Tabla 12
Uso de suelo del cantón El Chaco durante los años 1990, 2000, 2008, 2018

	1.990		2.000		2.008		2.018	
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)
Bosque	284.939,97	81,76	282.903,85	81,17	278.938,54	80,03	274.174,33	78,67
Tierra agropecuaria	12.316,62	3,53	14.983,20	4,30	18.914,41	5,43	22.838,04	6,55
Vegetación arbustiva y herbácea	45.902,36	13,17	45.755,18	13,13	45.643,24	13,10	45.771,48	13,13
Cuerpo de agua	3.541,04	1,02	3.541,04	1,02	3.538,61	1,02	3.093,70	0,89
Zona antrópica	35,46	0,01	128,72	0,04	269,21	0,08	1.189,82	0,34
Otras tierras	1.789,65	0,51	1.213,12	0,35	1.221,09	0,35	1.457,74	0,42
Superficie total (cantón El Chaco)	348.525,11	100,00	348.525,11	100,00	348.525,11	100,00	348.525,11	100,00

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018.
Elaboración propia.

La Figura 14 muestra en mapas los cambios paulatinos que ocurrieron en los cuatro períodos analizados debido a la expansión de la frontera agropecuaria y la presión antrópica los cuales han ido ocupando superficies que estaban cubiertas por bosque, sobre todo en las zonas que se han ido poblando, cerca de las vías de acceso.

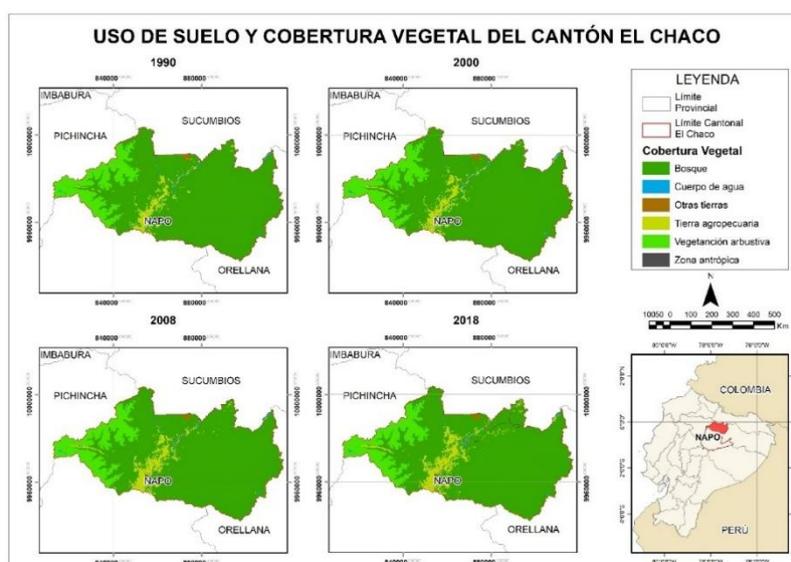


Figura 14. Análisis multitemporal de la Cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.

Elaboración propia.

La Figura 15 muestra que, entre 1990 y 2018, la cobertura de bosques fue reemplazada progresivamente por tierra agropecuaria, evidenciando una disminución promedio de la cobertura boscosa del 3,09 % y un aumento promedio de la cobertura agropecuaria del 3,02 %.

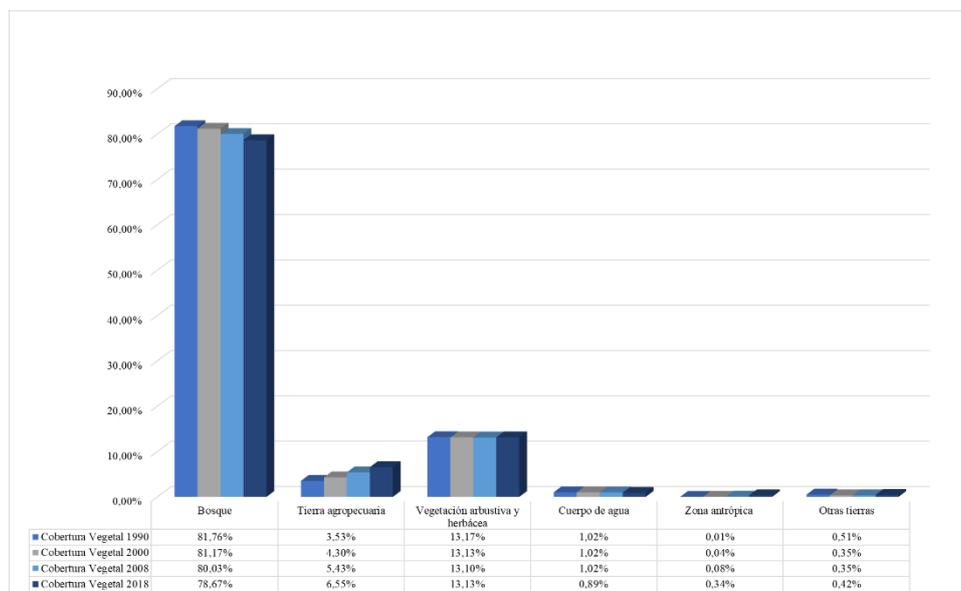


Figura 15. Variación de la Cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 1990-2018. Elaboración propia.

En esta misma figura se identifica que las otras categorías de uso de suelo como cuerpos de agua, zona antrópica u otras tierras representan menos del 1,02 % de la cobertura vegetal durante el período de estudio y no han sufrido cambios de manera notable, de la misma manera la categoría vegetación arbustiva y herbácea con un 13 % aproximadamente de ocupación del territorio no presenta cambios representativos.

2.1 Análisis multitemporal de cobertura vegetal y uso de suelo por cada período entre 1990-2018

A continuación, se realiza el análisis de la cobertura y uso de suelo durante los 3 períodos de tiempo:

- 1990-2000
- 2000-2008

- 2008-2018

Tabla 13
Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 1990-2000

USO DE SUELO	AÑO 1990		AÑO 2000		Cambio de superficie	Cambio de superficie (%)	% anual de cambio (10 años)
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)			
<i>Bosque</i>	284939,97	81,76	282903,85	81,17	-2036,13	-0,58	-0,06
<i>Tierra agropecuaria</i>	12316,62	3,53	14983,20	4,30	2666,59	0,77	0,08
<i>Vegetación arbustiva y herbácea</i>	45902,36	13,17	45755,18	13,13	-147,19	-0,04	0,00
<i>Cuerpo de agua</i>	3541,04	1,02	3541,04	1,02	0,00	0,00	0,00
<i>Zona antrópica</i>	35,46	0,01	128,72	0,04	93,26	0,03	0,00
<i>Otras tierras</i>	1789,65	0,51	1213,12	0,35	-576,53	-0,17	-0,02
TOTAL	348525,11	100	348525,11	100,00			

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018
 Elaboración propia.

La Tabla 13 muestra los resultados del cambio de uso de suelo para el cantón durante el período 1990-2000 que se reflejan en los mapas del anexo 1 y 2 (cobertura 1990 y 2000). Se observa que el *Bosque* disminuyó su superficie en un 0,58 % pasando de una cobertura de 284.939,97 hectáreas en 1990 a 282 903,85 hectáreas en el año 2000, lo que implica una pérdida de 2036,13 hectáreas en 10 años (0,06 % anual); así mismo la clase *Otras Tierras* (que incluye glaciares y área sin cobertura) presenta una pérdida de 576,53 hectáreas que corresponden al 0,17 % en diez años y un porcentaje anual de alrededor del 0,02 %.

Por otro lado, la Tierra Agropecuaria tuvo un incremento de superficie de 0,77 %, lo que constituye un cambio de cobertura de 2666,59 hectáreas con un incremento anual de 0,08 %. De la misma manera se observa a Zona Antrópica que pasó de 35,46 a 128,72 hectáreas con un incremento de 93,26 hectáreas (0,03 %) desde el año 1990 al año 2000.

Estos datos nos indican que durante el período de diez años el cantón sufrió una pérdida de su cobertura boscosa y también de las zonas sin cobertura vegetal y glaciares transformando estos usos de suelo en tierras agropecuarias y zona antrópica debido al crecimiento poblacional que pasó de 4445 a 6133 habitantes quienes se asentaron en las zonas rurales para efectuar actividades de agricultura y ganadería y en zonas urbanas específicamente cerca de las vías principales del cantón para facilitar el acceso a servicios de salud, educación, comercio, etc. (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014, 66, 109, 121).

Tabla 14
Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 2000-2008

Uso De Suelo	AÑO 2000		AÑO 2008		Cambio de superficie	(%)	% anual de cambio (8 años)
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)			
Bosque	282903,85	81,17	278938,54	80,03	-3965,31	-1,14	-0,14
Tierra Agropecuaria	14983,20	4,30	18914,41	5,43	3931,20	1,13	0,14
Vegetación arbustiva y herbácea	45755,18	13,13	45643,24	13,10	-111,94	-0,03	0,00
Cuerpo De Agua	3541,04	1,02	3538,61	1,02	-2,43	0,00	0,00
Zona Antrópica	128,72	0,04	269,21	0,08	140,49	0,04	0,01
Otras Tierras	1213,12	0,35	1221,09	0,35	7,98	0,00	0,00
TOTAL	348525,11	100	348525,11	100,00			

Fuente: EC MAATE 2018. Elaboración propia.

Para el período del 2000 al 2008 la tabla 14 y los mapas del anexo 2 y 3 reflejan que la cobertura *Bosque* fue la que más cambio presentó con un -0,14 % de cambio anual debido a que redujo su superficie en un 1,14 % durante todo el período de ocho años, lo que constituyen 3.965,31 hectáreas de bosque; en una proporción menor la categoría *Vegetación arbustiva y herbácea* tuvo una pérdida de cobertura durante el período de 111,94 hectáreas que corresponden al 0,03 % durante los ocho años.

En contraparte, la cobertura que tuvo una mayor ganancia de superficie fue Tierra Agropecuaria que pasó de 14.983,20 a 18914,41 hectáreas lo que comprende un aumento del 1,13 %, es decir, 3931,20 hectáreas (0,14 % de cambio anual). Otra categoría que tuvo aumento en su superficie fue la Zona Antrópica que tuvo un aumento del 0,04 % durante los ocho años, cambiando su superficie de 128,72 a 269,21 hectáreas es decir casi duplicando su área con 140,49 hectáreas de extensión.

De la misma manera que en el análisis del período anterior (1990-2000), durante este tiempo las pérdidas y ganancias en la cobertura vegetal están estrechamente ligadas al crecimiento demográfico y el desarrollo económico local del cantón, como lo manifiesta Bustos en su investigación realizada en el año 2006, en donde se refiere a que las actividades económicas durante los años 2000 en adelante se enfocaron en el turismo, la ganadería y la agricultura desarrolladas por la población rural que constituye el 50 % de los habitantes. Y que la proyección para el 2010 según el INEC es que la población pasaría de 6133 a 7.960 habitantes.

Tabla 15
Uso de suelo del cantón El Chaco durante el período 2008-2018

	AÑO 2008	AÑO 2018
--	----------	----------

Uso De Suelo	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	Cambio de superficie	(%)	% anual de cambio (10 años)
Bosque	278.938,54	80,03	274.174,33	78,67	-4.764,21	-1,37	-0,14
Tierra Agropecuaria	18.914,41	5,43	22.838,04	6,55	3.923,64	1,13	0,11
Vegetación arbustiva y herbácea	45.643,24	13,10	45.771,48	13,13	128,24	0,04	0,00
Cuerpo De Agua	3.538,61	1,02	3.093,70	0,89	-444,91	-0,13	-0,01
Zona Antrópica	269,21	0,08	1.189,82	0,34	920,61	0,26	0,03
Otras Tierras	1.221,09	0,35	1.457,74	0,42	236,64	0,07	0,01
TOTAL	348.525,11	100	348.525,11	100,00			

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018.

Elaboración propia.

El período de análisis en este caso es de 10 años, los valores se pueden observar en la tabla 15 y en los mapas del anexo 3 y 4, entre los años 2008 y 2018 las coberturas y uso de suelo presentan el mismo comportamiento que en los análisis anteriores, reflejándose un decrecimiento en la superficie boscosa y es el que presenta un mayor porcentaje de cambio, la categoría Bosque pasa de tener 278 938,54 hectáreas en el año 2008 a 274 174,33 hectáreas en el año 2018 lo que constituye una pérdida del 1,37 % dentro de los diez años y un cambio anual del 0,14 % dando como resultado una pérdida de 4764,21 hectáreas.

Llama la atención que para este lapso de tiempo se presenta una pérdida de superficie en Cuerpos de agua que disminuye 444,91 hectáreas, un 0,13 % de cambio; haciendo un análisis a los mapas se puede observar que la pérdida de superficie de agua ocurre en las riberas de los Ríos Quijos, Murallas y Añango que atraviesan los centros poblados de las parroquias Oyacachi, Santa Rosa y Gonzalo Díaz de Pineda; esto se puede dar a causa del crecimiento poblacional ya que probablemente se establecieron muchos predios a las orillas y la cobertura vegetal de las corrientes de agua llega a casi desaparecer porque los lugareños usan los bordes de ríos y quebradas para uso agropecuario (FAO 2010, 43).

Por otro lado, el uso de suelo que presenta un mayor crecimiento es Tierra agropecuaria que presenta un porcentaje para el período de 10 años de 1,13 %, representando un cambio de superficie de 3923,64 hectáreas y un cambio anual de 0,11 %; los usos de suelo que presentan crecimiento en menor escala son Zona antrópica con una ganancia de superficie de 920,61 hectáreas, 0,26 % durante el período; y Otras tierras con 236,64 hectáreas y un porcentaje de 0,07 %.

Los cambios dados en el uso de suelo para este período están conferidos a aspectos demográficos, socio económicos y productivos del cantón que iniciaron justamente en el año 2008 con la etapa de construcción el proyecto hidroeléctrico Coca-Codo-Sinclair ubicado en una parte de la cuenca del Río Quijos (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014, 143), también con proyectos que estuvieron en marcha o planificados como las estaciones de Oyacachi, Santa Rosa, la OCP Sardinas que implicaron asentamientos humanos producto de la existencia de las vías de acceso abiertas hacia los proyectos de infraestructura eléctrica y petrolera; por otra parte durante estos años el cantón El Chaco y Quijos fueron de vital importancia productiva y económica para la provincia de Napo, debido a que su principal actividad económica empezó a ser la pecuaria, produciendo aproximadamente 60 mil litros diarios de leche en ambos cantones para el año 2010 (FAO 2010, 8, 30).

El incremento en el uso de Zona antrópica evidencia la presión sobre este uso de suelo, debido al crecimiento poblacional de 8.978 habitantes en 2014 a 9.366 habitantes en 2016 según proyecciones del INEC, 2010. Además, según el PDOT realizado en el cantón a inicios del año 2014, la PEA económica del cantón se refleja en la agricultura y ganadería mayormente (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2014, 121). Esto se corrobora con el censo del 2010 (EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010), que enumera que la actividad predominante es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en un 35 %.

Con los datos de 1990 al 2018 se constata que la producción agropecuaria ha ido incorporándose a las áreas boscosas, debido al crecimiento poblacional y a la presencia de fincas establecidas por habitantes del cantón que constituyen una de las principales causas de cambio de uso de suelo y deforestación (Davidson 2012, 3-4). El cambio de uso de suelo a tierra agropecuaria y a zona antrópica en las zonas cerca de las vías de acceso es notorio, y de mayor porcentaje para el último período analizado; más adelante en esta investigación veremos que las razones para este suceso fueron debido al aumento de infraestructura agropecuaria y en mayor cantidad a la producción ganadera a la que se ha volcado la economía del cantón.

2.2 Análisis multitemporal de la deforestación durante el período 1990-2018

Para el análisis de la deforestación en el área de estudio, se utilizó la definición del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica publicada en la segunda actualización del Protocolo Metodológico para la Generación de Mapas de Deforestación

del Ecuador Continental que dice “Deforestación es un proceso de conversión antrópica del bosque en otra cobertura y uso de la tierra; bajo los umbrales de altura, cobertura del dosel o áreas establecidas en la definición de bosque. No se considera deforestación a las zonas de plantaciones forestales removidas como resultado de cosecha o tala y donde se espera que el bosque se regenere naturalmente o con la ayuda de prácticas silviculturales” (EC MAATE 2017).

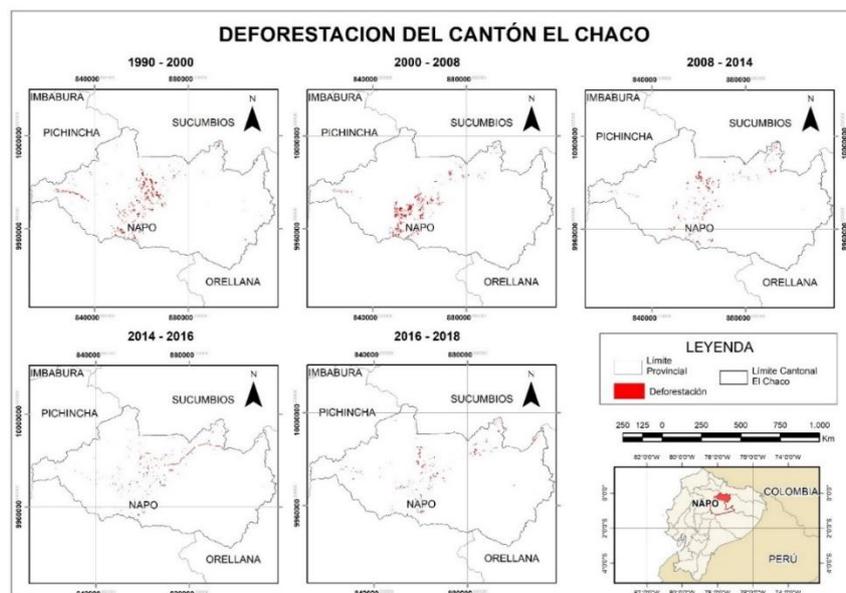


Figura 16. Análisis multitemporal de Deforestación en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018. Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018. Elaboración propia.

La Figura 16 presenta el mapa de cómo ha sido deforestada el área de estudio durante el período de 1990 a 2018, se observa una reducción de la superficie boscosa en las zonas centrales de cantón, evidentemente aquellas que se encuentran en los centros poblados.

Tabla 16
Transiciones de bosque a diferentes coberturas y usos de suelo del cantón El Chaco durante el período 1990-2018.

TRANSICIÓN DE BOSQUE NATIVO A:	1990-2000		2000-2008		2008-2018*	
	has	%	has	%	has	%
Área sin cobertura vegetal	80,670	0,023	16,891	0,005	284,636	0,082
Cuerpo de agua artificial	0	0	0	0	9,180	0,003
Infraestructura	0	0	0	0	384,758	0,110
Mosaico agropecuario	3.495,624	1,003	3.242,576	0,930	3.942,850	1,131
Pastizal	770,246	0,221	883,047	0,253	1.606,336	0,461

Vegetación arbustiva	20,927	0,006	0	0	2,520	0,001
Zona poblada	3,498	0,001	0	0	38,842	0,011
Superficie del Cantón	348.525,11	100,00	348.525,11	100,00	348.525,11	100,00
Deforestación Bruta (Has)	4.370,97		4.142,51		6.269,12	
Deforestación Bruta Anual (Has)	437,10		517,81		1.044,85	
*incluye datos de deforestación 2014-2016 y 2014-2016						

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018.
Elaboración propia.

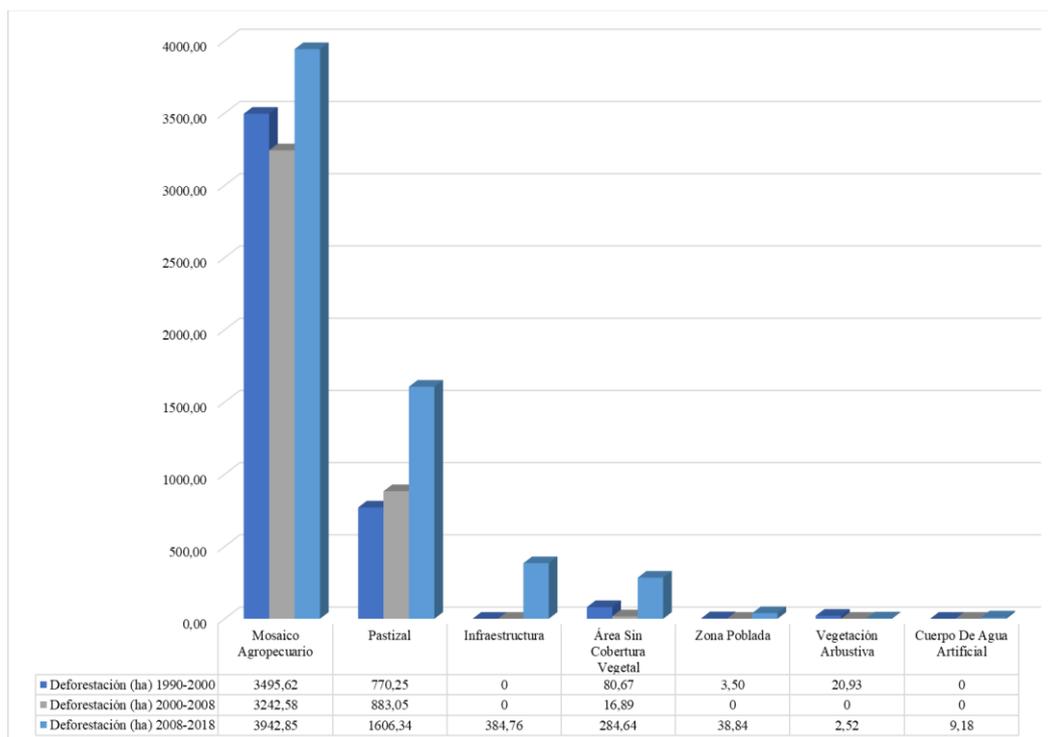


Figura 17. Transición de Bosque a coberturas vegetales y usos de suelos en el cantón El Chaco desde 1990 al 2018.

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 1990-2018. Elaboración propia.

Según la leyenda y definiciones operativas realizada de forma jerárquica utilizando el primer nivel general que corresponde a las clases de cobertura y uso de la tierra definido por el IPCC y que se realizaron de acuerdo con un consenso entre MAATE, MAG, CLIRSEN, en la tabla y figura 17 se aprecia la transición del bosque en los períodos de tiempo investigados, notándose el mayor cambio de bosque a tierras agropecuarias y pastizales, seguido de transición a infraestructura.

No obstante, el análisis de la deforestación bruta se la realizó por año ya que la periodicidad con la que los organismos estatales han realizado los mapas de cobertura y

deforestación varía uno de otro; notándose que inicialmente se elaboró con un lapso de 10 años y ya para los dos últimos períodos de tiempo comprenden dos años cada uno.

Tabla 17
Deforestación en el cantón El Chaco durante el período 1990-2018

Periodo	Superficie deforestada por periodo (ha)	Superficie deforestada promedio por año (ha)	Porcentaje sobre la superficie cantonal por año (%)
1990-2000	4.370,97	437,10	1,254
2000-2008	4.142,51	517,81	1,189
2008-2018	6.269,12	626,91	1,799
Total deforestado	14.782,60		4,241
Superficie Cantonal	348.525,11		100,00

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 1990-2018
 Elaboración propia.

En la tabla 17 consta la superficie deforestada en hectáreas por período y por año, así como también el porcentaje que corresponde sobre la superficie total cantonal. Durante los casi 30 años analizados, el cantón El Chaco ha perdido 14.782,60 hectáreas de bosque que corresponden al 4,241 % de su superficie.

Para el primer período 1990-2000 la deforestación fue del 1,254 % es decir 4370,97 has en 10 años seguido por el período 2000-2008 con 1,189 % y 4.142,51 has deforestadas en 8 años; y en el intervalo de 10 años siguientes del período 2008-2018 se deforestaron 6.269,12 has es decir el 1,8 % de la superficie total constituyendo el período con mayor deforestación.

Al tener la información con períodos diferentes entre sí, se calculó el promedio de cada período para obtener la cantidad de hectáreas deforestadas por año. Visualizándose que desde el año 1990 al 2008 la superficie de bosque perdida oscila entre las 400 y 500 hectáreas aproximadamente. Y con notoriedad para el año 2008 en adelante la deforestación bruta por año supera las 600 hectáreas (ver mapas en Anexos 5, 6 7, 8 y 9). Esto puede atribuirse a varios factores interrelacionados, considerando los aspectos económicos, sociales, ambientales y políticos que han afectado el cantón en el período de tiempo entre el 2008 al 2018 que incluyen la apertura de grandes extensiones de tierra y la construcción de carreteras asociadas al proyecto Coca Codo Sinclair facilitando el acceso a zonas anteriormente inaccesibles; junto a la expansión agrícola, ganadera y de asentamientos humanos (López 2008, 3, 6).

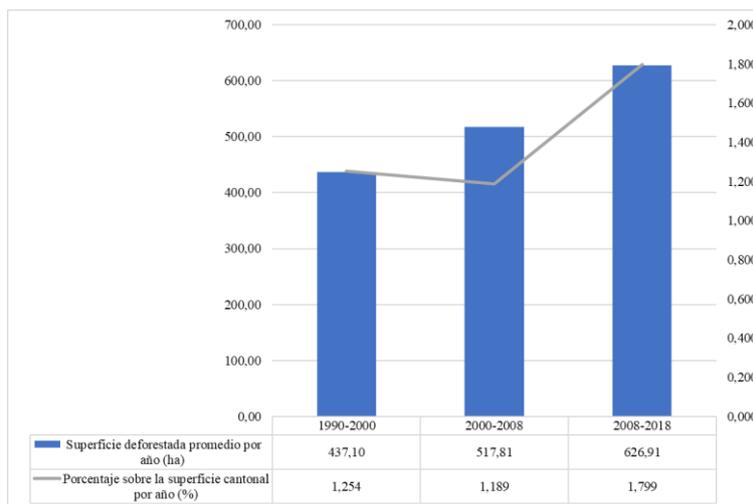


Figura 18. Variación del porcentaje de Deforestación en el cantón El Chaco desde 1990 hasta 2018.

Fuente: EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2018. Elaboración propia.

En la Figura 18 se puede apreciar que la superficie deforestada promedio por año tuvo una variación en los dos primeros períodos entre las 400 y 500 hectáreas deforestadas, notándose un marcado aumento en el último período 2008-2018 superando las 620 hectáreas deforestadas anualmente; el porcentaje calculado sobre la superficie cantonal por año se vio aumentado, indicando que se deforestó alrededor de 2100 hectáreas para los 10 últimos años, de las 14.782,60 hectáreas (4,24 % del total de la superficie) deforestadas en el cantón El Chaco durante los 28 años en estudio.

3. Dinámica de la producción ganadera extensiva

Al basar la investigación en información recopilada de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del INEC; la información estadística con periodicidad anual de datos sobre superficies de pastos, producción de leche y número de cabezas de ganado tienen una desagregación y representatividad nacional, regional y provincial; por lo tanto, la información a nivel de cantón no pudo ser calculada debido al diseño muestral con el que fue elaborada por el instituto

Como lo muestra la tabla 7 en el capítulo tercero del presente trabajo, para los años comprendidos entre 1990 a 2014 los datos están segregados de manera provincial, incluso regional. Para el período del 2015 al 2020, los datos específicos sobre cabezas de ganado y número de predios dedicados a la ganadería del cantón El Chaco, la entidad encargada de proporcionar datos locales fue Agrocalidad. Razón por la cual el análisis se

realizó en tres períodos: 1990-2001, 2002-2012 y 2013-2020; y para el caso específico del cantón se analizó el período 2015-2020.

3.1 Producción e infraestructura ganadera

Periodo 1990-2001

Los datos proporcionados por el INEC para el período de tiempo 1990-1995 se basan en 18 rondas de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria que realizó en ese tiempo el Sistema de Estadísticas Agropecuarias Nacionales (SEAN), las estimaciones fueron a nivel provincial, es decir, para la provincia de Napo que incluía a Orellana como cantón (posteriormente sería provincia en 1998) (Otañez 2004).

Tabla 18
Producción ganadera en la provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón) para el período 1990-2001

Provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón)					
Año	Cabezas de ganado	Total de vacas ordeñadas	Producción total de leche (l)	Promedio producción (l/vaca/día)	Tipo de Datos
1990	73.000	11.000	46.000	4,18	Documentos físicos
1991	78.000	11.000	50.000	4,55	
1992	84.000	11.000	46.000	4,18	
1993	79.000	10.000	41.000	4,10	
1994	82.000	11.000	50.000	4,55	
1995	82.000	12.000	51.000	4,25	Proyecciones
*1996	136.000	19.000	76.000	4,00	
*1997	141.000	20.000	79.000	3,95	
1998	No existen datos por preparación del III Censo Nacional Agropecuario				
1999					
2000					
2001					

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 1990-2001
Elaboración propia.

La Tabla 18 muestra un total de 73.000 cabezas de ganado para el año 1990 y 82.000 para 1995; con una producción promedio de litros de leche de 4,30 litros/vaca/día. Para los años 1996 y 1997 se aprecia que el número de cabezas de ganado llega a 136.000 y 141.000, respectivamente, manteniendo un promedio de producción de 4 litros/vaca/día aproximadamente, sin embargo, para estos años los valores tienen un aumento brusco, debido a que para este período de tiempo se realizaron proyecciones matemáticas para su cálculo y no se basaron en la encuesta como tal. En cuanto al período de tiempo comprendido entre los años 1998 a 2001 no existen datos debido a la preparación,

ejecución e interpretación del III Censo Nacional Agropecuario que impidió la realización de la Encuesta.

En la Figura 19 se puede apreciar que durante los años de este período 1990-1995 la producción y número de animales fue creciente a excepción del año 1993, en el cual existe una menor cantidad de cabezas de ganado y litros de leche producidos. Los años 1996 y 1997 presentan claramente valores atípicos al ser calculados mediante proyecciones debido a que la serie anual continua del SEAN se interrumpió por falta de recursos financieros para el INEC.

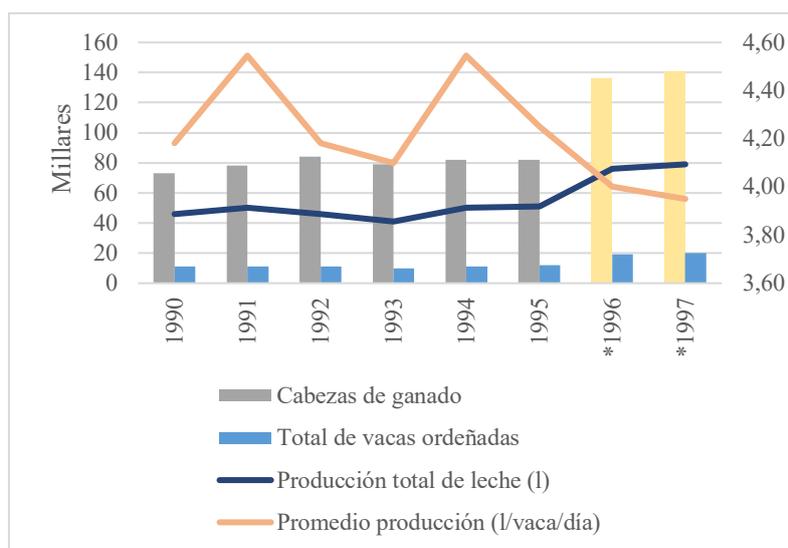


Figura 19. Número de cabezas de ganado y producción de leche de la provincia de Napo (Incluye Orellana como cantón) para el período 1990-2001

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2001. Elaboración propia.

Periodo 2002-2011

Para este período, el INEC procesó datos como Región oriental nororiente que incluye a las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana, por lo que datos específicos provinciales no se disponen razón por la cual se tratan los datos independientemente del período anterior en la tabla 19.

Tabla 19

Producción ganadera en la Región oriental nororiente (incluye a las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana) para el período 2002-2011

Región oriental nororiente (Sucumbíos, Napo, Orellana)				
Año	Cabezas de ganado	Total de vacas ordeñadas	Producción total de leche (l)	Promedio producción (l/vaca/día)
2002	216.003	42.911	178.677	4,16
2003	202.190	43.230	158.104	3,66

2004	215.237	39.352	150.258	3,82
2005	203.504	36.590	163.825	4,48
2006	184.980	38.545	162.171	4,21
2007	170.879	32.438	144.512	4,46
2008	164.165	32.581	149.229	4,58
2009	184.614	27.086	127.034	4,69
2010	172.433	32.890	165.572	5,03
2011	168.987	23.972	111.915	4,67

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2001
Elaboración propia.

Se recopilaron datos que resultaron de dos fuentes; el uso la metodología del Marco Maestro de Muestreo (MMM) del INEC en donde la población de la muestra está representada en forma física y por mapas o planos en diferentes escalas; y del tercer Censo Nacional Agropecuario (CNA 2000) que suministran mayor precisión de los datos (INEC 2023).

En la tabla 19 se muestra la evolución de la producción ganadera durante este periodo, el número de cabezas de ganado se mantuvo relativamente estable, con un ligero descenso hacia 2011. Sin embargo, se observa una reducción considerable en el número de vacas ordeñadas, pasando de 42.211 en 2002 a 23.972 en 2011. A pesar de esta disminución, el volumen total de leche producida no cae en igual proporción, lo que se refleja en el aumento del promedio diario de producción por vaca, de 4,16 litros en 2002 a 4,67 litros en 2011. Este incremento en la eficiencia puede atribuirse a mejoras en manejo, alimentación o genética. La tendencia indica una modernización del sistema, aunque aún dominado por el modelo extensivo.

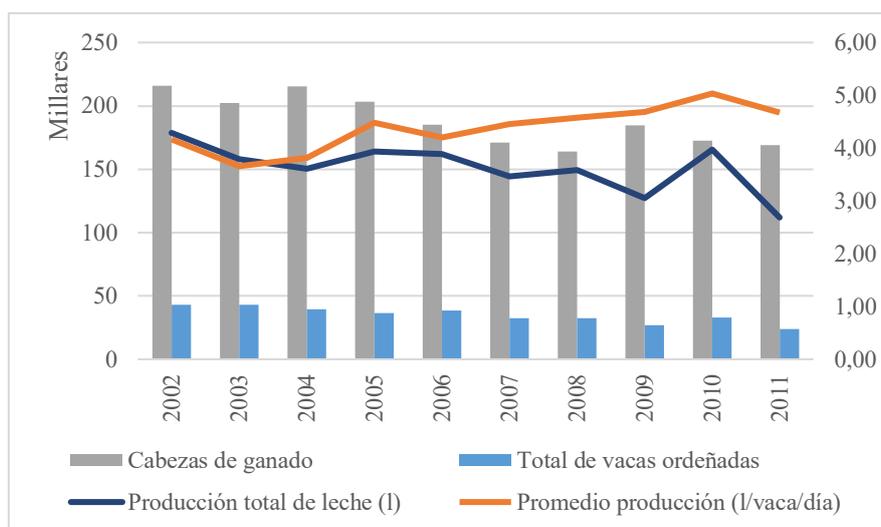


Figura 20. Número de cabezas de ganado y producción de leche de la Región oriental nororiental (incluye a las provincias de Sucumbíos, Napo y Orellana) para el período 2002-2011
Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2001. Elaboración propia.

La Figura 20 evidencia tendencias contrastantes en la producción ganadera de la región nororiental entre 2002 y 2011. Aunque el número total de cabezas de ganado se mantiene relativamente estable, la cantidad de vacas ordeñadas muestra un marcado descenso, lo que sugiere una reducción en el uso de ganado lechero o una transformación del sistema productivo. A pesar de ello, la producción total de leche no disminuye drásticamente; por el contrario, el promedio de litros diarios por vaca se incrementa, alcanzando su punto más alto en 2011 con casi 5 litros por vaca/día. Esta mejora en el rendimiento puede deberse a una selección de animales más productivos, mejoras en el manejo zootécnico o la adopción de prácticas más intensivas en determinadas fincas. Si bien hay una reducción en el número de vacas destinadas al ordeño, se ha logrado una mayor eficiencia por unidad animal, lo que puede estar relacionado con políticas públicas de fomento productivo o asistencia técnica focalizada que empezaron en este período de tiempo mediante apoyo estatal (Vargas et al. 2022, 54).

Período 2012-2020

En este último período, el INEC utilizó otra metodología para segmentos muestrales a nivel provincial, los datos tratados corresponden a una muestra de unidades de producción del Marco de Lista obtenidos con nueva tecnología y que se basan en los registros (para este caso particular de cabezas de ganado y producción de leche) de vacunación de fiebre aftosa (MAGAP-AGROCALIDAD) (Núñez et al. 2015, 10).

Tabla 20
Producción ganadera en la provincia de Napo para el período 2012-2020

Provincia de Napo				
Año	Cabezas de ganado	Total de vacas ordeñadas	Producción total de leche (l)	Promedio producción (l/vaca/día)
2012	66.703	11.897	66.953	5,63
2013	131.846	21.117	112.094	5,31
2014	50.419	8.491	37.447	4,41
2015	18.234	3.849	25.782	6,70
2016	21.978	4.354	36.326	8,34
2017	21.620	3.949	23.892	6,05
2018	27.520	6.049	63.481	10,49
2019	36.463	8.346	65.711	7,87
2020	35.319	9.546	100.278	10,50

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2021
Elaboración propia.

La cantidad de animales en la provincia se evidencia con variaciones notorias en la tabla 20, en el año 2012 se tienen alrededor de 66 000 cabezas que disminuyen a 18 000 en el año 2015 y tienen un moderado aumento al 2018 donde se reflejan 27 000, para el año 2020 la cantidad de animales supera los 35 000. El promedio de producción de leche por día se mantuvo relativamente constante entre los años 2012 a 2015, pero mejoró en los siguientes años notándose que para los años 2018 y 2020 superó los 10 litros por vaca por día.

Adicionalmente en la tabla 20 se puede notar un dato atípico correspondiente al año 2013, dato que se encuentra publicado en los boletines del INEC que están abiertos al público. Para tener conocimiento del origen de este dato se mantuvo una reunión con David Salazar Méndez, el Director Estadísticas Agropecuarias y Ambientales quien manifestó que “la metodología de cálculo ha cambiado a lo largo de los años, a partir del año 2014 se utilizó un muestreo probabilístico estratificado para evitar “volatilidad en datos”; “para el año 2013 sucedió algo particular: la entrevista a productores no se ejecutó en el período comprendido del 18 de septiembre y 30 de noviembre como se lo ha hecho anualmente, sino que empezó el 28 de diciembre, período en el que los ganaderos planifican partos por la disponibilidad de pasto, estos cambios obedecen a temporalidad por ciclo productivo y se evidencia aumento considerable en el número de animales” (Figura 21, año 2013) por lo que se procura realizar el levantamiento de información en el mismo período para evitar esta particularidad.

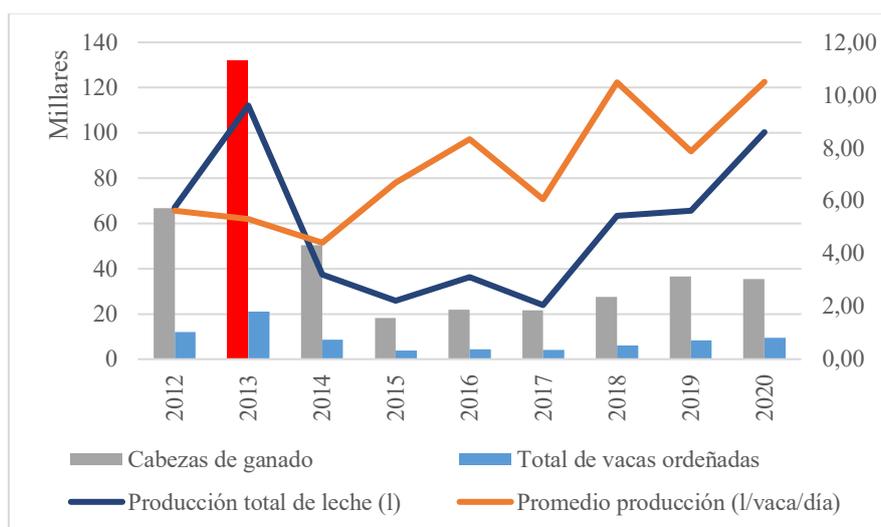


Figura 21. Número de cabezas de ganado y producción de leche de provincia de Napo para el período 2012-2020

Fuente: EC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2013. Elaboración propia.

Nótese en la figura 21 lo dicho en los párrafos anteriores, que la cantidad de ganado vacuno ha crecido con el paso del tiempo y como la producción total de leche pasa de más de 30 000 litros en el año 2014 a más de 100 000 litros en la provincia de Napo, calculándose un promedio de 10 litros por animal por día. Según la coordinación general del sistema de información del MAG, en el período comprendido del 2013 al 2016 en la provincia se establecieron 6 centros de acopio de leche, distribuidos en los cantones El Chaco, Quijos y Archidona que acopian entre 1000 a 2000 litros diarios de leche que impulsaron la mejora en la productividad ganadera de la provincia en este período (EC Gobierno Autónomo Descentralizado provincial Napo 2023, 145). Para el año 2022, AGROCALIDAD, en respuesta a una solicitud de información, manifestó que se tienen 17 centros de acopio de leche cruda con capacidad instalada de 2.000 litros, 18 medios de transporte de leche cruda con capacidad instalada de 2.000 litros y que han controlado hasta ese año alrededor de 450.000 litros de leche en toda la provincia de Napo.¹

Cabe resaltar que se tuvo limitaciones de la información obtenida a partir de las estadísticas agropecuarias. A lo largo de los últimos 30 años, la ESPAC no se ha aplicado de forma sistemática ni continua. Aunque se dice que es una encuesta anual, ha habido interrupciones y años sin levantamiento de datos, lo que dificulta establecer series temporales consistentes para el análisis longitudinal de las dinámicas agropecuarias. También se evidencian cambios en los marcos muestrales y en los criterios de inclusión de predios, lo que sesgó los resultados para lo cual se aplicó un manejo diferenciado de información y ajustes técnicos apropiados. Estas inconsistencias limitaron el valor de la ESPAC como insumo técnico para la realización de este estudio.

3.2 Actividad ganadera en el cantón El Chaco

Para el análisis específico del cantón, los datos que se trataron fueron los otorgados por Agrocalidad en sus registros de vacunación de fiebre aftosa desde el año 2015. En los que se resalta cantidad de animales vacunados y predios que participaron del programa de vacunación (ver Tabla 21), se puede destacar que la cantidad de animales se mantiene entre las 18.000 a 19.000 cabezas de ganado, sin embargo, el número de predios ha aumentado de 962 a 1266 para el año 2021.

¹ Dr. Joel Meza, Agrocalidad. Quipux al autor. 25 de marzo de 2022.

Tabla 21
Cabezas de ganado y predios dedicados a la producción ganadera en el cantón El Chaco en el período 2015-2021

Cantón El Chaco		
Año	Cabezas de ganado	# de predios
2015	18.781	962
2016	18.278	1.007
2017	19.187	1.055
2018	18.628	1.078
2019	18.404	1.124
2020	18.789	1.177
2021	19.054	1.266

Fuente: Dr. Joel Meza - Agrocalidad 2022
 Elaboración propia.

Los animales considerados en este listado corresponden a ganado de leche y de carne que están distribuidos en 24 053 hectáreas que se dedican a la actividad ganadera.

En lo que respecta a la ganadería de leche, el destino final de la producción es en mayor parte a centros de acopio locales los cuales abastecen de leche cruda a empresas de otras provincias como Pichincha e Imbabura. En ciertas parroquias como Santa Rosa, Gonzalo Díaz de Pineda, Sardinas, Linares y la cabecera cantonal la leche no es acopiada sino recogida directamente para ser procesada en la agroindustria local. Para el año 2020, se acopiaron alrededor de 13.070 litros de leche en el cantón, y se obtuvo una producción promedio de 4 a 5 litros por vaca por día (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2020, 327-34).

La ganadería de carne o ceba ha tenido un aumento significativo en el cantón, según el PDOT 2020-2023 para el 2019 los predios dedicados a la ganadería de este tipo se localizan mayormente en las parroquias de Santa Rosa y Gonzalo Díaz de Pineda llegando a un número de 232 fincas; igual comportamiento presentan las fincas de ganadería de doble propósito con un total de 769; el comportamiento de los ganaderos se evidencia en los últimos 5 años los cuales presentan una tendencia a disminuir la crianza de ganado de leche y reemplazarlo por ganado de engorde debido a la disminución del valor de litro de leche (EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Chaco 2020, 327-34).

En la Figura 22 se muestra la infraestructura ganadera instalada en el cantón para el año 2020, en lo que respecta a almacenes de insumos agropecuarios están instalados 8, en su mayoría ubicados en la principal red vial que cruza por los cantones de Santa Rosa, y la cabecera cantonal; en la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda se encuentra ubicado un centro de conservación de pastos y forrajes que también funciona como centro de acopio

de leche; y 3 centros de acopio adicionales en la cabecera cantonal y la parroquia Oyacachi. Esta infraestructura está instalada en sectores donde según el nivel II, el uso de suelo es de mosaico agropecuario y pastizales, es decir que son zonas en donde la población dedica sus actividades económicas a producción agropecuaria, venta de leche y animales de engorde.

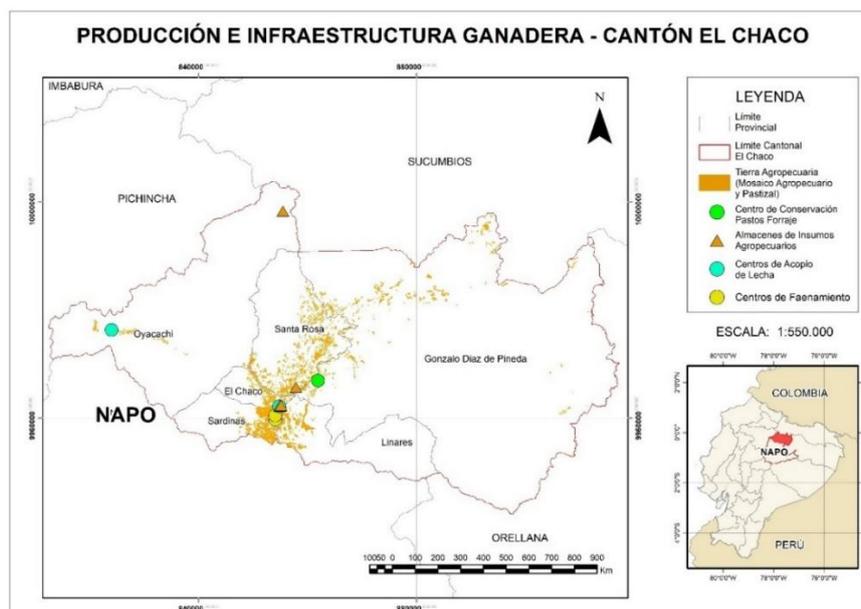


Figura 22. Mapa de producción e infraestructura ganadera del cantón El Chaco
Elaboración propia.

3.3 Deforestación y ganadería

La relación entre la cantidad de ganado y el área deforestada por uso agropecuario en el cantón se visualiza en la tabla 22 para el período 2015-2020, demostrando que los dos últimos años (2019-2020) el área deforestada fue mayor que en los años anteriores.

Al tener información específica del cantón únicamente en tres períodos de tiempo (2015-2016, 2017-2018 y 2019-2020) se realizó como primer paso un análisis de cómo influye la autocorrelación sobre las variables.

Tabla 22
Relación entre cabezas de ganado y superficie deforestada por uso agropecuario en el período 2015-2020 en el cantón El Chaco

Año	Fincas Ganaderas	Cabezas de ganado	Superficie deforestada por uso agropecuario (has/año)	Superficie deforestada por uso agropecuario (has/período)
2015	962	18.781	770,70	1.541,39
2016	1.007	18.278	770,70	
2017	1.055	19.187	878,05	1.756,09
2018	1.078	18.628	878,05	

2019	1.124	18.404	895,81	1.791,63
2020	1.177	18.789	895,81	

Fuente: EC INEC y EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2015-2020
Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 23 se presentan los autocorrelogramas de: (1) número de Fincas ganaderas (2) número de cabezas de ganado (3) superficie deforestada por año; no se ha considerado en todo el estudio la Superficie Deforestada bianual o período; para buscar correlaciones en los valores de distintos puntos de la serie temporal analizada.

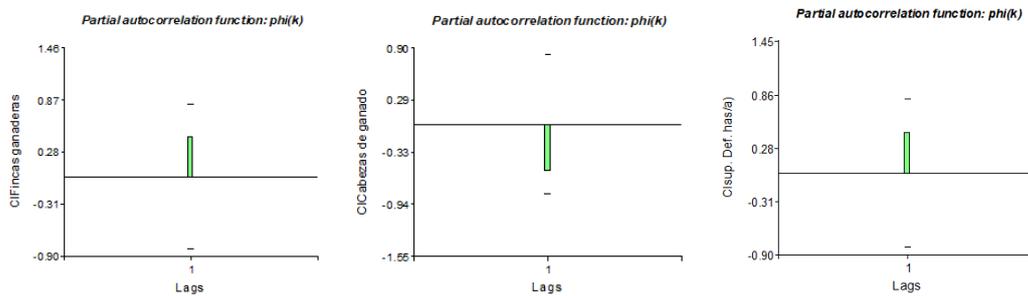


Figura 23. Autocorrelogramas de las variables (1) número de Fincas ganaderas (2) número de cabezas de ganado (3) superficie deforestada por año
Elaboración propia.

De los gráficos se desprende que las tres variables tienen una autocorrelación con un paso de un año. La autocorrelación de la variable Número de cabezas de ganado es negativa por lo que en el tiempo tiende a decrecer. La presencia de autocorrelación indica que los valores de un año son influenciados por los valores del año anterior.

Por eso, se ha optado por realizar otro tipo de análisis diferente a la autocorrelación. Se ha intentado obtener información de todas las variables conjuntas mediante Clúster Análisis aplicada a los renglones de la matriz para obtener información global sobre la variación anual y a las columnas para detectar cómo evolucionan las variables globales en el tiempo. A continuación, en la Figura 24, se presentan ambos dendrogramas para poder identificar qué clases son estadísticamente más cercanas:

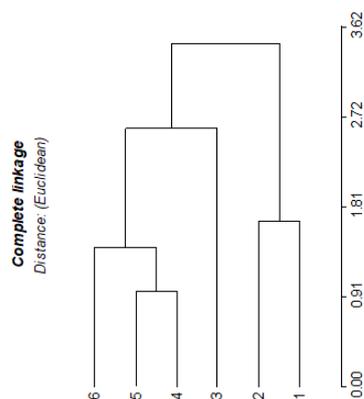


Figura 24. Dendrograma de la evolución del sistema a lo largo de los 6 años
Elaboración propia.

Se puede notar que el primer y segundo año presentan datos similares, el tercer año es muy diferente de los demás: presenta el máximo de las cabezas de ganado. Los años 4, 5, 6 tienen comportamientos similares.

El clúster análisis aplicada a las columnas produce el siguiente dendrograma (Figura 25):

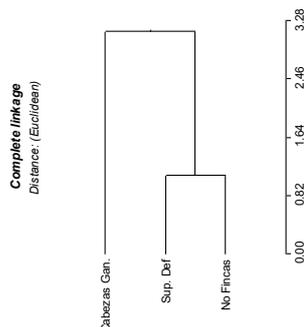


Figura 25. Dendrograma de la evolución de las variables en el tiempo
Elaboración propia.

Se puede notar que evolución de la superficie deforestada es muy similar al número de fincas, mientras que la evolución del número de cabezas de ganado es completamente diferente.

En la Figura 26 se aprecia la correlación (similitud) entre Sup. Def. y n.º de fincas.

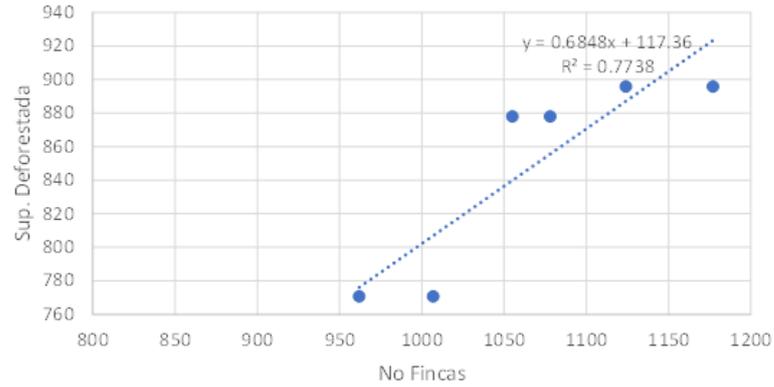


Figura 26. Correlación entre el número de fincas y la superficie deforestada
Elaboración propia.

Se puede observar que el coeficiente de correlación R^2 de 0,7738 confirma una cierta similitud entre las dos variables.

Luego de estos estudios se ha aplicado al sistema de datos un análisis de las componentes principales. Las componentes principales son combinaciones ortogonalizadas de las variables dependientes construidas de manera que la varianza (información) de la primera componente es mayor que la de la segunda etc.

Los resultados se pueden observar en la Tabla 23:

Tabla 23
Análisis de las componentes principales

Eigenvalues			
Lambda	Value	Proportion	Cum. prop.
1	1,94	0,65	0,65
2	0,98	0,33	0,97
3	0,08	0,03	1

Fuente y elaboración propias.

La tabla 24 indica que con dos componentes se obtiene una descripción prácticamente completa (97 %) del sistema. Con una sola componente se obtiene el 65 % de información. Las componentes tienen los coeficientes presentados en la Tabla 24:

Tabla 24
Coeficientes de las componentes principales

Variables	e1	e2
Número de fincas	0,67	-0,32
Cabezas de ganado	0,24	0,95
Superficie deforestada	0,7	-0,02

Fuente y elaboración propias.

Se puede observar que la primera componente representa principalmente la contribución de la superficie deforestada y del número de fincas, mientras que la segunda resulta representar casi solo el número de cabezas de ganado. La primera componente está en acuerdo con el clúster de las variables mostrado anteriormente.

Con las primeras dos componentes principales es posible efectuar una regresión de mínimos cuadrados en cuanto las mismas son ortonormales; sin embargo, los años, para obtener resultados confiables, deben ser por lo menos 4-6 veces más del número de componentes y, en este caso, esto no ocurre. Por esta razón se ha realizado la regresión solo sobre la primera componente a pesar de que representa solo el 65 % de la información total.

En la Tabla 25 se presenta los años, la superficie deforestada, el número de fincas ganaderas y la primera componente principal.

Tabla 25
Análisis de componente principal entre variables número de fincas y superficie deforestada

Año	Fincas ganaderas	Superficie deforestada (has/año)	PC1
2015	962	770,7	-1,73
2016	1.007	770,7	-1,72
2017	1.055	878,05	0,62
2018	1.078	878,05	0,4
2019	1.124	895,81	0,84
2020	1.177	895,81	1,58

Elaboración propia.

Como la superficie deforestada tiene la mayor contribución en la primera componente principal, se ha realizado una regresión de mínimos cuadrados entre la primera PC y la superficie deforestada obteniendo la siguiente grafica (Figura 27)

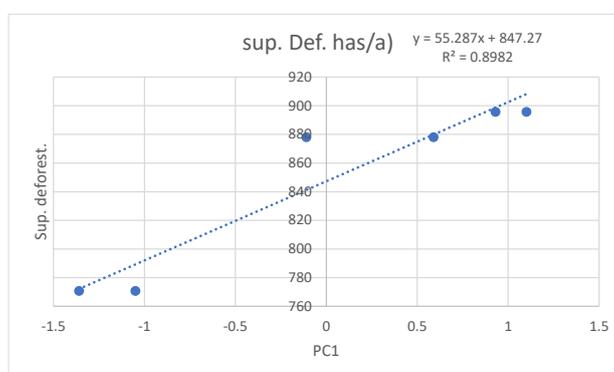


Figura 27. Regresión de mínimos cuadrados entre la primera PC y la superficie deforestada
Elaboración propia.

Se puede notar que las dos variables están correlacionadas bastante bien con un coeficiente $R^2=0.8982$. La PC1 varía bastante regularmente con el tiempo en años como se nota del siguiente gráfico (Figura 28).

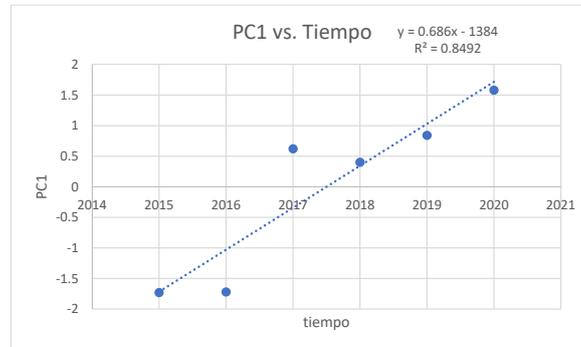


Figura 28. Correlación entre la primera PC y la el tiempo
Elaboración propia.

El coeficiente de correlación es de 0,849 que indica una buena correlación. Se puede, entonces, utilizar la PC1 como variable indicadora de la variación de la situación ambiental.

4. Conceptualización del “manejo ganadero sostenible y resultados de la implementación del Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) FAO/MAG en el cantón

4.1 Conceptos generales

Conceptualizar un manejo sostenible en ámbitos de producción agrícola, ganadera o ambas implica una gestión integral que equilibre la producción de carne y leche con la conservación del ambiente y protección de la biodiversidad. Para esto fue preciso recopilar conceptos básicos y entender un manejo ganadero sostenible en la Amazonía del Ecuador:

- Sostenibilidad: es un enfoque integral que busca equilibrar el crecimiento económico, la protección del ambiente y la mejora en la calidad de vida de las personas, garantizando la viabilidad en un mediano y largo plazo de las sociedades y de los ecosistemas mediante estrategias como políticas públicas, inversión en tecnología, capacitación y educación, colaboración interinstitucional y participación de actores locales (López 2015, 112-23)

- Sostenibilidad ganadera: capacidad de producción de derivados cárnicos, leche u otros productos de manera que se minimicen impactos negativos en el ambiente, la población y la economía mediante eficiencia de recursos, conservación de especies y ecosistemas, selección de ganado adaptado a la zona, salud animal, manejo de pasturas, integración de sistemas silvopastoriles y producción sostenible (Nallar et al 2017 5-7).
- Ganadería sostenible y sustentable: se refiere a la práctica que combina la producción de productos animales con la protección al ambiente, el bienestar animal y la sostenibilidad económica de la población, con una visión integral y acción coordinada de todos los involucrados como las comunidades, organizaciones no gubernamentales y autoridades competentes para conseguir una mejora en la productividad, protección al ambiente, generación de empleos y fortalecimiento de la comunidad local con su desarrollo (Cisneros y Gallardo 2014, 281-88).
- Sistemas silvopastoriles: actividad que combina la ganadería con la silvicultura promoviendo la sostenibilidad ambiental mediante un enfoque holístico que contribuye al logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) como acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promocionar la agricultura sostenible (Caicedo 2020).

4.2 Caso de estudio: Proyecto de Ganadería Climáticamente inteligente-PGCI en el Ecuador

Una vez entendido los conceptos básicos sobre sostenibilidad y desarrollo, se escogió como caso aplicativo analizar al Proyecto de Ganadería Climáticamente inteligente- PGCI implementado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería- MAG, el Ministerio del Ambiente y Agua-MAATE, con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO y el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial- GEF, que inició en agosto de 2016 y concluyó a finales de octubre de 2020 (FAO 2020); el cuál buscó implementar prácticas de ganadería climáticamente inteligente que buscan reducir la vulnerabilidad al cambio climático y fortalecer la capacidad de adaptación de los sistemas agro productivos en el Ecuador.

El proyecto abordó la producción sostenible desde estos ejes:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector ganadero.
- Mejorar la productividad ganadera y la eficiencia en el uso de recursos.
- Fortalecer la capacidad adaptativa al cambio climático en la región.
- Promover la sostenibilidad ambiental y económica en el sector ganadero.

El proyecto se llevó a cabo en siete provincias vulnerables, distribuidas en la costa, Manabí, Guayas y Santa Elena; en la sierra, Loja e Imbabura; y en la Amazonía, Napo y Morona Santiago. Los actores beneficiarios del proyecto fueron:

- a. Asociaciones y grupos de productores ganaderos y productores ganaderos independientes (no asociados), que participaron en capacitaciones del proyecto y/o implementaron el enfoque de GCI en sus fincas, incluyendo a las mujeres, miembros de pueblos indígenas y otra población vulnerable.
- b. Personal del MAG incluyendo Agrocalidad.
- c. Personal del MAATE a nivel nacional y provincial.
- d. Personal de los GAD provinciales, cantonales y parroquiales.

Se implementaron varias estrategias para lograr sus objetivos. A continuación, se presentan algunas de ellas (ver Tabla 26).

Tabla 26
Estrategias aplicadas por el PGCI en el Ecuador

Estrategias Ambientales	Estrategias Sociales
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de prácticas ganaderas sostenibles (sistemas silvopastoriles, rotación de pastos, fertilización orgánica, manejo de residuos). 2. Uso eficiente del agua y conservación de recursos hídricos. 3. Protección y conservación de la biodiversidad. 4. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación y educación para productores y comunidades locales. 2. Participación comunitaria en la toma de decisiones. 3. Fomento de la organización y asociación de productores. 4. Acceso a servicios básicos (salud, educación, crédito).
Estrategias Económicas	Estrategias Técnicas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de mercados sostenibles para productos ganaderos. 2. Fomento de la producción y comercialización de productos sostenibles. 3. Inversión en tecnologías sostenibles. 4. Mejora de la productividad y eficiencia ganadera. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de herramientas y tecnologías para la gestión sostenible de la ganadería. 2. Implementación de sistemas de monitoreo y evaluación. 3. Uso de tecnologías de información y comunicación (TIC).

	1. Desarrollo de planes de manejo sostenible.
<p style="text-align: center;">Estrategias Institucionales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecimiento de la coordinación entre instituciones (gobierno, universidades, ONG). 2. Desarrollo de capacidades institucionales. 3. Creación de mecanismos de seguimiento y evaluación. 4. Colaboración con la sociedad civil y el sector privado. 	

Fuente y elaboración: FAO 2020

Según el programa *Adaptation at altitude* lanzado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), el proyecto PGCI destacó los siguientes puntos en el área de innovación:

- Línea de crédito otorgadas por BanEcuador para los productores que implementaron prácticas de GCI.
- Técnicos de instituciones gubernamentales (MAG y MAATE) brindaron capacitación formal a través de Universidades o en campo.
- Realizaron evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo climático local en el sector ganadero de cada provincia de intervención.
- Zonificación del uso de pastos.
- Diseño e implementación de herramientas web de monitoreo de emisiones de gases de efecto invernadero (datos productivos y reproductivos, número y categoría de animales, alimentación, manejo de excretas); y riesgo climático (monitoreo de eventos extremos de temperatura y precipitación, manejo de pastos y hato ganadero, infraestructura de riego, acceso al agua, pastos y cultivos, áreas de conservación).
- Capacitación a productores ganaderos e implementación de prácticas de GCI en fincas participantes, los productores se comprometieron a: implementar las prácticas de GCI, participar en las capacitaciones del proyecto, utilizar los materiales e insumos entregados por el proyecto de una manera sostenible, y complementar las inversiones para implementar las prácticas de GCI con sus propios recursos.
- Incorporación de indicadores de género.

4.2.1 Implementación del proyecto en la provincia de Napo, cantón El Chaco

Según la información disponible en la página oficial (FAO-GCI 2018), en la provincia de Napo se desarrollaron 20 capacitaciones donde participaron 228 productores

en temas sobre levante de terneras, bienestar animal, uso de cinta bovinométrica e inseminación artificial; capacitaciones en educación financiera para 14 productores de la caja comunal; y 246 productores se graduaron de las Escuelas de Campo; 11 productores accedieron a la Línea de Crédito Verde (BanEcuador) para continuar aplicando buenas prácticas ganaderas. Y un total de 24 fincas ganaderas (mapa de la Figura 29) participaron del levantamiento de información de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero y riesgo climático. Cabe resaltar que las fincas están ubicadas en las zonas donde ha existido mayor deforestación, esto se destaca en el mapa, en el cual se observa sobre la imagen tomada del Google earth que las fincas se localizan en zonas pobladas y asentamientos humanos, donde ha existido cambio en el uso de suelo.

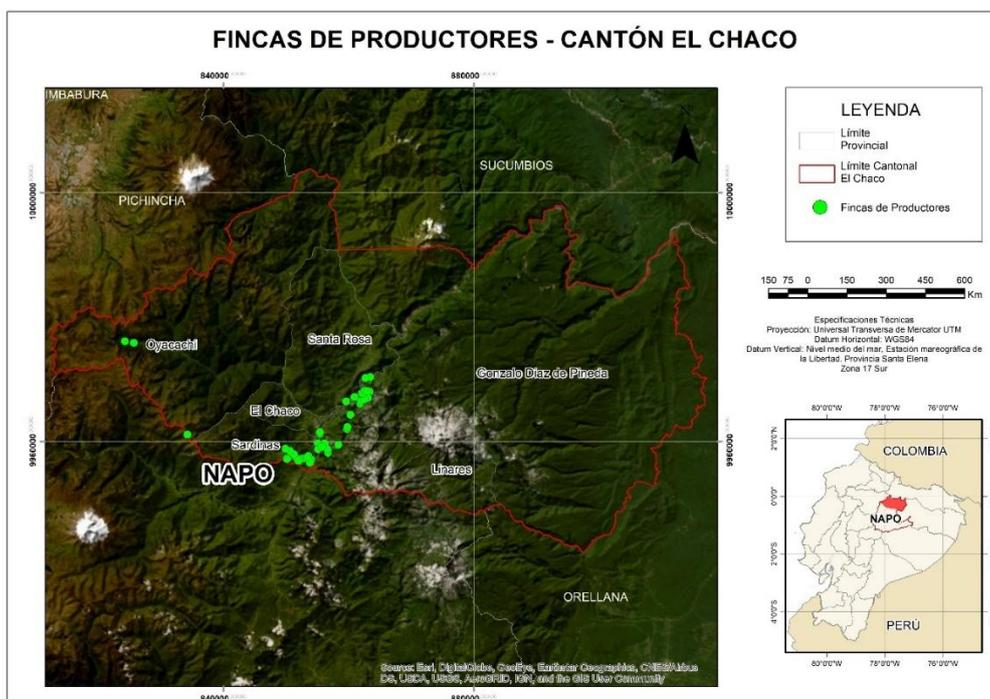


Figura 29. Mapa de la ubicación de fincas piloto que participaron del Proyecto GCI en El Chaco. Elaboración propia.

Para evaluar la viabilidad de las prácticas ganaderas que se implementaron en la provincia, en el anexo 10 se describe el cuadro realizado por técnicos del proyecto donde, se evaluaron once componentes y de los que se destacan trabajos dentro de las áreas de Planificación y Optimización de los recursos de la finca, Alimentación, Nutrición, Manejo animal, Salud y Bienestar Animal, Mejoramiento Genético y Reproducción, Conservación y Restauración, Manejo para Reducir el Conflicto con Fauna Silvestre, Manejo de Agroquímicos e Insumos Veterinarios, Manejo de Residuos de Ganadería, y

Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos; y se puntuaron con valores de cero para viabilidad nula, uno para viabilidad baja, dos para viabilidad media y tres para viabilidad alta (FAO-GCI 2018).

Según Juan Merino, coordinador nacional del Proyecto, este trabajo respondió a una necesidad crítica en el sector agrícola, alineándose con las estrategias del donante (FMAM), la FAO, y las prioridades nacionales en cambio climático y ganadería sostenible. Él destaca que dentro de los resultados del proyecto se cumplieron y, en algunos casos, se superaron las metas iniciales. Además, se lograron impactos no previstos, como avances en políticas públicas y alianzas con el sector privado. En cuanto al desarrollo de capacidades y gestión del conocimiento el proyecto implementó programas adaptados a cada provincia, promoviendo la gestión del conocimiento y la participación inclusiva. Esto fomentó la adopción de prácticas de ganadería climáticamente inteligente y generó materiales difundidos más allá de los actores directos. La FAO, como entidad ejecutora, aseguró una coordinación efectiva entre ministerios con intereses diversos, garantizando continuidad en períodos de transición institucional y evitando retrasos significativos. El sistema de monitoreo implementado facilitó la planificación y ejecución de actividades, siendo una herramienta accesible que promovió la rendición de cuentas y permitió realizar evaluaciones a distancia. Se consiguió participación y compromiso debido a el involucramiento de las partes interesadas que fue clave para el éxito del proyecto. Se fortaleció la organización de productores, mejorando su calidad de vida y contribuyendo a la seguridad alimentaria, especialmente en comunidades vulnerables. El proyecto impulsó la igualdad de género mediante acciones afirmativas que favorecieron a pequeños propietarios y mujeres líderes del sector ganadero, promoviendo su capacitación y empoderamiento. Y, aunque la crisis económica y la pandemia limitaron la sostenibilidad, el enfoque de ganadería climáticamente inteligente presenta oportunidades para captar financiamiento internacional y contribuir a la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático. Por otro lado, se lograron avances en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, degradación de tierras y mejora de la capacidad adaptativa del sector ganadero que fueron evaluadas mediante herramientas digitales útiles para el monitoreo y financiamiento climático. Y finalmente, aunque no estaba contemplado en el diseño, se identificó la necesidad de fortalecer la relación con el mercado y el sector privado. La alianza con la empresa El Ordeño destacó como un ejemplo del impacto positivo que estas colaboraciones pueden generar. El coordinador del proyecto destaca los aspectos

clave que se consiguieron, resaltando su relevancia, resultados, sostenibilidad e impacto a nivel social, ambiental y económico; los cuales se pueden visualizar en el Informe de evaluación final del proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente en Ecuador (FAO 2021).

Fue importante obtener la percepción de actores directos que participaron del proyecto para conocer de primera mano la situación real de la implementación del PGCI en el territorio por lo que se mantuvo una entrevista abierta vía telefónica con dos miembros pertenecientes a asociaciones ganaderas que permitieron contar con sus opiniones y experiencias de su participación.

Leonardo Labanda, presidente de la Asociación Agropecuaria Las Palmas, indicó que como representante una de las asociaciones más antiguas del cantón El Chaco el participar en los talleres que brindaban los técnicos del PGCI fue muy importante porque la parroquia es netamente ganadera y esta actividad les ha permitido aprender y ampliar sus conocimientos en relación al mejoramiento de ganado, la implementación de sistemas silvopastoriles y cuáles son los daños que sufre el medio ambiente; manifestó que los ganaderos se encuentran optimistas con las prácticas aprendidas ya que en poco tiempo han logrado aumentar la productividad de leche y carne, además el proyecto ha fortalecido a la asociación al tener mejoras en la infraestructura como establos, tanques de acopio, sistemas de riego para pastizales, etc.

Asimismo, Héctor Catagña, presidente de la Asociación Asogansal en la parroquia Linares, manifestó: “Gracias al Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente, he aprendido a manejar mejor los recursos en mi finca y a implementar prácticas más sostenibles. Antes, no sabía cómo reducir el impacto ambiental de mi producción, pero con las capacitaciones que recibí, ahora puedo mantener la calidad del pasto, manejar los desechos del ganado de manera eficiente y mejorar la alimentación de mis vacas. Esto no solo ha aumentado mi producción de leche, sino que también me ha permitido ahorrar en costos. Además, el apoyo técnico nos ayudó a entender cómo adaptarnos al cambio climático, lo cual es clave para nuestra actividad en esta región. Estoy muy agradecido, porque estos cambios también han beneficiado a mi familia y a la comunidad”.

Sin embargo, los dirigentes de estas asociaciones están de acuerdo en que, aunque el Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente ha sido muy beneficioso para mejorar sus prácticas, creen que es necesario enfocarse más en el fortalecimiento de los sistemas silvopastoriles. Ya que estas prácticas, como la integración de árboles en los pastizales, no solo mejoran la calidad del suelo y la producción, sino que también son

clave para capturar carbono y mitigar el cambio climático. Ellos concuerdan en que implementar estos sistemas no siempre es fácil ya que hace falta más apoyo técnico, incentivos económicos y capacitaciones para que más ganaderos puedan adoptarlos de manera efectiva. “Si logramos incorporar los sistemas silvopastoriles a mayor escala, no solo estaremos ayudando al medio ambiente, sino también asegurando un futuro más sostenible para nuestras fincas y para las próximas generaciones”.

4.2.2 Análisis del proyecto en la provincia de Napo

Varios de los problemas ambientales en la región amazónica, incluyendo la provincia de Napo, están relacionados principalmente con la deforestación, el deterioro del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero asociados con las actividades de ganadería extensiva. Frente a esta premisa, el proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente (PGCI) se centró en dos objetivos principales: 1) reducir los impactos negativos de la ganadería sobre el ambiente, y 2) mejorar la calidad de vida de los pequeños ganaderos mediante la implementación de prácticas sostenibles. Haciendo un análisis comparativo con la implementación del proyecto en otras provincias se puede destacar que en las actividades de capacitación organizaron talleres prácticos con el objetivo de concientizar a los ganaderos sobre los beneficios de realizar prácticas sostenibles en el contexto amazónico preservando ecosistemas de la zona; en cuanto a la asistencia técnica, implementaron sistemas silvopastoriles con especies nativas para restituir las zonas degradadas cuidando la biodiversidad; las fincas participantes recibieron insumos como semillas de especies arbóreas nativas para utilizarlas en cercas vivas en los pastizales; y los técnicos del proyecto realizaron seguimientos que permitieron medir el impacto de la implementación de ciertas tecnologías como la medición de captura de carbono y la restauración de suelos así como también los beneficios económicos para la comunidad y para el ambiente. Sin embargo, a pesar de los beneficios demostrados por la parte técnica, la implementación de sistemas silvopastoriles fue limitada ya que solo el 20 % de las fincas participantes adoptaron cambios debido a que los finqueros destacaron como limitantes la falta de tiempo para establecer este sistema.

Algunas de las estrategias que se pudieron realizar para mejorar la implementación del proyecto pudieron haber sido la realización de talleres prácticos y la colaboración con organizaciones locales para extender la información a un mayor número de personas, asegurar que la asistencia técnica sea continua y ofrecer incentivos

económicos para motivar a los ganaderos incluyendo facilidades de financiamiento y programas de certificación ambiental.

Aunque el PGCI tuvo logros importantes en su implementación en varias provincias del país en temas puntuales como capacitación, asistencia técnica, restauración ecológica etc., la baja adopción de sistemas silvopastoriles sugiere que existen múltiples barreras para lograr establecer un modelo de ganadería sostenible. A continuación, podemos resaltar algunos factores clave que establecen la viabilidad de este modelo en la Amazonía norte del Ecuador:

Beneficios de la ganadería sostenible reduciendo impactos en el ambiente: esta claro que uno de los objetivos del PGCI fue reducir los impactos de la ganadería en el ambiente ya que la conversión de bosques en potreros ha generado una disminución en la capacidad de los suelos de retener agua y nutrientes; por lo que la incorporación de sistemas silvopastoriles que integran arboles nativos ha demostrado ser una alternativa posible debido a que:

- Disminuyen la deforestación: manteniendo la cobertura arbórea sin sacrificar la actividad ganadera.
- Mejoran la fertilidad del suelo: se retienen nutrientes por la presencia de hojarasca y raíces de árboles, y evitan la erosión del suelo.
- Capturan carbono: se almacena carbono en la biomasa boscosa y en el suelo.

Sin embargo, aun siendo claros estos beneficios, la falta de adaptabilidad del modelo en el tiempo y en la provincia de Napo, demuestra que su adopción aun no es posible en su totalidad.

Factores sociales y económicos como limitantes de la adopción de sistemas silvopastoriles: según lo investigado, sólo el 20 % de las fincas que participaron del proyecto en la provincia realizaron cambios significativos, esto destaca que uno de los desafíos principales del proyecto fue la resistencia de los pequeños ganaderos a implementar sistemas silvopastoriles; además este problema responde a varios factores interrelacionados:

- Inversión/financiamiento: implementar un sistema silvopastoril demanda inversión en insumos como semillas, cercas vivas, infraestructura, herramientas, etc.; y en capacitación técnica. La mayoría de pequeños productores no pueden incurrir en gastos.

- Incentivos económicos: la falta de implementación de programas de incentivos ambientales o mercados diferenciados que reconozcan económicamente los productos ganaderos los desmotiva a instalar sistemas silvopastoriles.
- Escasa asistencia técnica continua: Aunque el proyecto brindó apoyo técnico, este proyecto fue de corta duración, hasta el 2020. Sin acompañamiento, la implementación es difícil efectuar cambios a largo plazo.
- Cambio de mentalidad y modo de producción: durante décadas la ganadería extensiva ha sido el modelo predominante en la región amazónica y para lograr una producción más sostenible se requieren cambios culturales y educativos tomando en cuenta las particularidades de las comunidades rurales amazónicas.

Estrategias para mejorar la sostenibilidad de la ganadería en la Amazonía: se necesitan estrategias que superen las limitaciones detectadas en el proyecto, que incluyen:

- Acceso a financiamiento y apoyo económico con créditos accesibles para pequeños ganaderos, así como pagos por servicios ecosistémicos.
- Fortalecimiento de la asistencia técnica con capacitación y acompañamiento a largo plazo.
- Programas de incentivos y certificación de productos ganaderos sostenibles y el acceso a mercados que motiven a los productores a adoptar estas prácticas
- Alianzas entre actores locales e instituciones como comunidades indígenas, ONG, la academia y gobiernos locales para potenciar la implementación de sistemas sostenibles adaptados a la realidad amazónica.

El manejo sostenible ganadero en la Amazonía es técnicamente viable, pero enfrenta desafíos en términos de adopción a gran escala. Para que la producción ganadera sostenible sea una realidad en el norte de la Amazonía ecuatoriana, es necesario integrar esfuerzos gubernamentales, comunitarios y del sector privado. El acceso a incentivos económicos, asistencia técnica continua y la creación de mercados para productos sostenibles serán esenciales para garantizar que los productores adopten prácticas más amigables con el ambiente; puede traer beneficios significativos, siempre que se

implementen estrategias integrales que aborden las limitaciones actuales y faciliten la adopción de prácticas sostenibles a mayor escala.

La transformación del modelo ganadero requiere un cambio de mentalidad por parte de los ganaderos, apoyado en programas de capacitación que destaquen los beneficios a largo plazo tanto para el ambiente como para la economía local.

Como análisis final, en territorios como el cantón El Chaco (Napo), es fundamental profundizar en la diferenciación de los modelos de crianza existentes. Una limitación del proyecto fue la baja tasa de adopción de sus prácticas por parte de los productores, lo cual evidencia la necesidad de mayor adaptación cultural y técnica. Como lo manifiestan algunos ganaderos, el potencial de razas locales como el ganado macabeo, mejor adaptadas a las condiciones ambientales y socioeconómicas de la Amazonía es una alternativa, pero es poco considerada en las estrategias de intervención. Además, se requiere avanzar hacia modelos más resilientes como los sistemas silvopastoriles, que integran árboles nativos, forraje y animales de forma más armónica con el ecosistema. Esto exige no solo asistencia técnica más especializada, sino también nuevas formas de articulación institucional y comunitaria para escalar prácticas sostenibles con pertinencia territorial.

La transición hacia modelos ganaderos sostenibles en la Amazonía Norte del Ecuador sigue siendo limitada en parte porque el Proyecto de Ganadería Climáticamente Inteligente de la FAO, si bien introdujo prácticas técnicas valiosas, no abordó con suficiente profundidad factores estructurales clave. Primero, el proyecto no enfrentó de manera directa el marco legal e institucional que aún recompensa la deforestación con acceso a tierras, lo cual perpetúa el modelo extensivo. Segundo, hubo una débil incorporación de saberes locales y de razas adaptadas, como el ganado criollo macabeo, que podrían haber facilitado una mayor adopción por parte de pequeños productores. Además, el enfoque técnico del proyecto no se complementó con mecanismos efectivos de gobernanza territorial ni con incentivos económicos claros que transformen las cadenas de valor ganaderas hacia modelos sostenibles. Por último, faltó una estrategia de escala que articulara los esfuerzos piloto con políticas públicas de largo plazo que reconozcan la especificidad socioambiental de la Amazonía.

Conclusiones

A continuación, se presentan los resultados más destacados de esta investigación “Análisis multitemporal del papel de la ganadería como agente de cambio de uso de suelo y deforestación en el cantón amazónico El Chaco, provincia de Napo” los cuales serán analizados en función a los objetivos planteados y los datos obtenidos.

La provincia de Napo posee la Reserva de Biósfera Sumaco, sin embargo, por el crecimiento demográfico, la explotación petrolera y la expansión de la frontera agropecuaria, la cobertura arbórea se ha visto afectada; específicamente en el cantón El Chaco las actividades agropecuarias y agroindustriales han ido mermando la superficie boscosa por el cambio del uso de suelo a tierras agropecuarias.

Al realizar el análisis multitemporal se constató que es un método práctico para determinar los cambios de uso de suelo y áreas deforestadas ya que se obtiene información objetiva de las alteraciones en la cobertura vegetal del cantón y permite en el futuro la toma de decisiones para conservar los bosques de la localidad.

Se determinó que durante el período analizado la superficie de bosque del cantón El Chaco ha sido reemplazada mayormente por tierra agropecuaria y zonas antrópicas debido al avance de la frontera agrícola y crecimiento acelerado de la población del cantón lo que ejerce presión sobre el suelo y ha causado que se deforesten tierras con potencial forestal, transformando el bosque en zonas con cultivos y pastizales, principalmente en zonas poco fértiles o con pendientes pronunciadas

Se corroboró que, durante casi 30 años, el cantón ha perdido el 4,24 % de los bosques, siendo el período del 2008-2018, el que mostró mayor superficie deforestada con 6.269,12 hectáreas afectada, debido a la influencia de las actividades petroleras de la región, la expansión agrícola y pecuaria y el aumento de la población.

Se obtuvieron datos de producción de ganadería de leche y carne a partir de la información proporcionada por el INEC, con segregación nacional, regional y provincial lo que impidió que se pueda conocer de manera clara el comportamiento de la actividad en el cantón, únicamente se obtuvo información a este nivel a partir de los datos proporcionados por Agrocalidad basados en el programa de vacunación de fiebre aftosa desde el año 2015. Aun así, los datos denotan que la cantidad de cabezas de ganado en la provincia ha ido creciendo paulatinamente en el tiempo, pero el promedio de producción

de litros por vaca por día se mantiene constante entre los 4 a 5 litros, destacando únicamente el año 2020 en donde aumentó notoriamente a 10 litros. En cuanto al ganado de engorde se evidencia que existe una tendencia de crecimiento debido al establecimiento de ganadería doble propósito o reemplazo por ganado de ceba a causa del bajo precio de la leche.

Se identificó que la infraestructura ganadera ha crecido con el paso del tiempo y para el año 2020 se observan almacenes agropecuarios, centros de conservación de pastos y forrajes y centros de acopio de leche que se ubican mayormente cercanos a las redes viales de las parroquias Santa Rosa, Gonzalo Díaz de Pineda y Oyacachi, y donde el uso de suelo muestra mosaico agropecuario y pastizales.

En el análisis de la relación entre la cantidad de ganado y superficie deforestada por uso agropecuario en el cantón durante el período 2015-2020, se determinó que la cantidad de animales a través de este período muestra tendencia a decrecer, sin embargo, el número de fincas agropecuarias y área deforestada mostraron crecimiento y una buena correlación, esto denota que los productores están variando sus actividades con enfoque agrícola más que ganadero, continuando con el cambio de uso de suelo de bosques a tierras agropecuarias.

Se buscó comprender el concepto del “manejo ganadero sostenible en la provincia de Napo” el cual requiere de un equilibrio entre la producción de carne y leche con la preservación del ambiente implementando prácticas que reduzcan los daños sobre el ecosistema, mejorando el uso de recursos y preservando la biodiversidad.

En el análisis realizado sobre el Proyecto de Ganadería Climáticamente inteligente- PGCI llevado a cabo en la provincia, se determinó que se implementaron prácticas propias del modelo que buscaban reducir la vulnerabilidad al cambio climático y fortalecer la capacidad de adaptación de los sistemas agro productivos en las fincas que participaron del proyecto; de las que se destacaron la optimización de recursos de finca, nutrición y manejo animal, salud animal, mejoramiento genético conservación y restauración de ecosistemas, manejo de insumos agropecuarios, manejo de residuos orgánicos e inorgánicos y contaron con el acompañamientos de técnicos capacitados.

Se determinó la importancia de la implementación de los sistemas silvopastoriles y todos los beneficios que aportan a la producción entre los que destacan la integración de árboles nativos, mejora de la fertilidad de suelo y captura de carbono.

En las entrevistas realizada a los ganaderos participantes y al coordinador del proyecto coincidieron en los beneficios que trajo para la localidad los nuevos

conocimientos impartidos sobre cambio climático, mejora de genética e implementación de sistemas silvopastoriles, no obstante, concuerdan que es necesario apoyo técnico y económico.

Finalmente, se concluye que la sostenibilidad en la ganadería, apoyada en sistemas como los silvopastoriles, promueve la integración de la actividad ganadera con la silvicultura, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al bienestar de las comunidades locales. Para su éxito, es fundamental la participación activa de todos los actores involucrados, incluyendo autoridades, productores y organizaciones. Además, la adopción de políticas públicas y la inversión en formación resultan esenciales para garantizar su viabilidad a largo plazo. De este modo, la ganadería en la provincia de Napo y en sus cantones puede alcanzar un equilibrio sostenible tanto en términos económicos como ecológicos evitando de esta manera la deforestación masiva.

Lista de referencias

- Alaska Satellite Facility. 2015. "ALOS PALSAR: Radiometric Terrain Corrected low res". *ASF*. Accedido 11 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.5067/JBYK3J6HFSVF>.
- Alemán-Pérez, Reinaldo, Carlos Bravo-Medina, Julio Vargas-Burgos, y Cristian Chimborazo. 2020. "Tipificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana". *Livest. Res. Rural Dev* 32 (6). <https://www.lrrd.org/lrrd32/6/cbravo32095.html>.
- Armenteras, Dolores, y Nelly Rodríguez. 2014. "Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latino América: Una revisión desde 1990". *Colombia Forestal* 17 (2): 233-46. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07>.
- Banco Mundial. 2007. "Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo: Panorama general". *Aportes* 12 (36): 135-68. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=37612480013>.
- Barrantes, Gerardo, Hernán Chaves, y Marco Vinueza. 2010. "El bosque en el Ecuador. Una visión transformada para el desarrollo y la conservación". *Corporación de manejo forestal sustentable, Ecuador*. 27 de octubre de 2024. <https://comafors.org/wp-content/uploads/2010/05/El-Bosque-en-el-Ecuador.pdf>.
- Barsky, Osvaldo, Alex Barril, Gustavo Cosse, Jorge Morandi, y Humberto Vinueza. 1980. "Proceso de transformación de la producción lechera serrana y el aparato de generación transferencia en Ecuador". *Instituto interamericano de cooperación para la agricultura*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18084>.
- Barsky, Osvaldo. 1984. *La reforma agraria ecuatoriana*. Quito: Corporación Editora Nacional. <http://hdl.handle.net/10469/20974>.
- Bejarano-Rivera, Cristina, Isabel López-Villacís, Carmen Vaca-Vaca, y Rafael Mera-Andrade. 2021. "Producción Agrícola Sustentable para el sector pecuario y el cambio climático". *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria* 5 (14). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.117>.
- Ben-Eli, Michael 2018. "Sustainability: definition and five core principles, a systems perspective". *Sustainability Science* 13 (5): 1337-43. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0564-3>.

- Cabezas, Juan; Ana Benítez, Federico Odio, Rossana Proaño, y Gabriela Maldonado. 2019. *Ganadería sostenible: Guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha*. Quito: Proyecto EcoAndes, Programa Bosques Andinos, CONDESAN. <https://condesan.org/recursos/ganaderia-sostenible-guia-practica-noroccidente-pichincha/>.
- Caicedo, Carlos. 2020. "Agroforestería: Una alternativa de agricultura sostenible en la Amazonía Ecuatoriana". *Ecuador es Calidad* 7 (1): 17-20 <https://revistaecuadorestalididad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestalididad/index.php/revista/article/view/81/239>.
- Cárdenas Acero, Geovany. 2019. "Análisis del nivel de riesgo del cambio climático por deforestación en el páramo de Chingaza". Monografía de especialización, Fundación Universidad de América, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.11839/7250>.
- Cardoso, Abmael, Rondineli Pavezzi, Romanzini, Eliéder Prates, Ronyatta Teobaldo, Fernando Ongaratto, Marcia Machado, Ana Ruggieri y Ricardo Reis. 2020. "Intensification: A key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in Brachiaria grasslands. *Sustainability* 12 (16): 6656. <https://doi.org/10.3390/su12166656>.
- Castro, Miguel, Rodrigo Sierra, Oscar Calva, Jaime Camacho, y Fausto López. 2013. "Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación del Ecuador: Factores promotores y tendencias al 2020". *Programa GESOREN-GIZ y Ministerio de Ambiente del Ecuador*. Quito, Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/268390247_Zonas_de_Procesos_Homogeneos_de_Deforestacion_del_Ecuador_Factores_promotores_y_tendencias_al_2020.
- Cifuentes Molina, Maritza del Carmen. 2016. "Valoración económica del bosque protector la cascada como alternativa para la gestión sostenible del ecosistema forestal en el Cantón El Chaco, Provincia del Napo". Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1794>.
- Cuevas, María Luisa, Arturo Garrido, José Luid Pérez Damián, y Daniel Iura González. 2010. "Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural". En *Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización*, 210-5. Ciudad de México: Semarnat / INE / Fundación G. Río Arronte IAP.

<https://es.scribd.com/document/519238236/Procesos-de-Cambio-de-Uso-de-Suelo>.

- Dadashpoor, Hashem, Parviz Azizi, & Mahdis Moghadasi. 2019. "Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area". *Science of the Total Environment* 655 (1): 707-19. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.267>.
- EC Banco Central del Ecuador. 2015. "Valor Agregado Bruto cantonal". *Banco Central del Ecuador*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202102.pdf>.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago. 2019. *Actualización del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del GAD de Morona Santiago*. Morona Santiago: Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Orellana. 2014. *Actualización del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial*. Orellana: Gobierno Autónomo Descentralizado de Orellana.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza. 2017. *Actualización del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la provincia de Pastaza al 2025*. Pastaza: Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Sucumbíos. 2020. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial: Diagnóstico biofísico*. Sucumbíos: Gobierno Autónomo Descentralizado de Sucumbíos.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado de Zamora Chinchipe. 2019. *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de Zamora Chinchipe*. Zamora: Gobierno Autónomo Descentralizado de Zamora Chinchipe.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón El Chaco. 2014. "Plan de desarrollo y ordenamiento territorial". <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-EL-CHACO-2014-2019.pdf>.
- EC Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo. 2018. "Proyecto de Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Napo". Napo: *Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo* https://www.napo.gob.ec/website/phocadownload/lotaip2018/Anexos/Lit.K/138_actualizacion_pdyot.pdf.
- EC Instituto Geográfico Militar. 2013. "Capas de información geográfica básica del IGM de libre acceso (codificación utf-8)". *Instituto Geográfico Militar*.

<https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>.

- EC Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. “Resultados del III Censo Nacional de Población en Ecuador. Fascículo Cantón El Chaco”. Napo: *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Napo/Fasciculo_El_Chaco.pdf.
- EC Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2020. “Informe anual 2020. Joya de los Sachas, Ecuador”. Estación Experimental Central de la Amazonía. Programa Ganadería. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5718>
- EC Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2019. *Plan Estratégico Institucional 2017-2021*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, y Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2015. *Protocolo metodológico para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100000*. Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- EC Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2012. *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- . 2016. “Mapa interactivo ambiental”. *Sistema Único de Información Ambiental*. <http://suia.ambiente.gob.ec/>.
- . 2018. “Programa Nacional de Reforestación con Fines de Conservación Ambiental, Protección de Cuencas Hidrográficas y Beneficios Alternos”. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/9.REFORESTACION.pdf>.
- . 2020. “Serie cartográfica de Cobertura y Uso de la Tierra (1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018)” Quito: *Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador*. https://snmb.ambiente.gob.ec/snmb/?page_id=713.
- . 2021. “Plan de Acción REDD+ Ecuador 2016–2025”. Quito: *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. https://redd.unfccc.int/media/plan_accion_redd.pdf.
- EC. 2017. “Objetivos de Desarrollo Sostenible”. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

- EC. 2019. *Obtención de cartografía básica oficial actualizada del país multiescala*. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- EC. 2020. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Napo: Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo.
- EC. 2023. “Encuesta de Superficie de producción agropecuaria continua (ESPAC)”. Quito: *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Esvertit Cobes, Natalia. 2008. “La incipiente provincia. Incorporación del Oriente ecuatoriano al estado nacional (1830-1895)”. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. <http://www.tdx.cat/TDX-1223105-115651>.
- FAO, FIDA, OMS, PMA, y UNICEF. 2024. “El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas”. Roma: *FAO*. <https://doi.org/10.4060/cd1254es>.
- FAO. 2018. *Libro de consulta sobre la agricultura climáticamente inteligente*. Roma: FAO.
- FAO. 2020. “Evaluación de Ganadería climáticamente inteligente: Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerables”. Roma: FAO / GEF. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb1573es>.
- FAO. 2021. “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2020”. Roma: FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a8369c1b-88c7-41f2-8b7b-0d0e013a95d7/content>.
- Flores Vaca, Andrea Jacqueline. 2018. “Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal e influencia del Programa Socio Bosque, en la Parroquia Nono, período 1990-2016”. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/20854791-2595-4a6e-a839-2327c0627704>.
- Franco, Rodolfo. 2016. “Análisis multitemporal vectorial en ArcGis: Mini-guía de caso”. *Rodolfo Franco Web*. 7 de julio de 2016. <https://mixdyr.wordpress.com/2016/07/07/analisis-multitemporal-vectorial-en-arcgis/>.
- Franco, Wilfredo, Carlos Catucuago, Gabriel Alvarez, y Kassandra Bazantes. 2021. “Uso pecuario intensivo, propiedades químicas del suelo y sostenibilidad en los Andes

- al norte del Ecuador”. *Ciencia del suelo* 39 (1): 79-93. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672021000100079.
- Gaibor Lalvay, Brayan Geovanny. 2018. “Lineamientos estratégicos para el desarrollo turístico de la cabecera cantonal El Chaco, cantón el Chaco, Napo”. Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15281>.
- García, Misael, Andrés Pérez, Beatriz Martínez, y Verónica Gutiérrez. 2020. “Cambio de uso de suelo y variabilidad climática en Chiutzingo, Puebla, México”. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 6 (11): 1295-315. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941758001/3941758001.pdf>.
- Garibaldi, Lucas, Georg Andersson, Celeste Fernández, y Néstor Pérez-Méndez. 2018. “Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo”. *Ecología austral* 28 (3): 572-80. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.3.0.768>.
- Gatti, Luciana, Luana Basso, John Miller, Manuel Gloor, Lucas Gatti, Henrique Cassol, Graciela Tejada, Luiz Aragão, Carlos Nobre, Wouter Peters, Luciano Marani, Egidio Arai, Alber Sanches, Sergio Corrêa, Liana Anderson, Celso Von Randow, Caio Correia, Stephane Crispim, y Raiane Neves. 2021. “Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change”. *Nature*, 595 (7867): 388-93. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>.
- Gómez de la Torre, Sara, Susana Anda, y Eduardo Garland. 2014. “Procesos políticos y estructurales de la deforestación en la Amazonía: el caso de Tena, Ecuador”. *Espacio y Desarrollo* 29: 7-36. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.001>.
- Gondard, Pierre, y Hubert Mazurek. 2001. “30 años de reforma agraria y colonización en el Ecuador(1964-1994): dinámicas espaciales”. *Dinámicas territoriales: Ecuador, Bolivia, Perú, Venezuela, Estudios de Geografía* 10: 147. <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/30-anos-de-reforma-agraria-y-colonizacion-en-el-ecuador1964-1994-dinamicas-espaciales>.
- González-Porras César Alberto. 2020. “Modelo predictivo del cambio y uso del suelo entre años 1990 a 2030 en el Parque Nacional Machalilla”. Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20PORRAS%20CESAR%20ALBERTO%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20PORRAS%20CESAR%20ALBERTO%20(1).pdf).

- Grau, Hector, Ignacio Gasparri, Mariano Morales, Alfredo Grau, Ezequiel Araoz, Julieta Carilla, y Jorgelina Gutiérrez, 2007. “Regeneración ambiental en el noroeste argentino”. *Ciencia Hoy* 17 (100): 46-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4316300>.
- Guamán, Santiago. Raúl González, Robinson Carrasco, y Fabián Guamán. 2019. “Caracterización de los sistemas ganaderos de aptitud lechera en El Valle del Quijos, provincia del Napo, Ecuador”. *European. Scientific. Journal* 15: 279-92. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p279>.
- Gutiérrez, Itzel, Virginia Guzmán, y Alfonso Rodríguez. 2018. “Ganadería sustentable, una práctica ambiental que incrementa la rentabilidad de las empresas ganaderas y las fuentes de financiamiento”. En *Innovación, educación y tecnologías aplicadas: soporte para generar competitividad sostenible*, editado por Rogelio Flores, Rosa Alonzo, Juan Preciado, y Karla González, 175-85. México: Casia Creaciones. <http://www.ecacampusix.unach.mx/images/publicaciones/1-Innovacin-educacin-con-ISBN.pdf#page=199>.
- Hajjar, Reem, Peter Newton, Daniel Adshead, Meghan Bogaerts, Victoria Maguire-Rajpaul, Louis Pinto, & Arun Agrawal, 2019. “Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil”. *Journal of Cleaner Production* 206: 124-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.102>.
- Hernández, Roberto. 2018. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill.
- Holland, Margaret, Free De Koning, Manuel Morales, Lisa Naughton-Treves, Brian Robinson, y Luis Suárez. 2014. “Complex tenure and deforestation: implications for conservation incentives in the Ecuadorian Amazon”. *World Development*: 55, 21-36. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.012>.
- Holmes, Ignacia, Dafna Bitrán, Tania Zambrana, y Juan Ladrón de Guevara. 2021. “Hacia una agricultura sostenible y resiliente en América Latina y el Caribe: Análisis de siete trayectorias de transformación exitosas”. *Food & Agriculture Org.* <https://doi.org/10.4060/cb4415es>.
- Intergovernmental Panel Climate Change. 2023. “Climate Change 2023: Synthesis Report. En *Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por H. Lee, y J. Romero, 35-115. Génova, Suiza. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

- Jaramillo, Grace. 2022. "Reseña de Estado, agro y acumulación en el Ecuador: una perspectiva histórica". *Ecuador Debate* 116: 233-5. <http://hdl.handle.net/10469/18855>.
- Jarrín, Pablo, Luis Tapia Carrillo, y Giannina Zamora. 2017. "Demografía y transformación territorial: Medio siglo de cambio en la región amazónica de Ecuador". *Eutopía: Revista de Desarrollo Económico Territorial* (12): 81-100. doi: <http://dx.doi.org/10.17141/eutopia.12.2017.2913>.
- Larrea Carlos. 2006. *Hacia una historia ecológica del Ecuador. Propuestas para el debate*. Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
- Larrea, Carlos, y Lavinia Warnars. 2009. "Ecuador's Yasuni-ITT Initiative: Avoiding emissions by keeping petroleum underground". *Energy for Sustainable Development* (13): 219-223. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2009.08.003>.
- Loaiza, Sandra. 2021. "Estimación del potencial de mitigación de las emisiones de GEI de las prácticas agroecológicas en Colombia, Ecuador y Perú". *CCAFS Working Paper 408*. 17 de diciembre. <https://hdl.handle.net/10568/116831>.
- Lombeida, Emma, Edwin Morán, Reina Litardo, y Fernando Cobos. 2020. "Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas–Ecuador". *Journal of Science and Research* 5 (1): 79-95.
- López, Iván. 2015. "Sobre el desarrollo sostenible y la sostenibilidad: conceptualización y crítica". *Barataria: Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales* 20: 111-8. <http://dx.doi.org/10.20932/barataria.v0i20.16>.
- López, Francisco, Luis Navarro, Rolando Díaz, Javier Navarro-Estupiñán, y Luis Cejudo. 2021. "Cobertura vegetal y la distribución de islas de calor/oasis urbanos en Hermosillo, Sonora". *Frontera norte*, 33. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2088>.
- López, Víctor, Fernando Espíndola, Juan Calles, y Janette Ulloa. 2013. "Atlas: Amazonía Ecuatoriana Bajo Presión". *EcoCiencia*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56384.pdf>.
- MacRae, Rod, Stuart Hill, Guy Mehuys, Jhon Henning. 1990. "Farm-Scale Agronomic and Economic Conversion from Conventional to Sustainable Agriculture". *Advances in Agronomy* 43: 155-98. doi: 10.1016 / s0065-2113 (08) 60478-2.
- Michalk, David, David Kemp, Warwick Badgery, Jianping Wu., Yingjun Zhang, y Paul Thomassin. 2019. "Sustainability and future food security—A global perspective

- for livestock production”. *Land Degradation & Development* 30 (5): 561-73. <https://doi.org/10.1002/ldr.3217>.
- Molina, Gladys, y Anderson Albarran. 2013. “Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela”. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 22 (1): 25-40. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/71395>.
- Muchane Mary, Gudeta Sileshi, Sofia Gripenberg, Mattias Jonsson, Lorena Pumariño, y Edmundo Barrios. 2020. “Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis”. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 295. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106899>
- Muñoz, José, Jorge Gentili, y Roberto Bustos. 2020. “Uso agrícola del suelo y demanda de agua para riego en la cuenca del río Vinces (Ecuador) durante el período 1990–2014”. *Investigaciones Geográficas* (59): 91-104. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2020.56958>.
- Nieto C., Carlos, y Carlos Caicedo V. 2012. “Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la amazonia ecuatoriana”. Joya de los Sachas, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonia. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo. 2021. “OECD-FAO agricultural outlook 2021–2030”. *OECD/FAO*. 5 de julio. <https://doi.org/10.1787/19991142>
- Pan, Yude, Richard Birdsey, Jingyun Fang, Richard Houghton, Pekka Kauppi, Werner Kurz, y Daniel Hayes. 2011. “A large and persistent carbon sink in the world’s forests”. *Science* 333 (6045): 988-93. doi: 10.1126/science.1201609.
- Parra-Cortés, Rosa, María Magaña-Magaña, y Ángel Piñeiro-Vázquez. 2019. “Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina”. *Revisión Bibliográfica: Información Técnica Económica Agraria* 115 (4): 342-59. <https://www.aida-itea.org/index.php/revista/contenidos?idArt=628>.
- Rehman Abdul, Luan Jingdong, Abbas Ali Chandio, y Imran Hussain. 2017. “Livestock production and population census in Pakistan: Determining their relationship with agricultural GDP using econometric analysis”. *Information Processing in Agriculture* 4 (2): 168-77. doi:10.1016/j.inpa.2017.03.002. .
- Robalino, Juan, Alexander Pfaff, y Laura Villalobos. 2015. “Heterogeneous local spillovers from protected areas in Costa Rica”. *Journal of the Association of*

- Environmental and Resource Economists, 2 (3): 417–447.
<https://doi.org/10.1086/692089>
- Rodríguez, Nelly. Pabón Caicedo, J. D., Bernal Suárez, N. R., y Martínez Collantes, J. 2010. “Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos”. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. <https://repositorio.minciencias.gov.co/entities/publication/8f1773fc-5e8c-4f07-8f95-aaeefeb7df3/full>.
- Rosero, Wendy. 2023. “Transformaciones y reconfiguraciones en el manejo de los agroecosistemas en un paisaje protegido Andino-Amazónico Tropical”. Tesis de maestría: Flacso Ecuador. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/20546>.
- Rouquette, Monte, y Glen Aiken. 2020. Introduction: “Management strategies for sustainable cattle production in Southern Pastures”. En *Management Strategies for Sustainable Cattle Production in Southern Pastures*, 1-10. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128144749/management-strategies-for-sustainable-cattle-production-in-southern-pastures>.
- Segovia, Paola, y Aranzazu Berbey-Álvarez. 2020. “Plan de desarrollo de una aplicación Web para el control y gestión de deforestación en el Ecuador-Web-CONGESDEFO”. *I+D Tecnológico* 16 (2). <https://doi.org/10.33412/idt.v16.2.2830>.
- Shulte, Henrike, Joseph Tobias, Sarah Durant, y Nathalie Pettorelli. 2021. “Improving predictions of climate change–land use change interactions”. *Trends in Ecology and Evolution* 36 (1): 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.08.019>.
- Sierra, Rodrigo. 2013. “Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años”. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*. 20 de marzo. <https://www.forest-trends.org/publications/patrones-y-factores-de-deforestacion-en-el-ecuador-continental-1990-2010/>.
- Torres, Yenni, Antón García, José Rivas, José Perea, Elena Angón, y Carmen De Pablos-Herederó. 2015. “Caracterización socioeconómica y productiva de las granjas de doble propósito orientadas a la producción de leche en una región tropical de Ecuador. caso de la provincia de Manabí”. *Revista Científica* 15 (4): 330-7. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95941173009>.

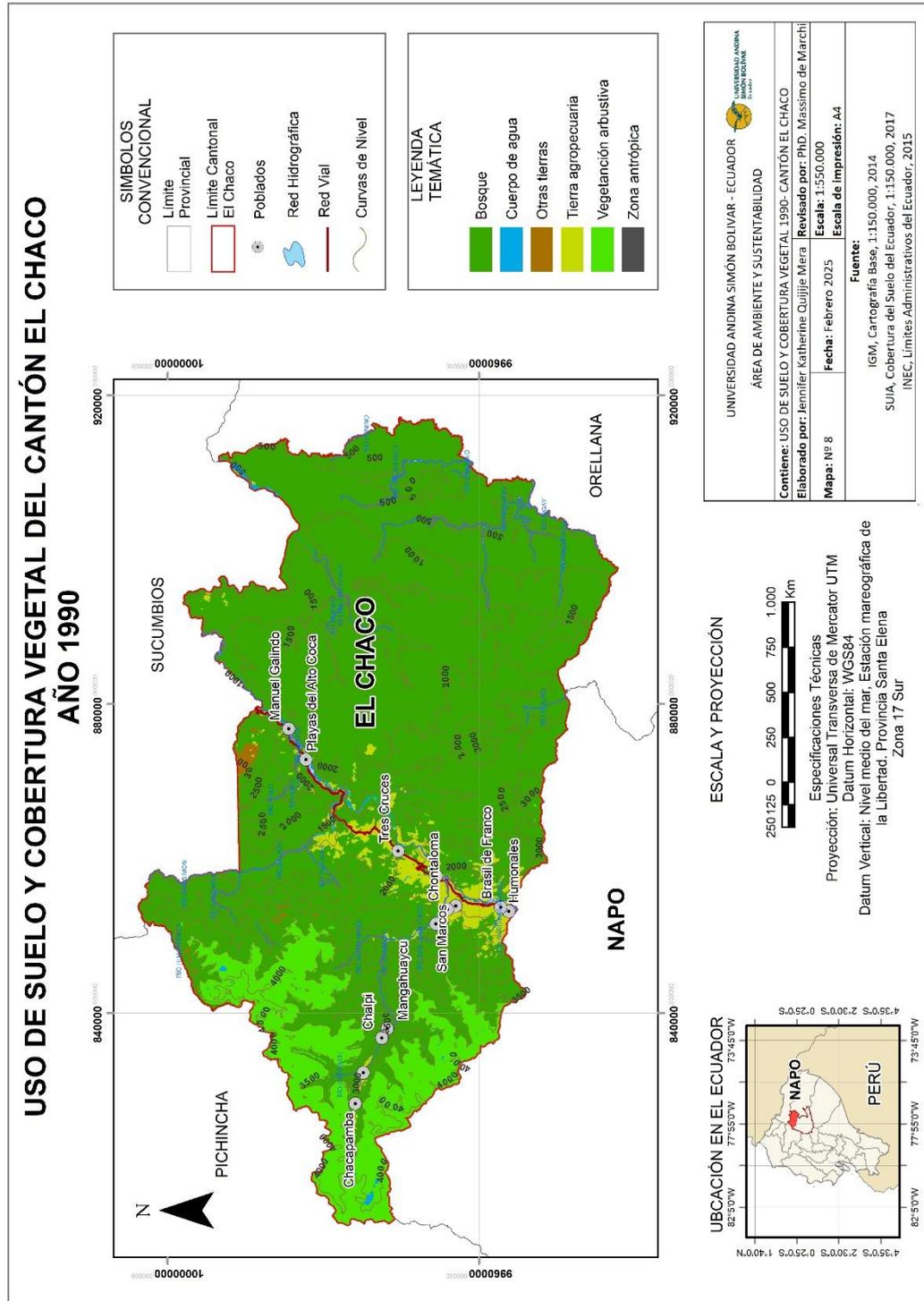
- Valarezo, José. 2012. “Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de bovinos en la Amazonia sur ecuatoriana”. *Cedamaz* 2 (1). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/104>.
- Valdez, Mathias, y Paola Cisneros. 2020. “Gobernanza ambiental, Buen Vivir y la evolución de la deforestación en Ecuador en las provincias de Tungurahua y Pastaza”. *Foro: Revista de Derecho*, (34): 146-67. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/foro/article/view/1467>.
- Vasco, Cristian, Shirley Huerta, María Jaramillo, Rusbel Jaramillo, y Estefanía Jácome. 2020. “Patrones de uso de la tierra en la Amazonía central ecuatoriana: Una comparación entre etnias Kichwa, Shuar y colonos”. *Revista Ciencia y Tecnología* 13 (2): 1-8. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/386>.
- Vera, Antonio, Carlos Congo, Francisco Velasteguí, y Madelen Mejía. 2018. “Importancia de los Sistemas Silvopastoriles en el Desarrollo de la Macrofauna Terrestre. I Congreso Internacional de Alternativas Tecnologías para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana”. Joya de los Sachas: INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5421>.
- Viamonte, María, Alina Sánchez, Julio Vargas, y Diocles Benítez. 2018. “Caracterización genética e indicadores sanguíneos de la raza bovina criolla Macabea en la Amazonía ecuatoriana”. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 7 (1): 1-11. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v07n01ep01-0090>.
- Vicuña, Edgar., Tim Baker, Karina Banda, Honorio Coronado, Abel Monteagudo, Oliver Phillips...; y Rodolfo Martínez. 2018. “El sumidero de carbono en los bosques primarios amazónicos es una oportunidad para lograr la sostenibilidad de su conservación”. *Folia amazónica* 27 (1): 101-9. doi:10.24841/fa.v27i1.456.
- Wanderley, Fernanda, Horacio Vera Cossio, y Jean Benavides. 2020. “América Latina en la encrucijada del desarrollo sostenible e inclusivo: Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú al inicio del siglo XXI”. *Documento de Trabajo*. Febrero. <https://hdl.handle.net/10419/248802>.
- Zapata-Ríos, Galo, Cecilia S. Andreazzi, Ana Carolina Carnaval, Carolina Rodrigues da Costa Doria, Fabrice Duponchelle, Alexander Flecker, Juan M. Guayasamín, Sebastian Heilper, Clinton N. Jenkins, Carla Maldonado, Diego Meneghelli, Guido Miranda, Mónica Moraes R., Miles Silman, Maria Aurea Pinheiro de Almeida Silveira, Gabriella Tabet, Fernando Trujillo, Carmen Ulloa Ulloa, y Julia Arieira 2021. “Capítulo 3: Diversidad Biológica y Redes Ecológicas en la

Amazonía. Informe de evaluación de Amazonía 2021”. Nueva York, USA. doi: 10.55161/TRZS3877.

Zhunio, Bladimir. 2016. “Análisis del impacto socio-económico del turismo en la parroquia Oyacachi, Cantón el Chaco, Provincia de Napo, Ecuador”. *Kalpana* (14): 4-16. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7003474>.

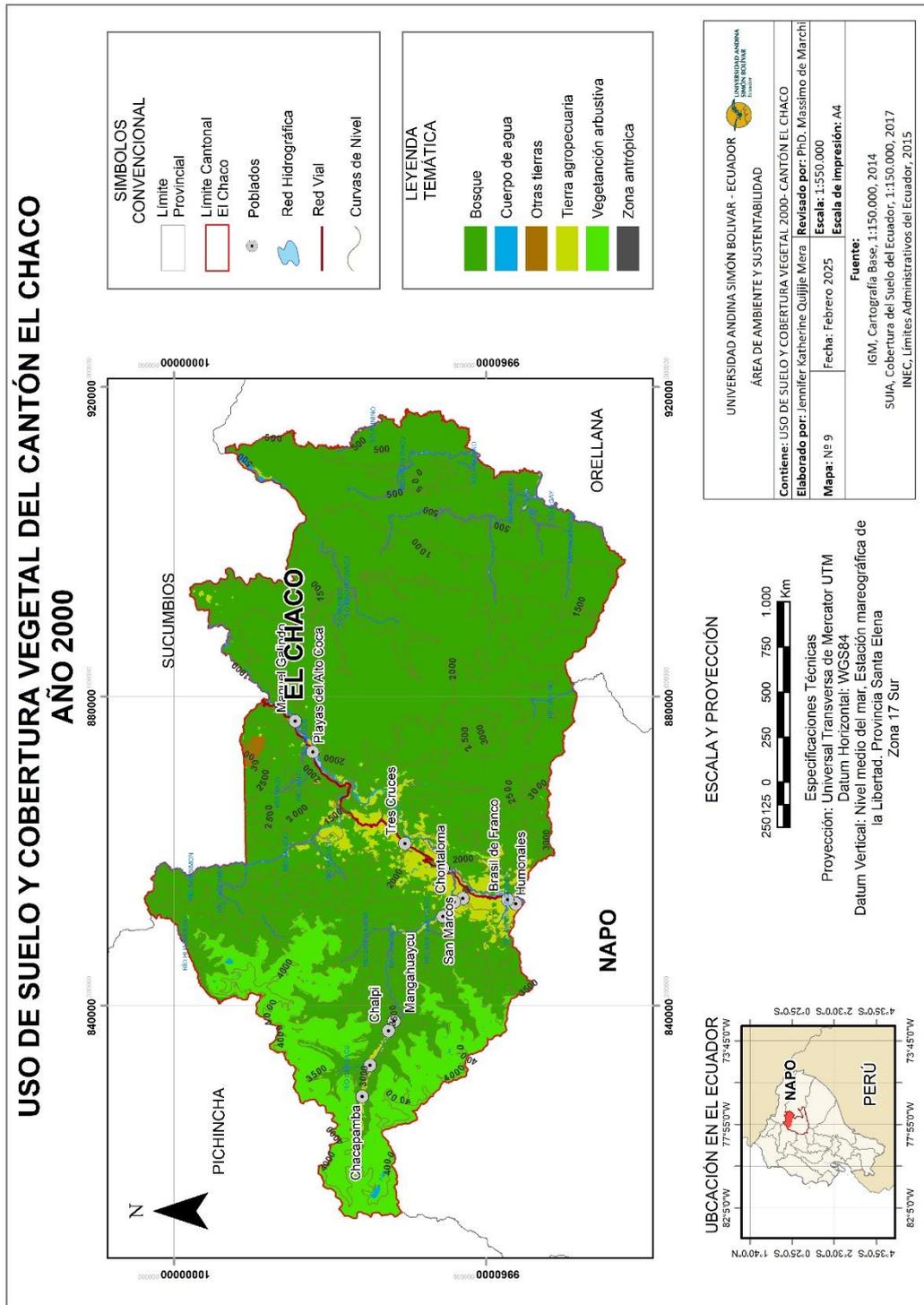
Anexos

Anexo 1: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco: Año 1990



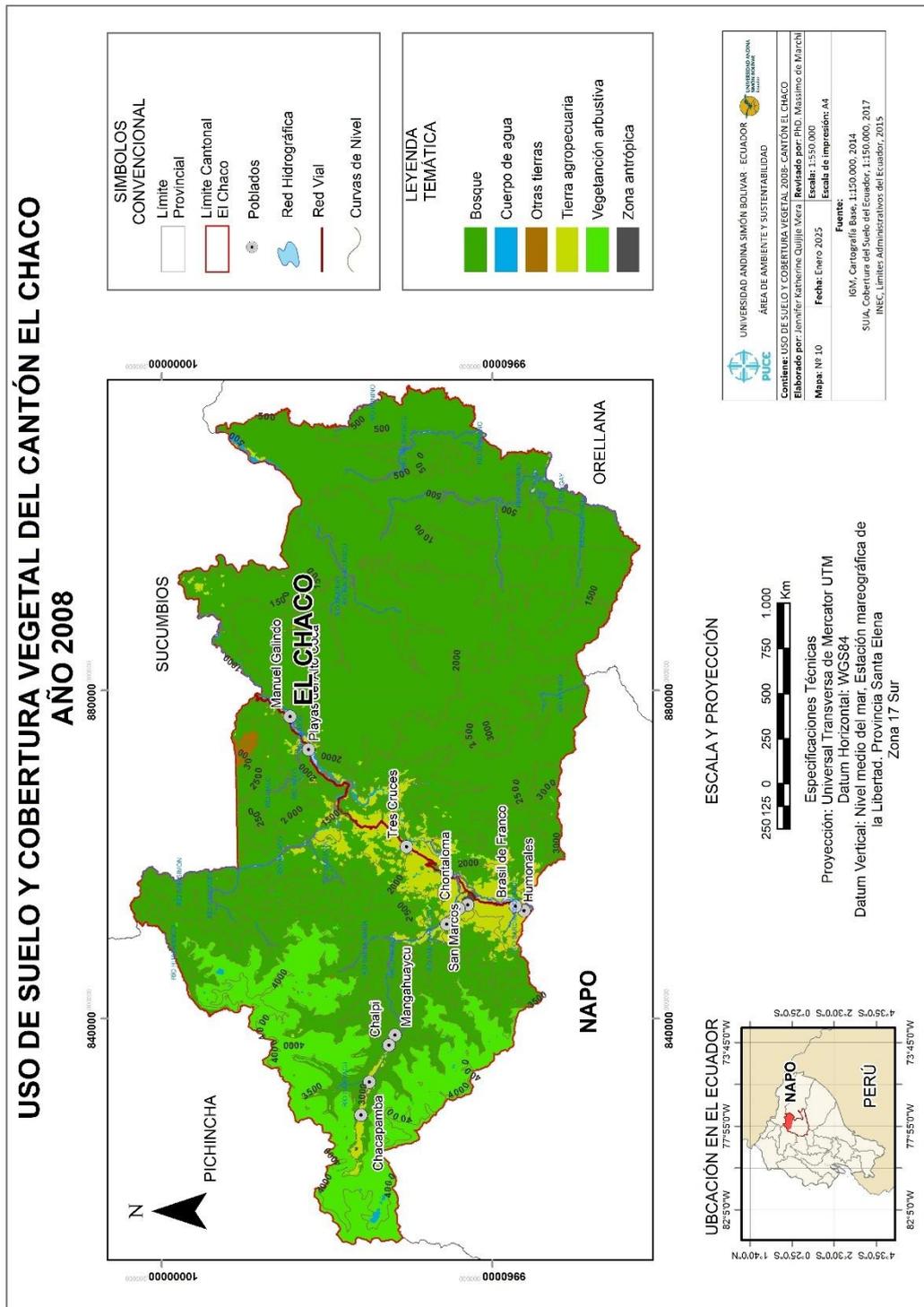
Elaboración propia.

Anexo 2: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco: Año 2000



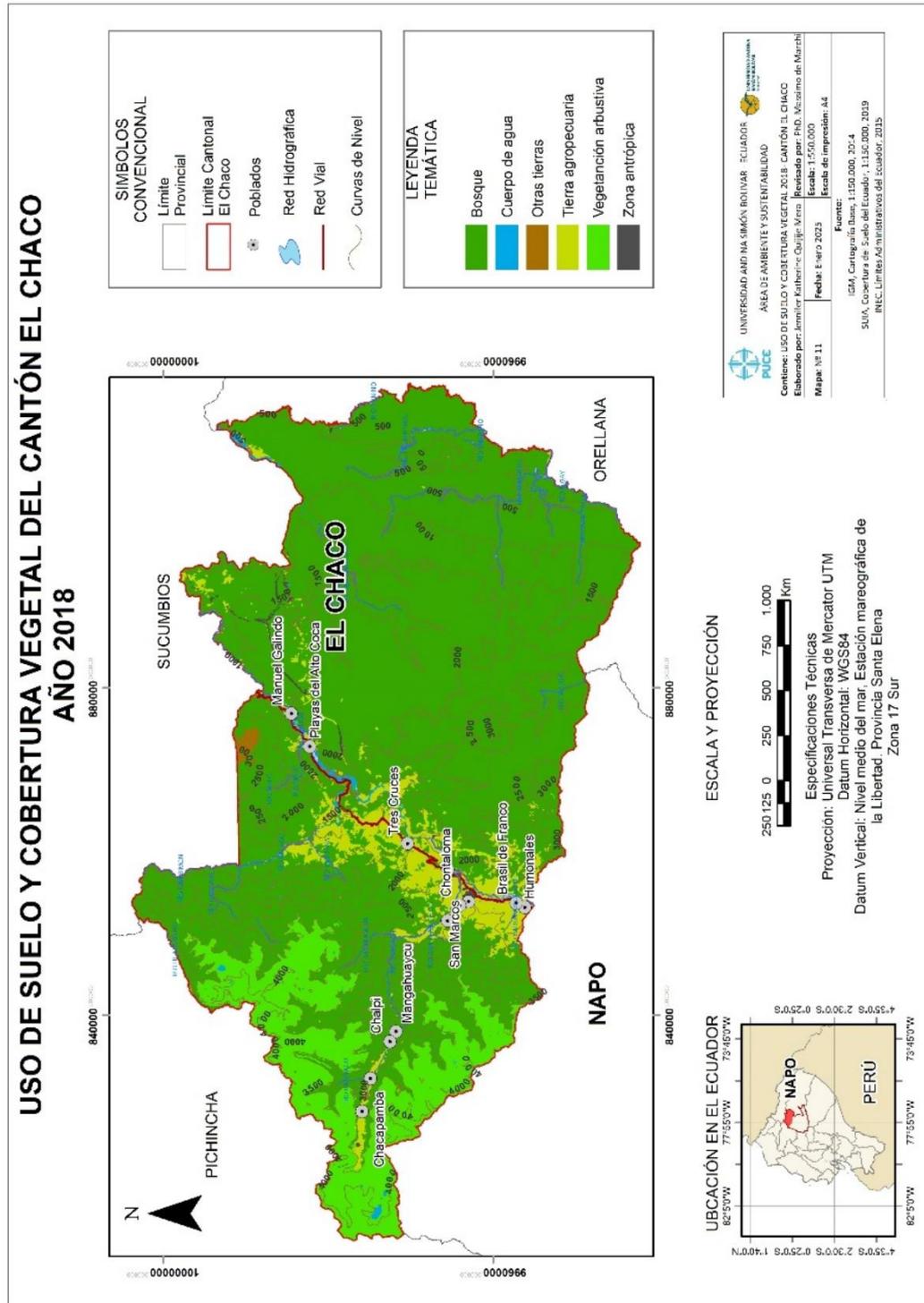
Elaboración propia.

Anexo 3: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco: Año 2008



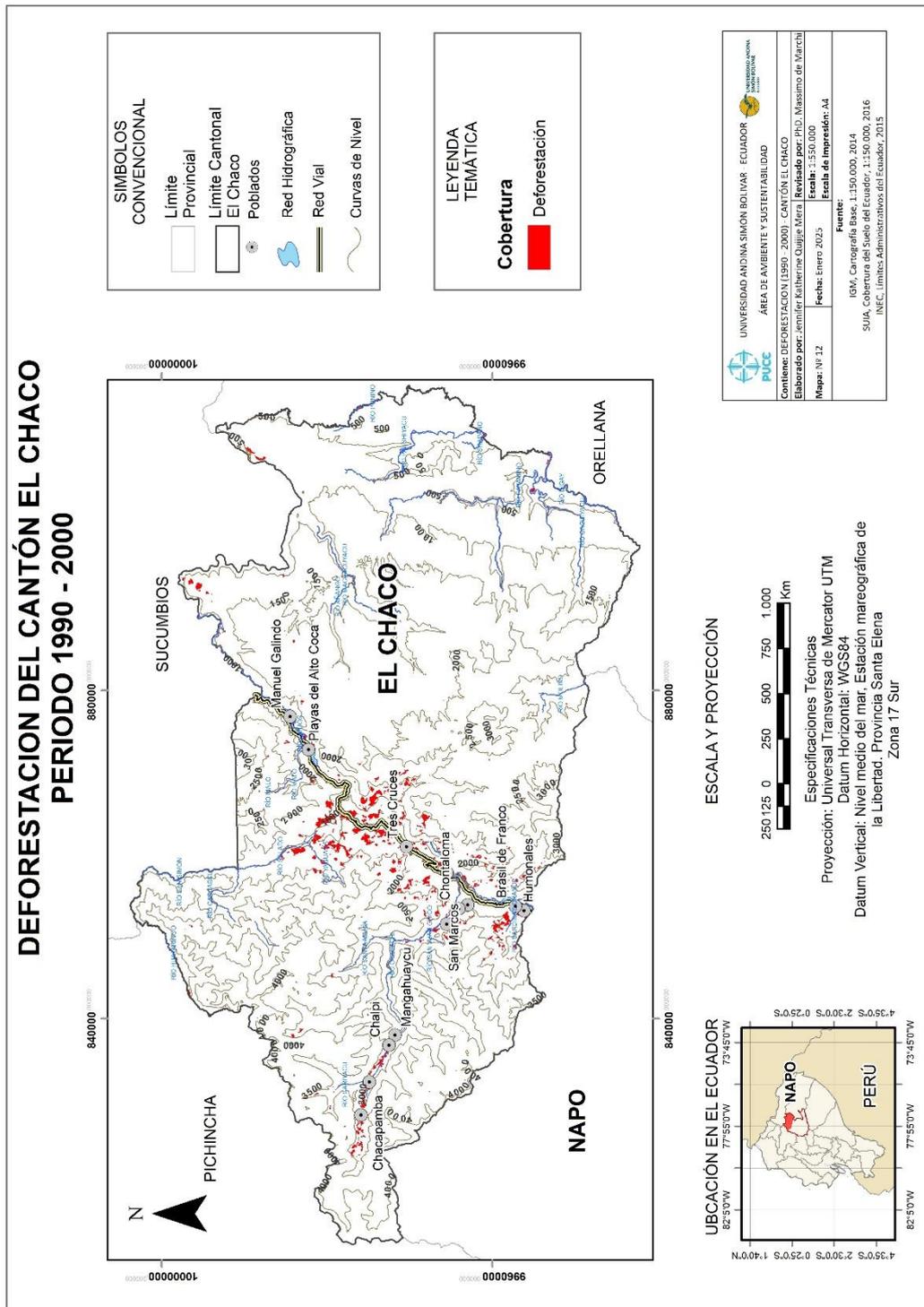
Elaboración propia.

Anexo 4: Mapa del uso de suelo y cobertura vegetal del cantón El Chaco: Año 2018



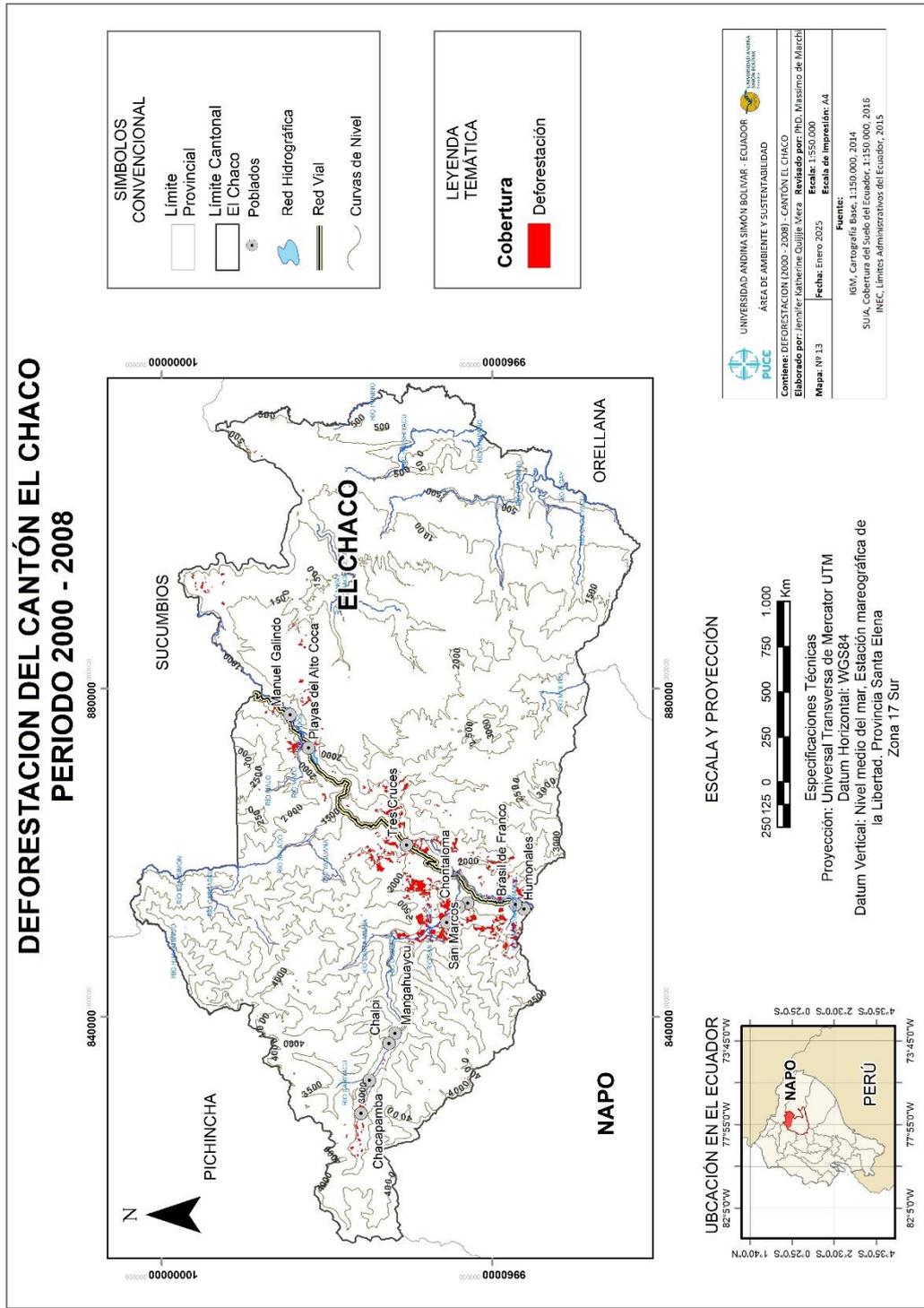
Elaboración propia.

Anexo 5: Mapa de deforestación del cantón El Chaco: Período 1990-2000



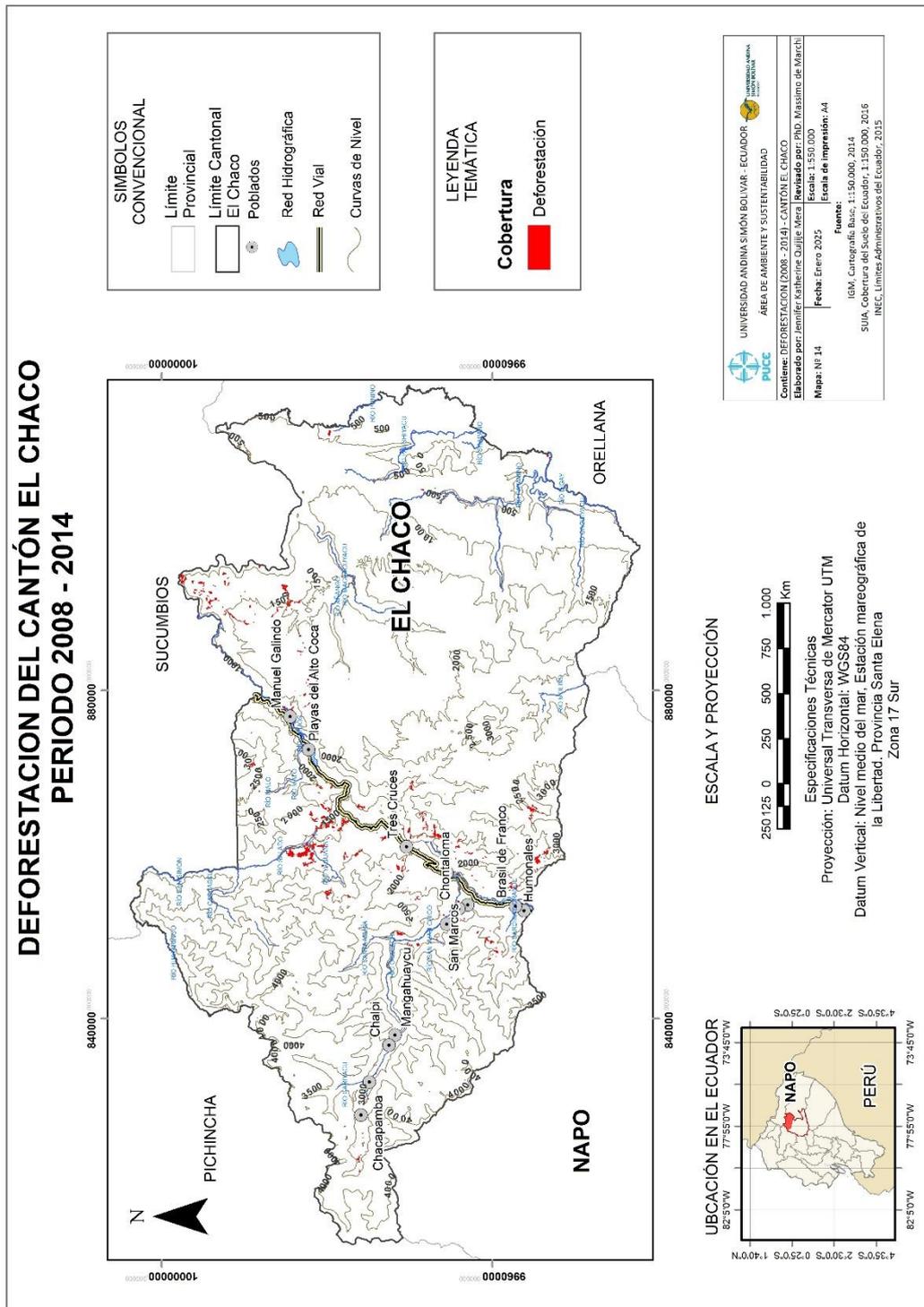
Elaboración propia.

Anexo 6: Mapa de deforestación del cantón El Chaco: Período 2000-2008



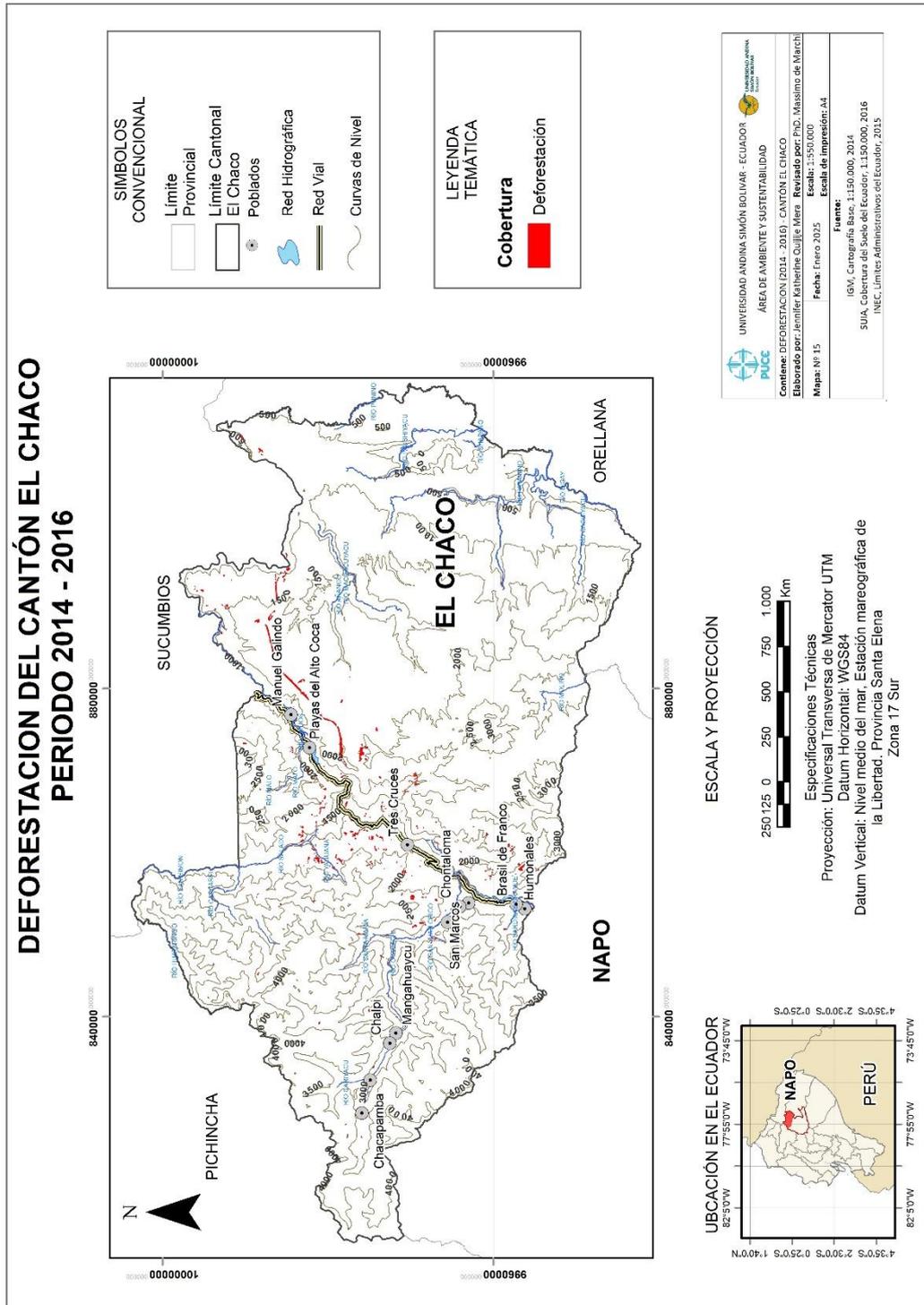
Elaboración propia.

Anexo 7: Mapa de deforestación del cantón El Chaco: Período 2008-2014



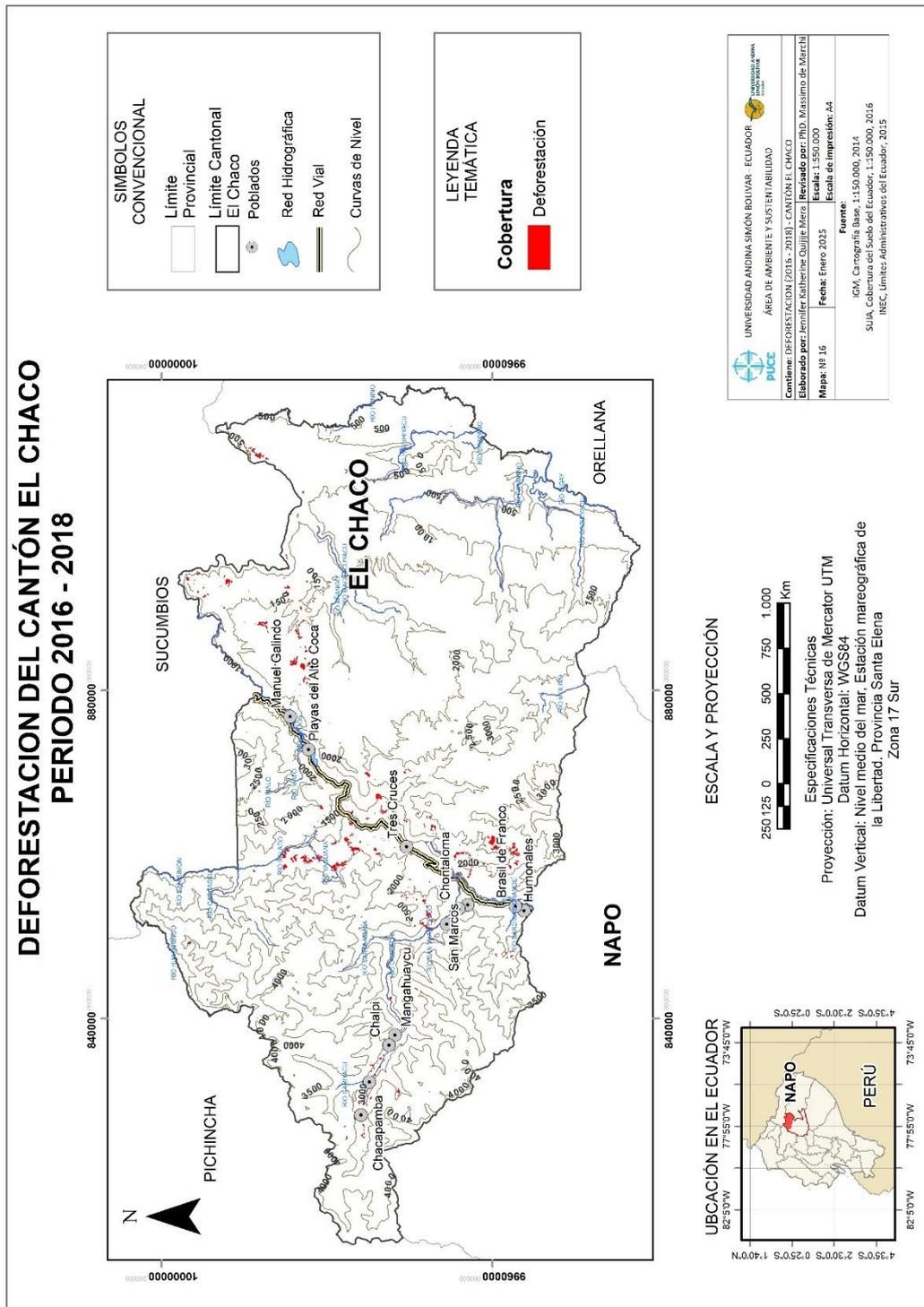
Elaboración propia.

Anexo 8: Mapa de deforestación del cantón El Chaco: Período 2014-2016



Elaboración propia.

Anexo 9: Mapa de deforestación del cantón El Chaco: Período 2016-2018



Elaboración propia.

Anexo 10: Cuadro para análisis de viabilidad de prácticas ganaderas en el proyecto GCI

Componente	Nombre de la Tecnología	Viabilidad	Validación y Priorización			
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
1. Planificación y Optimización de los recursos de la finca.	Capacitación (incluidas ambiental; conflicto con fauna silvestre; planificación de fincas).	3		x	x	x
	Diagnóstico biofísico y socioeconómico	3				
	Diseño del plan de finca	3				
	Ejecución del plan de finca	3		x	x	x
	Monitoreo y evaluación del plan de finca	3		x	x	x
2. Alimentación	Muestreo y análisis químico, físico y biológico de suelos	2			x	
	Enmiendas y correcciones de deficiencias del suelo	2			x	
	Preparación de suelo para cultivo de pastos en la Sierra	n/a				
	Preparación de suelo para cultivo de pastos en la Costa	n/a				
	Preparación de suelo para cultivo de pastos en la Amazonía	n/a				
	Cultivo de escarda (ejemplo: avena-vicia) (Sierra)	n/a				
	Cálculo de rendimiento forrajero y composición botánica	2			x	
	Manejo de carga animal	1		x	x	x
	Manejo eficiente de pastoreo	2		x	x	x
	Manejo de pasturas naturales	n/a				
	Siembra de pastos mejorados	3				
	Manejo de pastos mejorados	2		x	x	x
	Fertilización para mantenimiento de pasturas (naturales) y mejoradas	1				
	Manejo del componente arbóreo	3		x		
	Arborización de potreros (silvopasturas, banco de proteínas, cercas vivas, bancos forrajeros, árboles dispersos)	3				
	Manejo adecuado de equipos	3		x	x	x
Dispersión de heces	0		x	x	x	
Cortes de igualación	3		x	x	x	

	Calificación		^	^	^
3. Nutrición	Análisis bromatológico	0		x	
	Manejo de Suplementos Alimenticios	1			
	Almacenamiento de Suplementos Alimenticios	2			
	Manejo del agua para la dieta (bebederos, colección de agua, albarradas)	1		x	x
	Conservación de forrajes para épocas de escasas (Costa y Sierra) y sobreoferta (Amazonía)	0			
4. Manejo animal	Sujeción y derribamiento de animales	3		x	x
	Areteo	2		x	x
	Castración	n/a			
	Marcación	1		x	x
	Descorne (leche)	2		x	x
	Descorne (carne)	1		x	x
	Pesaje de animales	1		x	x
	Alimentación, manejo y crianza de terneros/os	2		x	x
	Destete en ganado de leche	2		x	x
	Destete en ganado de carne	n/a			
	Uso y manejo de registros (productivos, reproductivos, económicos)	1		x	x
	Eliminación de pezones supernumerarios	1		x	x
	Manejo de cuentas	0		x	x
5. Salud y Bienestar Animal	Vía y administración de medicamentos	2		x	x
	Evaluación de constantes fisiológicas	0		x	x
	Farmacología Básica	1		x	x
	Inmunización	1		x	x
	Manejo de Instrumental Médico Veterinario	1		x	x
	Manejo de plagas leche	3		x	x
	Manejo de plagas carne	1		x	x
	Desparasitación Sierra	n/a			
	Desparasitación Costa y Amazonía	2		x	x
	Identificación y manejo de enfermedades prevalentes en hatos bovinos. Zona Alta	2		x	x
	Identificación y manejo de enfermedades prevalentes en hatos bovinos. Zona Baja	1		x	x
	Toma de muestras: heces, sangre y fluidos	1		x	x
	Prevención y tratamientos podales. Zona Alta	1		x	x

6. Mejoramiento Genético y Reproducción	Manejo de vaconas de reemplazo	2		x	x	x	
	Manejo de machos jóvenes para reproducción	0					
	Edad y peso de cubrición para animales de producción de leche	1		x	x	x	
	Edad y peso de cubrición para animales de producción carne	0		x	x	x	
	Ciclo sexual de la hembra bovina	0		x	x	x	
	Tratamiento del Anestro	0		x	x	x	
	Detección de celos	2		x	x	x	
	Apareamiento/Monta natural	3		x	x	x	
	Inseminación artificial	1					
	Inseminación artificial a tiempo fijo	0					
	Manejo del reproductor	1					
	Montas estacionales	n/a					
	Reconocimiento y selección de razas para leche	3		x	x	x	
	Reconocimiento y selección de razas para carne	1		x	x	x	
	Reconocimiento y selección de razas para doble propósito	2		x	x	x	
	Cruzamientos	3		x	x	x	
	Detección de preñez	0		x	x	x	
	Hembras próximas al parto en leche y doble propósito	2		x	x	x	
	Hembras post-parto	2		x	x	x	
	Tratamiento de hembras con retención placentaria	0		x	x	x	
	Periodo seco	1			x	x	
	7. Conservación y Restauración	Protección de remanentes de ecosistemas naturales	2		x	x	x
		Restauración (pasiva) de áreas degradadas	Hembras próximas al parto en leche y doble propósito	2	x	x	x
Protección de cuerpos de agua		Hembras post-parto	2	x	x	x	
8. Manejo para Reducir el Conflicto con Fauna Silvestre	Encerramiento de animales	1			x	x	
	Cerca eléctrica	1			x	x	
9. Manejo de Agroquímicos e Insumos Veterinarios	Respeto de distancia entre cuerpos de agua y áreas de aplicación de agroquímicos	2		x	x	x	
	Manejo de agroquímicos e insumos caducados	3		x	x	x	
	Manejo de insumos e instrumentos veterinarios	3		x	x	x	
	Manejo de detergentes en ordeños mecánicos	2		x	x	x	

10. Manejo de Residuos de Ganadería	Producción de biol a través de biodigestor	1				
	Producción de biol a través de oxidación	1				
	Lombricultura	1				
	Compostaje	2				
	Manejo de cadáveres	2		x	x	x
11. Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos	Recolectores, centro de acopio, etc.	2		x	x	x
	Clasificación de desechos: reciclaje, reutilización, botadero	1		x	x	x
	Manejo de residuos no orgánicos: botaderos, centro de acopio	1		x	x	x
	Tratamiento de aguas residuales: digestores, lagunas, canaletas, sedimentación, trampa de sólidos	1		x	x	x

Viabilidad	Valores
Viabilidad nula	0
Viabilidad baja	1
Viabilidad media	2
Viabilidad alta	3