



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DOCTORAL EN GEOGRAFÍA

**ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN EL
SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO EN RELACIÓN CON LA
ÚLTIMA EXPANSIÓN AGRÍCOLA**

LIC. INSAURRALDE JUAN ARIEL

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2015

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Geografía de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otros títulos en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur, durante el período comprendido entre dieciséis de agosto de 2012 y el veinte de marzo de 2015, bajo la dirección de la Dra. Alicia M. Campo.

Lic. Insaurralde Juan Ariel

Departamento de Geografía y Turismo

Universidad Nacional del Sur

Bahía Blanca



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente Tesis ha sido aprobada el...../...../....., mereciendo la calificación de(.....).

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por las becas de Postgrado Tipo I y II oportunamente otorgadas que permitieron desarrollar la presente investigación.

A la Dra. Alicia M. Campo por aceptar la responsabilidad de dirección y acompañamiento de las tareas de investigación y elaboración de esta Tesis.

Al departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur por brindarme el apoyo y el acompañamiento, como así también un especial agradecimiento al grupo de trabajo, quienes amablemente han ofrecido su espacio, tiempo y apoyo en las diferentes etapas de esta Tesis.

A la Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de Chaco por ofrecerme la oportunidad de recorrer el área de estudio con baqueanos locales conocedores del espacio en estudio. Un especial agradecimiento al Ing. Gerardo Caliva quien ha interactuado de nexos con los referentes locales.

A mis colegas del Departamento de Geografía perteneciente a la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste por brindarme su apoyo en todas las actividades realizadas.

Al Dr. Cardozo Osvaldo Daniel por las horas de trabajo, esfuerzos y ayuda recibida con suma amabilidad en todas las instancias de la realización de esta Tesis.

A la Dra. Liliana Ramírez por su confianza al momento de postulación a la beca Área de Vacancia Geográfica (AVG) y su permanente acompañamiento.

A mi madre, padre y hermanos, quienes con gratitud y orgullo han visto los logros personales, que no hubieran sido posible sin su incondicional sacrificio y acompañamiento.

RESUMEN

Los recursos naturales son considerados de importancia tanto para la producción económica como para la conservación. Su valor económico se establece en la posibilidad de utilización del mismo en la cadena productiva, mientras que el valor ecológico puede establecerse en función a las potencialidades que ofrece para la protección y conservación de los ambientes. Mediante el conocimiento la sociedad valora los recursos existentes, monitorea y administra los mismos en pos de su utilización sustentable. Su desconocimiento deriva en la explotación inapropiada del recurso o en su eliminación y por lo tanto en la no sustentabilidad del ambiente.

La degradación de los recursos naturales es un proceso que puede poseer un origen antropogénico y que depende, en gran medida, de las características físicas del entorno. La desertificación es un concepto amplio que designa a los diferentes tipos de deterioro y degradación¹ es la máxima expresión de la degradación y hace referencia al deterioro de la vegetación, los suelos, los cursos y cuerpos de agua, entre otros, tomando como principales causantes las acciones del ser humano y las variaciones climáticas.

La presente tesis Doctoral estudia la degradación ambiental en un sector particular de la provincia de Chaco. Este sector se localiza específicamente en el suroeste de la provincia, en un área sobre la cual han sucedido importantes cambios o variaciones espaciales en relación con los recursos naturales existentes, en el marco del avance de la frontera agropecuaria.

Para realizar los análisis se emplearon diferentes métodos y técnicas en lo que se refiere a la producción de contenido. Se aplicaron metodologías de corte cuantitativo, con técnicas estadísticas para el análisis de las características físicas del área de estudio, más precisamente para el análisis de los aportes y las variaciones espacio-temporales de las precipitaciones, también se utilizaron

¹ Referida a la definición de la Convención de las Naciones Unidas de la Lucha contra la Desertificación (CNULD, 1994).

técnicas de Teledetección o Sensores Remotos, es decir, con un enfoque geotecnológico para la detección y evolución de las coberturas espaciales. Por otra parte, en otros temas de análisis, se trabajó con métodos cualitativos y, más específicamente, se recurrió a la revisión histórica de acontecimientos claves o puntuales que aportan un marco de comprensión a las variaciones espaciales sucedidas, las cuales se pretenden explicar y cuantificar mediante métodos cuantitativos. De este modo, ambos métodos se complementan y ofrecen perspectivas diferentes de un mismo objeto de estudio.

Se observó que en un ambiente particular el proceso de avance de la frontera agropecuaria se realizó en un período de elevadas precipitaciones. No obstante, la misma presenta un comportamiento variable que pone en duda la sostenibilidad ambiental y económica de los cultivos. Bajo esta situación el área de estudio modificó las coberturas naturales y antropogénicas evidenciando importantes reducciones en las superficies originales y derivó en que la fragmentación de ellas tienda a aumentar provocando la pérdida de conectividad y descenso de su densidad. El bosque nativo cedió superficies a los cultivos y por ese proceso se aumentaron las superficies expuestas a un riesgo potencial de erosión hídrica y en general de degradación. En un contexto histórico económico este proceso de transformación significó un cambio de modelo de producción hacia una etapa dominada por el cultivo de la soja. En todo el proceso se destacó el desmonte como medio por el cual era factible la expansión agrícola. Hacia el final del período de estudio se observó que la deforestación descendió notablemente debido a la poca superficie disponible a deforestar, no obstante, el proceso continúa sobre áreas de pastizales.

ABSTRACT

Natural resources are considered important for economic production and for conservation. In the first case, under a purely economic perspective, these resources are used to feed a production chain and generating consumer goods. But they are also taken into account for their ecological value for the protection and conservation of the environment. One could argue that the latter depends on the general state of the environment to preserve or recover and the importance society, together with the scientific community and policy makers, gives. Whatever the case is fundamental knowledge of natural resources that are available in a given territorial area, prior to the evaluation of them. Gives the possibility to use them sustainably and make decisions when necessary, as in the recovery of certain environments or risk prevention. When the resources are not known, nor are valued as sustainable long-term resources it is common to want to convert this resource into a well with value added or, alternatively, remove the resource (simplify / demote) to leverage other resources.

The degradation of natural resources is a process that may have an anthropogenic origin and depends largely on the physical characteristics of the environment. Desertification is a broad concept that refers to different types of deterioration and degradation is the ultimate expression of degradation and refers to the deterioration of vegetation, soils, courses and water bodies, among others, on the main cause of human actions and climatic variations.

This doctoral thesis studies the environmental degradation in a particular sector of the province of Chaco. This service is specifically located in the southwest of the province, in an area over which significant changes have occurred or spatial variations in relation to the natural resources, under the advance of the agricultural frontier.

Analyzes for different methods and techniques in relation to the production of content were used. Tracks quantitative nature were developed statistical techniques for analyzing the physical characteristics of the study area, more precisely for analyzing input and spatiotemporal rainfall variations, subjects were also developed by using proprietary techniques Remote Sensing

and Remote Sensing, i.e. a geo-technological approach. Moreover, in other areas of analysis, we worked with qualitative methods and more specifically to the historical review of key or specific events that provide a framework for understanding spatial variations was used, which is intended to explain and quantify by quantitative methods. Thus, both methods are complementary and offer different perspectives on the same subject matter.

It was observed that in a particular environment the process of advancing agricultural frontier was conducted in a period of high rainfall. However it has a variable behavior that calls into question the environmental and economic sustainability of crops. Under this situation the study area changed the natural and anthropogenic coverage showing significant reductions in the original surfaces and led to the fragmentation of them tends to increase causing loss of connectivity and decrease its density. The native forest surfaces yielded crops and through that process the surfaces exposed to a potential risk of water erosion and general degradation is increased. In an economic historical context this process of transformation meant a paradigm shift production to one dominated by soybean cultivation stage. Across the clearing process as a means by which agricultural expansion was feasible highlighted. Towards the end of the study period was observed that deforestation fell sharply due to the small surface available to deforest, however the process continues on grassland areas.

ÍNDICE GENERAL

PREFACIO	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
ABSTRACT	<i>v</i>
ÍNDICE GENERAL	<i>vii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>xí</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>xviii</i>
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	<i>1</i>
1. PLANTEO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	<i>2</i>
2. ANTECEDENTES DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	<i>5</i>
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	<i>12</i>
4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO	<i>13</i>
5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	<i>13</i>
5.1. Objetivo general de investigación	<i>13</i>
5.2. Objetivos particulares	<i>13</i>
6. ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS	<i>14</i>
CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL SOBRE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN QUE ATRAVIESAN LOS ESPACIOS NATURALES ANTE EL AVANCE DE LA FRONTERA AGROPECUARIA	<i>17</i>
1. LA DESERTIFICACIÓN COMO MACRO-PROCESO PARA COMPRENDER LAS TRANSFORMACIONES DE LOS AMBIENTES NATURALES EN EL MUNDO	<i>18</i>
2. LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL	<i>18</i>
3. LOS PROCESOS DE LA DEGRADACIÓN VINCULADOS CON LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS	<i>19</i>
4. EL AVANCE DE LA FRONTERA AGROPECUARIA COMO FACTOR DETERMINANTE DE LOS CAMBIOS ESPACIALES Y LA DEGRADACIÓN EN EL AMBIENTE	<i>21</i>
5. LA DISMINUCIÓN DE LAS MASAS FORESTALES COMO PROCESO DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL	<i>23</i>
6. LOS SUELOS COMO INDICADORES POTENCIALES DE DEGRADACIÓN	<i>23</i>
7. LOS RECURSOS NATURALES	<i>24</i>
8. LA EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES A PARTIR DE LA PERCEPCIÓN REMOTA	<i>26</i>
9. LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN LA DETERMINACIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	<i>27</i>

CAPÍTULO III: FUENTES DE INFORMACIÓN, MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN LA INVESTIGACIÓN _____ 28

- 1. ENFOQUES INTERVINIENTES EN EL ANÁLISIS DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN _____ 29**
- 2. FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS EN LA INVESTIGACIÓN _____ 29**
- 3. PROCEDIMIENTOS, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN _____ 31**
 - 3.1. Análisis de los aportes y la variabilidad pluviométrica _____ 31
 - 3.2. Identificación y detección de cambios en las coberturas espaciales _____ 32
 - 3.3. Análisis de las coberturas espaciales y las características de los suelos _____ 33
 - 3.4. Análisis de la reducción y fragmentación de los espacios naturales _____ 34
 - 3.5. Análisis de los procesos histórico-económicos que inciden en la degradación ambiental _____ 34

CAPÍTULO IV: EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO COMO CASO DE ESTUDIO: CARACTERÍSTICAS GENERALES _____ 36

- 1. DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN _____ 37**
- 2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS ASOCIADAS A LOS ESPACIOS AGRARIOS _____ 39**
- 3. CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRECIPITACIONES _____ 54**
- 4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EXISTENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE _____ 55**
- 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO _____ 58**
- 6. LAS PRINCIPALES FORMACIONES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO _____ 59**

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES Y SU VARIABILIDAD TEMPORAL COMO PROCESO INCIDENTE EN LA DEGRADACIÓN _____ 62

- 1. LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES COMO FACTOR INCIDENTE EN LA DEGRADACIÓN DEL AMBIENTE EN EL SUROESTE CHAQUEÑO _____ 63**
 - 1.1. Las precipitaciones en el suroeste chaqueño: características medias generales _____ 63
 - 1.2. Las precipitaciones en el suroeste chaqueño: características medias estacionales _____ 66
 - 1.3. Aportes pluviométricos estacionales de las precipitaciones en el suroeste chaqueño entre 1955 y 2009 _____ 69
 - 1.3.1. Aporte pluviométrico medio por estación pluviométrica según período _____ 69
 - 1.3.2. Aporte pluviométrico por estaciones térmicas durante el período (1989-2009) _____ 71
- 2. LA VARIABILIDAD TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL SUROESTE CHAQUEÑO, DESDE 1955 A 2009 _____ 84**
 - 2.1. La variabilidad interanual de las precipitaciones en el suroeste chaqueño _____ 89

CAPÍTULO VI: DETECCIÓN DE COBERTURAS Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS ESPACIALES OCURRIDOS EN EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO EN 1987 Y 2011 _____ **94**

1. ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS ESPACIALES OCURRIDOS EN EL SUROESTE CHAQUEÑO EN 1987 Y 2011 _____ **95**

- 1.1. Cambios espaciales en las coberturas del suroeste chaqueño en 1987 y 2011 ___ 95
 - 1.1.1. El estado de las coberturas para el año 1987 _____ 96
 - 1.1.2. El estado de las coberturas para el año 2011 _____ 97
- 1.2. La variación de las coberturas entre los períodos 1987-2011 _____ 99
- 1.3. El aumento de las superficies destinadas a los cultivos y la reducción de los bosques _____ 102
- 1.4. Determinación de cambios en las cubiertas clasificadas entre los años 1987 y 2011 _____ 105

CAPÍTULO VII: LA DISPOSICIÓN DE LAS COBERTURAS ESPACIALES Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LOS USOS ACTUALES _____ **113**

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO _____ **114**

2. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL SUROESTE CHAQUEÑO CON LAS COBERTURAS ESPACIALES (1987 Y 2011)
124

- 2.1. Comparación entre las coberturas espaciales y los órdenes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011) _____ 125
- 2.2. Comparación entre las coberturas espaciales y las limitantes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011) _____ 127
- 2.3. Comparación entre las coberturas espaciales y la erosión hídrica en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011) _____ 131
- 2.4. Comparación entre las coberturas espaciales y las capacidades de uso de los suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011) _____ 134

CAPÍTULO VIII: LA REDUCCIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES EN RELACIÓN CON LAS TRANSFORMACIONES TERRITORIALES Y EL AVANCE AGRÍCOLA EN EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO _____ **138**

1. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA ANTROPOGÉNICA CULTIVOS ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO _____ **139**

2. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA NATURAL DE BOSQUE NATIVO ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO _____ **146**

3. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA NATURAL DE PASTIZAL ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO _____ **154**

CAPÍTULO IX: ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HISTÓRICO ECONÓMICAS QUE INCIDIERON EN LA DEGRADACIÓN DEL AMBIENTE EN EL SUROESTE CHAQUEÑO _____ **164**

1. EVOLUCIÓN, DIVERSIFICACIÓN Y PREDOMINIO DE LOS CULTIVOS EN LA PROVINCIA DE CHACO. EL AVANCE AGRÍCOLA DESDE LAS ESTADÍSTICAS	165
2. EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DURANTE LA ÚLTIMA EXPANSIÓN AGRÍCOLA	169
3. LA DEFORESTACIÓN EN LA PROVINCIA DE CHACO ENTRE 1976 Y 2012	170
CONCLUSIONES	177
BIBLIOGRAFÍA	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el contexto nacional y provincial. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la cartografía ofrecida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). _____	4
Figura 2. Estructura general de la tesis. Fuente: Insaurralde Juan Ariel _____	16
Figura 3. Distribución de la población para el año 1991. Fuente: Insaurralde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 1991. _____	37
Figura 4. Distribución de la población para el año 2010. Fuente: Insaurralde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 2010. _____	38
Figura 5. Población por localidad, año 1991. Fuente: Insaurralde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 1991. _____	39
Figura 6. Superficies total de las explotaciones agropecuarias (EAP) en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	40
Figura 7. Cantidad total de las explotaciones agropecuarias (EAP) por departamentos. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	41
Figura 8. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	42
Figura 9. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias con cultivos anuales (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	43
Figura 10. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias con cultivos perennes (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	44
Figura 11. Total de superficie implantada con forrajeras anuales en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	45
Figura 12. Total de superficies implantada con forrajeras perennes en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	46
Figura 13. Total superficies implantada con bosque/monte en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	47
Figura 14. Total de superficie destinada a otros usos en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	48
Figura 15. Total de superficie con pastizales en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	49
Figura 16. Total superficies con bosque/monte espontáneo en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008. _____	50

Figura 17. Total de superficie considerada como aptas no utilizadas en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.	51
Figura 18. Total de superficie considerada como no aptas en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.	52
Figura 19. Red de acueductos actuales y proyectados. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos cartográficos ofrecidos por la Administración Provincial del Agua de la provincia de Chaco (APA)	53
Figura 20. Red vial del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la cartografía ofrecida por la Dirección Provincial de Vialidad (Chaco).	54
Figura 21. Distribución media anual de las precipitaciones. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.	55
Figura 22. Unidades geomorfológicas en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica del Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.	56
Figura 23. Relieve y curvas de nivel en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.	57
Figura 24. Áreas de pendientes medias en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.	58
Figura 25. Ordenes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA).	59
Figura 26. Las grandes unidades de vegetación y ambiente en el suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel adaptado de Morello, Jorge (1968) "La vegetación de la República Argentina"	60
Figura 27. La vegetación del Parque Chaqueño en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel adaptado de Ragonesse, Arturo y Castiglioni, Julio (1970). "La vegetación del Parque Chaqueño"	61
Figura 28. Estaciones pluviométricas del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).	64
Figura 29. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	75
Figura 30. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Chorotis entre 1955 y 2008. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	75
Figura 31. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Corzuela entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	75
Figura 32. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	76

Figura 33. Proporción de precipitaciones de verano para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	76
Figura 34. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	76
Figura 35. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	77
Figura 36. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	77
Figura 37. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Chorotis entre 1955 y 2008. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	77
Figura 38. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Corzuela entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	78
Figura 39. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	78
Figura 40. Proporción de precipitaciones de verano para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	78
Figura 41. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	79
Figura 42. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	79
Figura 43. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	79
Figura 44. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Chorotis entre 1955 y 2008. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	80
Figura 45. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Corzuela entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	80
Figura 46. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	80
Figura 47. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	81
Figura 48. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	81
Figura 49. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	81

Figura 50. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	82
Figura 51. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Chorotis entre 1955 y 2008. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	82
Figura 52. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Corzuela entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	82
Figura 53. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	83
Figura 54. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	83
Figura 55. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	83
Figura 56. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	84
Figura 57. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Charata. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	85
Figura 58. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2008) para la estación Chorotis. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	86
Figura 59. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Corzuela. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	86
Figura 60. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Gancedo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	87
Figura 61. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación General Pinedo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	87
Figura 62. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación de Hermoso Campo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	88
Figura 63. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Las Breñas. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	88
Figura 64. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Charata (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	90
Figura 65. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Chorotis (1955 – 2008). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	90
Figura 66. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Corzuela (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	91

Figura 67. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Gancedo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	91
Figura 68. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica General Pinedo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	92
Figura 69. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Hermoso Campo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	92
Figura 70. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Las Breñas (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).	93
Figura 71. Imagen satelital Landsat 5 TM RGB 543 correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	97
Figura 72. Imagen satelital Landsat 5 TM RGB 543 correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	99
Figura 73. Imagen clasificada correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	101
Figura 74. Imagen clasificada correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	102
Figura 75. Cobertura de bosque nativo correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	103
Figura 76. Cobertura de bosque nativo correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	104
Figura 77. Evolución de la cobertura de bosque nativo de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	107
Figura 78. Evolución de la cobertura de cultivos de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	107
Figura 79. Evolución de la cobertura de suelo desnudo de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	108
Figura 80. Evolución de la cobertura de pastizal de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	108
Figura 81. Evolución de la cobertura de cuerpo de agua de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	109
Figura 82. Evolución de la cobertura de áreas húmedas de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	109

Figura 83. Mapa de cambio de coberturas (1987 - 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	110
Figura 84. Mapa de permanencia de coberturas (1987 - 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.	111
Figura 85. Ordenes de suelo del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	115
Figura 86. Limitante principal de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	116
Figura 87. Erosión hídrica actuante de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	117
Figura 88. Índice de productividad de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	118
Figura 89. Capacidades de uso de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	120
Figura 90. Índice de riesgo potencial de degradación de los suelos en el suroeste chaquelo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel.	123
Figura 91. Conectividad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	140
Figura 92. Densidad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	141
Figura 93. Conectividad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	142
Figura 94. Densidad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	143
Figura 95. Fragmentación de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	144
Figura 96. Fragmentación de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	145
Figura 97. Conectividad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	148
Figura 98. Conectividad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	149
Figura 99. Densidad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	150
Figura 100. Densidad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	151
Figura 101. Fragmentación de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	152
Figura 102. Fragmentación de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	153
Figura 103. Conectividad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	156

Figura 104. Conectividad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	157
Figura 105. Densidad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	158
Figura 106. Densidad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	159
Figura 107. Fragmentación de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	160
Figura 108. Fragmentación de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.	161
Figura 109. Superficie implantada de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	166
Figura 110. Superficie cosechada de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	167
Figura 111. Producción (en toneladas) de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	168
Figura 112. Rendimiento (kg/ha) de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	168
Figura 113. Producción maderera de los departamentos del suroeste chaqueño (en toneladas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	169
Figura 114. Producción maderera de los departamentos del suroeste chaqueño desde 2000 a 2010. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.	170
Figura 115. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1976. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).	171
Figura 116. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1986. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).	172
Figura 117. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1996. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).	173
Figura 118. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 2000. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).	174
Figura 119. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 2010. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores según variabilidad pluviométrica por medio de los quintiles _____	32
Tabla 2. Estaciones pluviométricas del suroeste chaqueño (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	63
Tabla 3. Medidas de tendencia central y de dispersión para las estaciones pluviométricas del suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	65
Tabla 4. Información estadística de precipitación (mm) de verano, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	67
Tabla 5. Información estadística de precipitación (mm) de otoño, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	67
Tabla 6. Información estadística de precipitación (mm) de invierno, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	68
Tabla 7. Información estadística de precipitación (mm) de primavera, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	69
Tabla 8. Promedio anual de precipitaciones para la estación de verano, otoño, invierno y primavera, para las estaciones pluviométricas del área de estudio (1955 - 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	70
Tabla 9. Promedio anual de precipitaciones para la estación de verano, otoño, invierno y primavera en porcentaje, para las estaciones pluviométricas del área de estudio (1955 - 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA). _____	71
Tabla 10. Tabulación cruzada de las coberturas correspondientes al año 1987 y 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer. _____	106
Tabla 11 Cambios totales y hacia otras coberturas (en ha y %). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer. _____	107
Tabla 12. Superficies de cambio y de permanencia de las coberturas espaciales identificadas (1987- 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer. _____	112
Tabla 13. Evaluación multicriterio del riesgo potencial de degradación de los suelos en el suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel. _____	122
Tabla 14. Comparación entre coberturas y órdenes de suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) _____	125
Tabla 15. Comparación entre coberturas y órdenes de suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) _____	125
Tabla 16. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y órdenes de suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). _____	126

Tabla 17. Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y órdenes de suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	126
Tabla 18. Comparación entre coberturas y limitantes principales del suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	128
Tabla 19. Comparación entre coberturas y limitantes principales del suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	128
Tabla 20. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y limitantes del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	129
Tabla 21 . Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y limitantes del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	129
Tabla 22. Comparación entre coberturas y la erosión hídrica superficial del suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	132
Tabla 23. Comparación entre coberturas y la erosión hídrica superficial del suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	132
Tabla 24. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y la erosión hídrica del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	132
Tabla 25. Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y la erosión hídrica del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	132
Tabla 26. Comparación entre coberturas y capacidades de uso suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	135
Tabla 27. Comparación entre coberturas y capacidades de uso suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	135
Tabla 28. Diferencia absoluta de la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	135
Tabla 29. Diferencia porcentual de la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	135
Tabla 30. Fragmentación de la cobertura de cultivo 1987	146
Tabla 31. Fragmentación de la cobertura cultivo 2011	146
Tabla 32. Fragmentación de la cobertura de bosque nativo en 1987.	154
Tabla 33. Fragmentación de la cobertura de bosque nativo en 1987.	154
Tabla 34. Fragmentación de la cobertura de pastizal en 1987.	162
Tabla 35. Fragmentación de la cobertura de pastizal en 2011.	162

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realizó una introducción al tema de investigación concerniente a la degradación de las áreas naturales vinculadas con el proceso de expansión de las áreas agrícola y los cambios espaciales. Se abordó la situación de esta problemática a nivel internacional, nacional y regional. Se plantearon los antecedentes del tema de investigación con hincapié en los de escala local y los relacionados metodológicamente y espacialmente. Se justificó el tema de investigación según la pertinencia y vigencia de la problemática propuesta. Por su parte, la hipótesis de trabajo conformó la guía central que orientó el proceso de investigación hacia el desarrollo de los resultados probatorios de los supuestos planteados. Se fijaron objetivos tanto generales como particulares que se transformaron en actividades a realizar y plasmar como resultados para comprobar a la hipótesis planteada. Finalmente, con el objetivo de presentar la organización general de esta investigación, se presentó un esquema general de estructura de la Tesis.

1. PLANTEO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del tiempo las diferentes regiones del país han desarrollado sus sistemas económicos sobre la base de los recursos naturales y a la tecnología disponible de la época. La transición de estas regiones de un modelo de subsistencia hacia uno agroexportador generó profundas transformaciones en el modo de apropiación de los recursos naturales, lo que derivó en una mayor presión sobre los mismos, a su vez que intensificó su apropiación y utilización sin que este proceso implique una lógica de reposición, recuperación o protección. Las regiones económicas del país se desarrollaron con marcadas diferencias según el contexto nacional e internacional y la importancia económica, política y estratégica que presentó cada una de ellas.

La región del Nordeste Argentino (NEA) integrada por las provincias de Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones se inició económicamente con carácter de subsistencia y evolucionó a una economía agroexportadora en donde la actividad principal se focalizó en la explotación forestal, desarrollo agrícola y ganadero. La provincia de Chaco, se insertó en el modelo agroexportador con la exportación de extracto de tanino de quebracho colorado con una elevada relevancia en el comercio internacional (Zarilli, 2004). La necesidad de satisfacer demandas económicas internacionales llevó a la explotación de los recursos forestales existentes en la provincia de Chaco con una modalidad netamente extractiva. Zarilli (2004) destaca que existieron tres variables que dinamizaron la integración de esta región en la economía nacional: la demanda externa, la participación de capitales extranjeros y la apropiación de tierras.

Esta provincia estuvo sujeta a diversos ciclos productivos que transformaron el espacio geográfico en diferentes momentos de la historia. Guido Miranda (2005) hace referencia a tres ciclos fundamentales en el desarrollo de la provincia de Chaco: etapa de fundación, ciclo de la explotación forestal y del tanino y finalmente el ciclo del algodón. A estos se debe agregar la etapa de crisis del algodón, como la posterior diversificación de los cultivos y la intensificación del monocultivo de la soja (Manoiloff; 2001; 2005).

En los últimos años la intensificación del modelo agroproductivo en conjunto con determinadas condiciones climáticas favorables posibilitaron el

avance de la frontera agropecuaria hacia nuevos espacios (Adámoli *et al.*, 2008; Zarilli, 2010; Reboratti 2010). Dicho proceso de carácter nacional se manifestó como núcleos y frentes de expansión que se iniciaron en la década de los 80 y rápidamente alcanzaron los límites con Bolivia transformando los ambientes naturales preexistentes en campos de monocultivo (Reboratti, 1992).

El escenario de análisis sobre el cual se desarrollaron estas problemáticas corresponde al sector suroeste de la provincia de Chaco (Figura 1) la cual limita al oeste con la provincia de Santiago del Estero y al sur con la provincia de Santa Fe. Este sitio conformó uno de los núcleos de avance de la explotación agrícola a nivel nacional que presenta la particularidad de estar localizado en un área considerada como no tradicional para la agricultura (Adámoli *et al.*, 2008; Manoiloff; 2001; 2005). Además, el área se vio favorecida por el desplazamiento hacia el oeste de la isohieta de 800 mm, lo cual permitió la intensificación de dicho avance (Pérez, 2004). A pesar de estas características pluviométricas, el área se localiza en una zona con déficit hídrico y gran variabilidad pluviométrica (Geográfica, 2007).

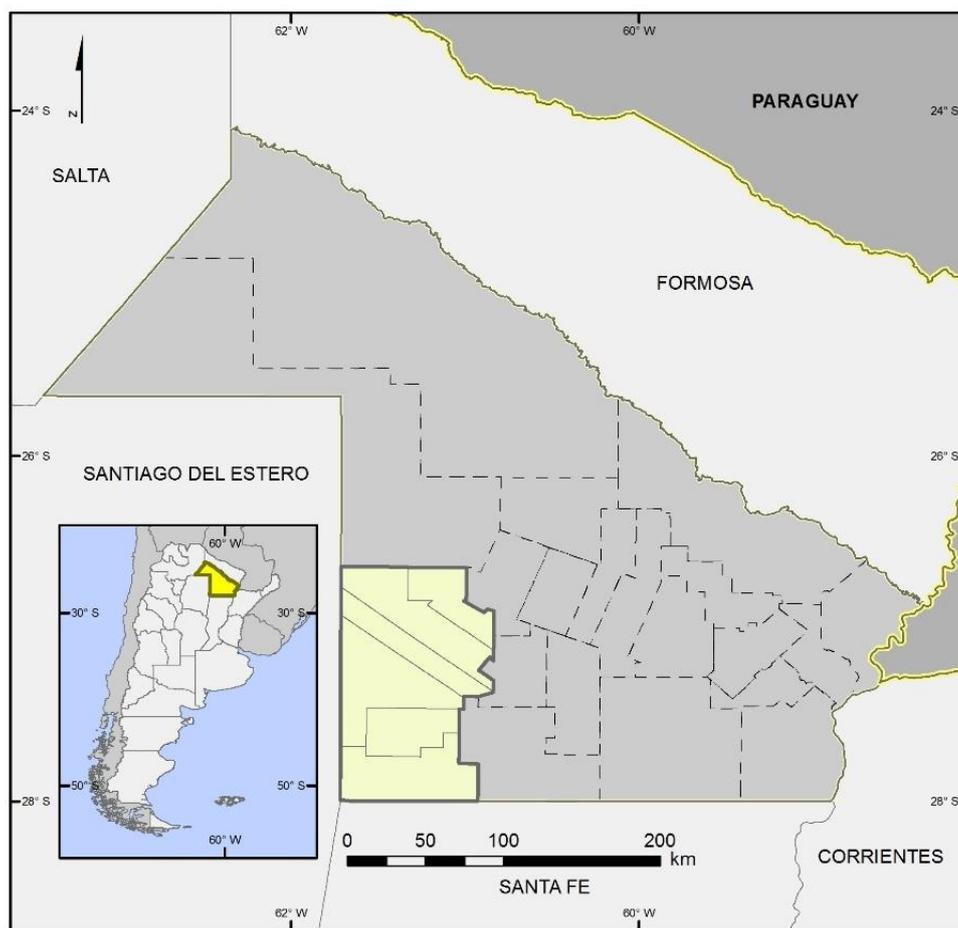


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el contexto nacional y provincial. Fuente: Insaurrealde Juan Ariel sobre la base de la cartografía ofrecida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El proceso de avance agrícola supuso la utilización de espacios rurales ocupados por otros cultivos con mejores perspectivas económicas, entre ellos la soja (Reboratti, 2010a). Pero además significó la ampliación del espacio agroproductivo por medio de la práctica de los desmontes (Manoiloff, 2001; Torre Gerdali, 2004). Esta modalidad de ocupación supone el pasaje de un sistema natural a un sistema artificial controlado, denominado agroecosistema (Reboratti, 200) destinado a la satisfacción de una necesidad específica, en donde la complejidad del sistema original se ve reducido o simplificado y queda expuesto a riesgos derivados de las prácticas de manejo sobre la base de las características físicas del entorno. Además, las transformaciones ocurridas se desarrollaron en ausencia de normativas o políticas de explotación y uso, propiciando la degradación de los ambientes naturales (Zarilli, 2010; Adámoli *et al.*, 2008; Pértile, 2004; Torre Gerdali, 2004).

Sobre la base de lo expuesto, la presente investigación conforma un estudio sobre la transformación y degradación de los ambientes naturales del sector suroeste de la provincia de Chaco, vinculados con el proceso de expansión agrícola. En este sentido, se pretende determinar cuáles fueron los mecanismos por los cuales se produjeron cambios en el espacio y a su vez evaluar las magnitudes de dichas variaciones y su impacto sobre los recursos naturales existentes.

Por tal motivo esta investigación se centra en la evaluación de la degradación de los ambientes naturales a partir del análisis de los aspectos físicos y económicos incidentes, como así también la dimensión histórica de dicha problemática. El énfasis se posiciona en la detección de cambios espaciales y su comparación con los elementos analizados a fin de establecer relaciones causa efecto y determinar riesgos asociados a tales variaciones.

2. ANTECEDENTES DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

La degradación de los ambientes comprende una temática de análisis ampliamente estudiada en diferentes disciplinas científicas y su aplicación en diferentes espacios de la superficie terrestre constituye un antecedente fundamental que pone en evidencia la importancia de abordar dicha temática para la mejora de la calidad ambiental y para la correcta gestión de los recursos naturales. Como resultado se pueden apreciar las diferentes producciones científicas que plantean conceptos como el de degradación, erosión, variabilidad pluviométrica y otros que se encuentran vinculados a esta investigación.

A nivel internacional la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) corresponde el antecedente más importante en relación con este tema de análisis, dado que definió, mediante consenso entre los miembros de la Convención, los conceptos de desertificación, degradación y sequía, a la vez que instrumentó los acuerdos necesarios para la práctica de soluciones ante el problema de la desertificación a nivel mundial. Su atención se centró, principalmente, en las regiones desérticas, subdesérticas y subhúmedas secas que se encuentran afectadas por estos procesos. Además presentó normativas particulares para diferentes sectores del mundo, tales como África,

Asia, América Latina y el Caribe y el Mediterráneo Norte Europeo. El área de estudio de esta investigación se ubica en una región subhúmeda seca, con lo cual el instrumento normativo se aplica de forma pertinente sobre los estudios referentes a estas temáticas.

Otro aspecto de importancia para el análisis de la degradación ambiental es el estudio de la variación de las coberturas y en particular de la cobertura natural, para ello se valen de técnicas de análisis de teledetección y específicamente detección de cambios en las coberturas, conocidas en la literatura inglesa como "*land cover change*". Lambin *et al.* (2006) analizaron la implementación de esta técnica a nivel global haciendo un recorrido histórico de los cambios más importantes en el planeta durante el último milenio y períodos más cortos de tiempo. Pero además se enfocaron en la detección de cambios sobre coberturas específicas como la forestal, agrícola, pastizal, urbana y de áreas secas o desiertos. Frau *et al.* (2006) destacaron la importancia que conlleva para la planificación de las actividades forestales o vinculadas a la misma por parte de la nación, la evaluación del estado de conservación de los bosques nativos, todo ello mediante el uso de técnicas de teledetección y de Sistemas de Información Geográficas (SIG). Navone (2003) propuso diferentes métodos de trabajo a partir de la utilización de las imágenes de los sensores remotos para la resolución de problemas relacionados con el monitoreo y gestión de los recursos naturales, entre los cuales se puede mencionar el uso de la tierra y los métodos de clasificación, monitoreo de propiedades edáficas, evaluación de inundaciones y aplicación de sistemas de alerta temprana ante los procesos de desertificación.

La evaluación de la desertificación se basa en la utilización de indicadores biofísicos que permitan la identificación de procesos, entre los mismos se destacan la evaluación del estado de los componentes físicos mediante imágenes satelitales (Abraham *et al.*, 2003). Estos autores consideraron a la temporalidad como elemento fundamental para la identificación de procesos tales como la remoción de la cobertura vegetal o el desplazamiento de dunas hacia zonas agrícolas. También se hicieron hincapié en la necesidad de contar con indicadores socio-económicos relacionados con la desertificación y la degradación de las tierras, como por ejemplo el régimen de tenencia de las

tierras, sobre lo cual concluyen que los grandes emprendimientos, destinados a monocultivos, son más propensos a la degradación.

Establecer relaciones entre la información agrometeorológica y los cambios espaciales generados mediante técnicas de teledetección resulta un beneficio para la evaluación de los procesos de degradación y desertificación. Boletta (2001) evaluó los procesos de desertificación en la región del Chaco Seco, correspondiente al Departamento Moreno de la provincia de Santiago del Estero y destacó la utilización de indicadores de sequía para identificar las condiciones pluviométricas que forman parte del proceso de desertificación. El uso de la información satelital permitió a este autor identificar las áreas transformadas, tomando como argumento que estas se predisponen a la degradación del ambiente en cuanto a los componentes edáficos y biológicos y que contribuyen al proceso de desertificación.

Otra temática que se relaciona con la degradación del ambiente es la variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones. Pérez (2009) analizó las variaciones temporales de las precipitaciones en el Nordeste Argentino mediante el empleo de las anomalías pluviométricas. Su análisis determinó que para el período estudiado (1931 a 2005) existió una tendencia positiva en el comportamiento de las precipitaciones con fluctuaciones interdecenales en las cuales existen períodos marcadamente secos (1931/1940 y 1941/1950) y muy húmedos o lluviosos (1981/90 y 1991/2000). Sostuvo, además, que dicho aumento ha sido más acentuado hacia finales del siglo XX. A estas variaciones la denominó fluctuaciones climáticas e infirió que su comportamiento guarda relación con factores dinámicos ligados a la circulación de la atmósfera y que no se relaciona con un posible cambio climático. Gómez (2011) analizó los períodos secos en la provincia de Chaco entre los años 1957 y 2005, determinó que en todo el territorio provincial existió entre 1960-1970 un período seco marcado y que hacia finales del período estudiado se evidencia una tendencia descendente de los montos pluviométricos que determinan momentos de sequías con consecuencias económicas y sociales en toda la provincia y en particular en el sector oeste de la misma. Por su parte Gómez y Pérez (2011) estudiaron las variaciones pluviométricas en la provincia de Chaco para el período que se encuentra entre 1955 a 2009. Identificaron que para el último decenio los montos

pluviométricos presentaron tendencias negativas, con lo cual instauraron la idea de un probable ingreso a un período seco con variaciones en su intensidad según la ubicación espacial dentro de la provincia.

El avance de la frontera agropecuaria es un proceso que se beneficia con el aumento de la disponibilidad pluviométrica y se relaciona con factores económicos. Dicho proceso implica un impacto hacia el ambiente. A nivel nacional Viglizzo y Jobbágy (2010) identificaron diferentes frentes de avance, estacionales y de retroceso de la agricultura como también núcleos de mayor densidad de cultivos. Señalaron que los frentes de expansión han sido posibles gracias a la aplicación de nuevas tecnologías en la producción. Determinaron que un punto clave en la expansión agrícola es el *stock* de nutrientes y en especial el de fósforo (P). Justificaron que la expansión bajo una visión empresarial (*pools* de siembra) requirió de espacios con disponibilidad de este nutriente que se considera limitado o no renovable a corto plazo. También sostuvieron que se evidenciaron aumentos en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) los cuales se atribuyeron a la pérdida de vegetación y quema de biomasa y a la intensificación de procesos generadores de CH₄ y N₂O debido a la sobrecarga animal y al creciente uso de fertilizantes nitrogenados. Destacaron que el avance agrícola trajo aparejado un riesgo de intervención del hábitat que varía según cada eco-región, aunque manifestaron para todas ellas una tendencia ascendente. Esto trajo como consecuencia efectos sobre los servicios ecosistémicos que manifiestan un descenso continuo desde 1959 a 2005. Además, establecieron que las transformaciones productivas de los últimos 60 años (desde finales de la década de 1950 a principios del siglo XXI), luego de la conversión de las tierras naturales a espacios cultivados y la creciente utilización de insumos tecnológicos y empleo de nuevas prácticas agronómicas produjeron un mayor consumo de nutrientes como el nitrógeno (N) y fósforo (P) pero también una mayor pérdida de nutrientes (N y P) dando como resultado un balance negativo. A su vez disminuyó la contaminación por plaguicidas y la erosión del suelo, pero aumentó la intervención de los ecosistemas y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este tipo de antecedentes puso en evidencia los perjuicios o conflictos que se generan ante el proceso de avance, transformación e intensificación agrícola. Si bien en determinados

aspectos se trata de cuestiones de índole agronómica, la degradación a nivel químico del suelo, como así también los servicios ecosistémicos son aspectos de interés en la degradación del ambiente que en determinados análisis se hallan implícitos.

La variación de las coberturas y en particular las de origen natural es un tema de interés en la evaluación de la degradación. La detección de cambios espaciales es un análisis multitemporal en el que se identifican espacialmente y cuantifican las áreas sujetas a cambios. Esta variación en el tiempo en términos de pérdida, ganancia o permanencia de coberturas permite establecer magnitudes en las variaciones. Pero además, dicho estudio se constituye en la base para análisis posteriores. Montenegro *et al.* (2003) pertenecientes a la Dirección de Bosques de la Provincia de Chaco y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, confeccionaron un detallado informe sobre el estado de la situación forestal de la provincia de Chaco mediante el procesamiento de imágenes satelitales. Esta cartografía resultante comprendió una actualización de la información sobre el estado de esta cubierta, realizada por un organismo estatal. Dicha cartografía también se orientó a determinar la proporción de la deforestación y fragmentación de los bosques. Al respecto estos autores plantearon los conceptos de deforestación. Destacaron que este proceso presentó una alta variación espacial y que respondió a factores socioeconómicos y naturales. También definieron el concepto de fragmentación como una consecuencia de la pérdida de la superficie boscosa que altera las condiciones naturales del paisaje en detrimento de la continuidad espacial. Afirmaron que en la provincia se desarrollaron procesos de pérdida de la superficie boscosa debido al avance de la frontera agropecuaria y que la deforestación, con una tasa de $r = -0,57\%$ se encontró con valores superiores al promedio mundial. Señalan que la fragmentación contribuyó al aumento del riesgo de pérdida de biodiversidad y aumento de la probabilidad de desertificación. En este sentido Adámoli *et al.* (2008) analizaron el proceso de avance de la frontera agropecuaria en la región chaqueña con énfasis en las perspectivas y riesgos ambientales. Afirmaron que esta región presentó las mayores transformaciones en las superficies ante el proceso de expansión, el cual se halló concentrado en dos fajas transicionales de las cuales el Chaco Húmedo y el Semiárido corresponde al de mayor cambio

respecto del Chaco Semiárido y las Yungas. Sostuvieron que este proceso de expansión estuvo protagonizado por grandes y medianos productores los cuales no respondieron a ningún tipo de planificación y presentaron bajos controles estatales. Zarrilli (2010) coincide con esta afirmación al igual que Torre Geraldini (2004) quienes admitieron la existencia de un cambio en la óptica de producción como un pasaje del pequeño agricultor al mediano y gran productor con capitales extra-provinciales acompañados de nuevas tecnologías como las semillas transgénicas, la siembra directa y aplicación de herbicidas como el glifosato. También coincidieron en que el monocultivo de la soja sustituyó a otros cultivos y que este se extendió a nuevos territorios mediante la práctica de desmontes. Esta situación fue particularmente notoria a partir de la campaña agrícola de 1995/96. Para Adámoli *et al.* (2008) estas transformaciones tuvieron implicancias ambientales como la pérdida de áreas naturales por el proceso de eliminación y fragmentación de los hábitats con consecuencias negativas para las especies nativas que conforman el bosque chaqueño. Un caso particular correspondió a la reducción y fragmentación del bosque de los tres quebrachos, con serias dificultades para su conservación dado el nivel de reducción alcanzado. Pacha *et al.* (2007) estudiaron la fragmentación de la cobertura de bosque nativo de “Tres Quebrachos” en el área circundante a la localidad de Charata, provincia de Chaco. Mediante un estudio multitemporal llegaron a la conclusión de que el bosque nativo se ha reducido de 25.898 ha en 1957 a 14.917 ha en 2002 y además, identificaron que luego del proceso de transformación espacial de las coberturas, la fragmentación de las mismas aumentó a su vez que se produjo la desaparición de masas de bosque nativos. Por otra parte, Adámoli *et al.* (2008) en un análisis de cuantificación de la expansión agropecuaria destacaron el avance de la misma sobre zonas de riesgo climático donde las precipitaciones presentan gran variabilidad. Ante esto sostienen la posibilidad de desertificación y destacan los proyectos dirigidos a la conservación. Por esta razón plantean la necesidad de contar con un plan de ordenación territorial.

La evolución de los cultivos en la provincia de Chaco es un tema de análisis vinculado con los aspectos económicos por los que la provincia ha atravesado a lo largo de la historia agrícola. Su análisis permite establecer los momentos en los que se inician y desarrollan los cambios espaciales incluyendo

en estos los desmontes y la diversificación e intensificación de los cultivos. Pértile (2004) observó que el proceso de desmontes se inició a partir del período en el que se cultivaba algodón (1980-1990) pero que se acentuó en el período de diversificación y posterior intensificación del cultivo de la soja. Por su parte Zarrilli (2010) sostuvo que el proceso de expansión de la frontera agrícola se benefició por la existencia de perspectivas favorables en el mercado económico, como así también la disponibilidad de tierras aptas y de bajo precio a lo cual se le agrega el cambio cualitativo en el sistema de producción que pasó de un binomio productor-campo a empresario-campo junto con la introducción de las estrategias agrícolas como los “*pools*” de siembra. También se reconoció un desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales, al respecto utiliza el concepto de agroculturización como “...*el uso creciente y continuo de tierras para cultivos agrícolas en lugar de usos ganaderos o mixtos*” (Zarrilli, 2010: 144) acentuando la aparición de los “*feedlots*” (lotes de alimentación-engorde de ganado bajo una ganadería intensiva). Además “*También se asocia en la pampa a cambios tecnológicos, intensificación ganadera, expansión de la frontera agropecuaria hacia regiones extra-pampeanas, y, fuertemente relacionado con la sostenibilidad, la tendencia a producciones orientada al monocultivo, principalmente soja o la combinación soja-trigo*” (Zarrilli, 2010: 144).

Manoiloff (2001; 2005) realizó un profundo análisis sobre el cultivo del algodón, que formó parte de la historia agrícola chaqueña y destacó la importancia que este tuvo para la provincia durante un período de 30 años (1930 y 1960). Sostuvo que con el paso del tiempo y sumado a los diferentes problemas coyunturales, como meteorológicos se sustituyó el algodón por la soja en conjunto con la incorporación de otros cultivos alternativos. De esta manera se instaló un nuevo modelo agro-productivo y con ello las nuevas transformaciones territoriales que se produjeron a partir de 1990. Por su parte Brodersohn *et al.* (2009) describieron las diferentes etapas por las que atravesó el cultivo del algodón desde su incorporación en la economía nacional, pasando por períodos de ampliación de los mercados internos, de diversificación productiva y, por último, de crisis con una posterior transformación. Ofrecieron una actualización de la situación del cultivo del algodón, desde 1970 hasta 2010, remarcando los conflictos sociales y sus consecuencias negativas para las poblaciones locales,

dado que el cambio productivo generó inconvenientes como la exclusión de productores y el cambio en las relaciones empresariales, las cuales se tornaron asimétricas. Todas estas características generaron situaciones de inequidad, pobreza y exclusión de segmentos vulnerables, específicamente de aquellas familias rurales que no lograron insertarse en el nuevo esquema productivo, al respecto Pérez Carrera *et al.* (2008) reconocieron la existencia de problemas socioeconómicos derivados del proceso de avance de la frontera agropecuaria en la provincia de Santiago del Estero, con repercusiones sobre la población local, generando emigración y problemas de abastecimiento de agua y contaminación por deriva de agroquímicos.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El suroeste de la provincia de Chaco comprende un área sujeta a una reciente expansión agrícola en donde se produjeron procesos de degradación de las coberturas naturales. Los estudios que abordan estas temáticas son generalmente parciales y tratan temáticas puntuales de manera aislada. Es por ello que en esta investigación se analizaron diferentes aspectos que son considerados fundamentales para la comprensión integral del problema y se los relacionó para dar una explicación más amplia y profunda.

Por otra parte, no existen estudios específicos e integrales que planten esta temática para el área, siendo que la misma constituye un centro económico regional y por lo tanto adquiere un carácter dinámico mayor que otras áreas de la provincia.

El análisis realizado permitió la identificación de posibles áreas de conservación con lo cual se plasma una propuesta de intervención en el área que beneficie la protección de los espacios nativos ante la presión de transformación a la cual la misma se encuentra sujeta.

4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Considerando el período de estudio correspondiente a los años 1987 y 2011 existen procesos que sugieren un riesgo de degradación en el suroeste de la provincia de Chaco.

En el área de estudio se han producido importantes variaciones espaciales en sus coberturas naturales las cuales responden a las características físicas como así también decisiones a político-económicas.

Estas variaciones espaciales traen asociados riesgos de degradación atendiendo a las características propias del área de estudio, entre las cuales se encuentra la variabilidad pluviométrica, las características del suelo y la fragmentación del paisaje.

5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan los objetivos generales y particulares que plantea el desarrollo de la presente tesis.

5.1. Objetivo general de investigación

- Analizar procesos de degradación naturales y antropogénicos que inciden en la degradación ambiental en el occidente de la provincia de Chaco teniendo en cuenta el último ciclo de expansión agrícola entre 1987 y 2011.

5.2. Objetivos particulares

- Caracterizar climáticamente el área de estudio en cuanto a su dimensión temporal.
- Reconocer diferentes períodos de variabilidad climática entre los años 1955 y 2010.
- Comparar las características edáficas con las coberturas existentes en 1987 y 2011.
- Identificar las coberturas espaciales existentes en 1987 y 2011.
- Determinar la variación de las coberturas identificadas.

- Analizar la fragmentación del paisaje, con énfasis en la cobertura de bosque nativo en 1987 y 2011.
- Determinar la evolución espacial de la superficie cultivada.
- Analizar la evolución de los desmontes como práctica agrícola en el área de estudio.
- Contextualizar las situaciones históricas que favorecieron los procesos de transformación espacial.
- Estudiar las modificaciones de prácticas agropecuarias en el espacio occidental chaqueño.

6. ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS

La presente Tesis se encuentra organizada en ocho capítulos que versan sobre temas específicos en función al tema principal de investigación. Los capítulos primero y segundo conformaron la sección teórica, en la cual se expusieron las construcciones conceptuales para el planteo del tema de investigación. El capítulo tercero correspondió a la sección organizativa en la cual se describieron los pasos o secuencias que se siguieron en el proceso de investigación. El capítulo cuarto constituyó la sección descriptiva en la que se presentaron las características más importantes del área de estudio. Del quinto al octavo capítulo se desarrolló una sección analítica en la cual se estudiaron los procesos de degradación incidentes. Finalmente, la sección de conclusiones y propuestas sintetizaron los resultados obtenidos y aportaron propuestas de intervención.

En el primer capítulo, se presentaron las secciones correspondientes al planteo de la investigación, antecedentes del tema, justificación de la investigación, hipótesis del trabajo, objetivos de investigación y estructura de la tesis. Se trataron los aspectos que caracterizan esta investigación y se elaboró el objeto de investigación a la vez que se estableció la pertenencia de su estudio. En el segundo capítulo se presentó el marco conceptual, el cual está conformado por los conceptos e ideas de los autores considerados referentes al tema de análisis de la presente investigación. En el tercer capítulo se mencionó la fuente

de información como también los métodos y técnicas utilizados para el análisis de la información y la generación de los resultados.

En el cuarto capítulo se exhibió el caso de estudio y las características más destacadas del área de interés entre las que se encuentran las físicas, demográficas, económicas y de infraestructura. Estos aspectos, tratados para caracterizar el espacio de estudio, pretenden describir el escenario de análisis, pero a su vez conforman una primera aproximación analítica general al problema de investigación.

Desde el capítulo quinto al octavo, se avanza con la investigación desde una mirada analítica. En el quinto capítulo se presentaron los análisis y resultados alcanzados por la investigación sobre el tema específico de aportes pluviométricos estacionales y variabilidad pluviométrica en el área de estudio en el período de 1955 a 2010. En el sexto capítulo se expusieron los resultados alcanzados con el análisis de la detección de las coberturas y su análisis en la evolución temporal de las mismas entre los años 1987 y 2011. De este análisis se generó información de base para los posteriores estudios presentados en los capítulos séptimo y octavo. En el capítulo séptimo se analizó la fragmentación de las principales coberturas: cultivos, bosque nativo y pastizales. El octavo capítulo presenta los resultados de un análisis comparativo entre las coberturas espaciales identificadas para los años 1987 y 2011 y las características de los suelos. Dicho análisis plantea la idea de riesgo de degradación potencial de los suelos. En el noveno se presentan los resultados del análisis de los procesos históricos-económicos que inciden en la degradación ambiental en el área de estudio.

En el capítulo correspondiente a las conclusiones se presentaron las consideraciones finales más importantes alcanzadas en esta investigación. También se plantean propuestas de intervención orientadas a la conservación de áreas como potenciales sitios de reservas naturales.

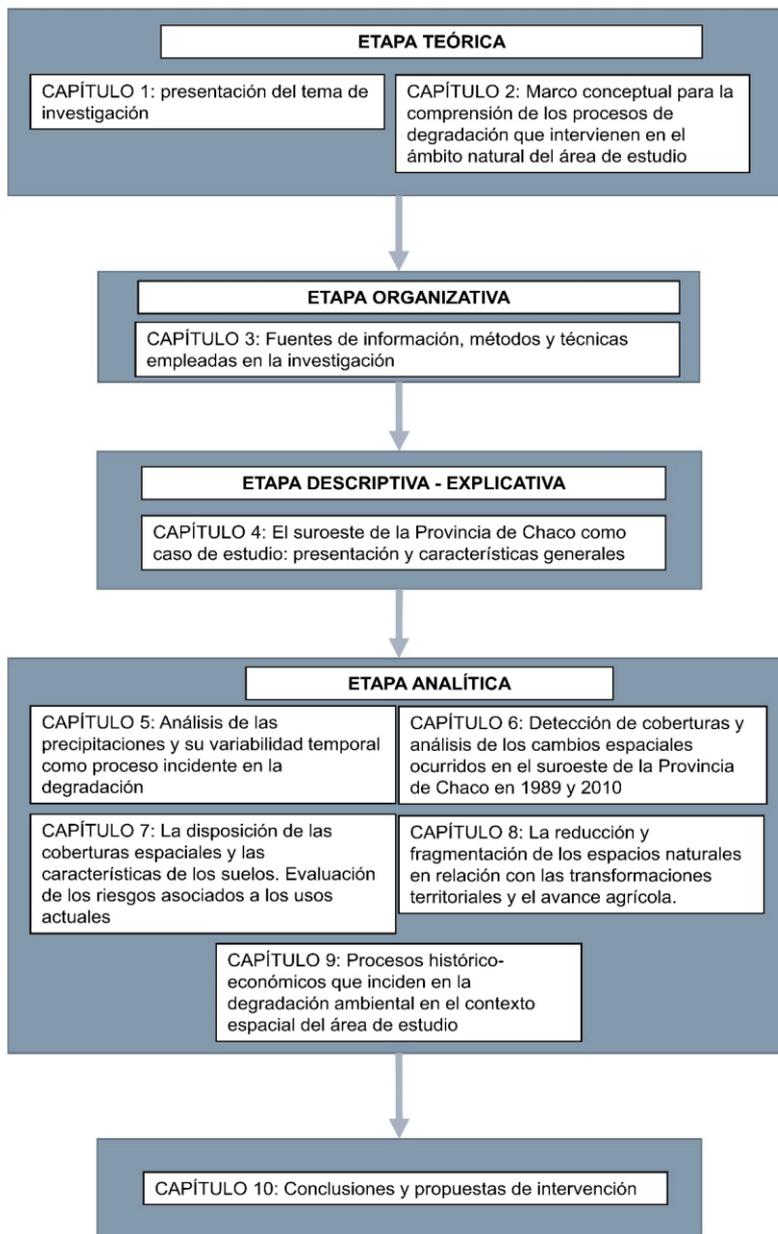


Figura 2. Estructura general de la tesis. Fuente: Insaurralde Juan Ariel

CAPÍTULO II:

MARCO CONCEPTUAL SOBRE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN QUE ATRAVIESAN LOS ESPACIOS NATURALES ANTE EL AVANCE DE LA FRONTERA AGROPECUARIA

En el presente capítulo se desarrolla el marco conceptual del tema de estudio. Se plantean los conceptos claves que permiten el análisis de los procesos de degradación del ambiente natural correspondiente al sector suroeste de la provincia de Chaco.

Los mismos intervienen de manera continua a lo largo de la investigación y son los enclaves fundamentales en los cuales se ha estructurada la presente tesis. Se plantean conceptos de desertificación, un macro concepto del cual se desprende el de degradación, riesgos asociados a las variaciones climáticas, deforestación, recursos naturales, transformaciones espaciales, coberturas espaciales, fragmentación y conservación.

1. LA DESERTIFICACIÓN COMO MACRO-PROCESO PARA COMPRENDER LAS TRANSFORMACIONES DE LOS AMBIENTES NATURALES EN EL MUNDO

Uno de los conceptos más importante en los que se sustenta esta tesis es el de desertificación. Se trata de un concepto amplio que plantea la existencia de un proceso complejo que afecta a diferentes zonas con características climáticas específicas. Tales procesos están vinculados con las características físicas del área y con las actividades antropogénicas que se realizan. Así, la Convención de las Naciones Unidas sobre la Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) define a la desertificación (Naciones Unidas, 1994: 5) “...como la degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”. Esta definición plantea la existencia de áreas sobre las cuales existe un riesgo o susceptibilidad a la degradación de las tierras, lo cual se define como (Naciones Unidas, 1994: 5) “...la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivos de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas ocasionadas en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por procesos o una combinación de procesos, incluidos los resultados de actividades humanas y pautas de poblamiento tales como: (i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua, (ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo y (iii) pérdida duradera de la vegetación natural”. En esta definición se hace referencia a la reducción de un sistema natural, el cual se encuentra en un estado de equilibrio determinado, por otro que adopta una estructura simplificada y se orienta hacia la generación de bienes de consumo.

2. LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La Real Academia Española (RAE, 2014) define, en su segunda acepción, la palabra degradar como la “acción de reducir o desgastar las cualidades inherentes a alguien o algo” en tanto que la degradación es el proceso por el cual

se degrada algo o alguien. Una definición geográfica del término lo enuncia como *“desgaste lento, continuo y destructivo del perfil del suelo como consecuencia de procesos físicos extremos (en especial por la acción fluvial). Sus efectos se aprecian fundamentalmente en el horizonte A”* (Viola Paso, 1986: 48). Si bien la definición de la RAE presenta un carácter general, mientras que la propuesta por Viola Paso (1986) hace hincapié en aspectos geomorfológicos, si se lo traslada al ámbito ecológico se podría afirmar que la degradación implica la transformación, simplificación, de un ecosistema natural mediante la acción natural y antropogénica. De ambas acciones la que más atención atrae es la antropogénica dado que implica un cambio inducido por el ser humano (Cancer Pomar, 1999).

La degradación se refiere a su efecto sobre determinadas áreas con características particulares. Se trata de zonas desérticas, semidesérticas y subhúmedas secas, en donde las características pluviométricas son de especial importancia dado que su disponibilidad genera eventos como sequías que llevan a los ambientes afectados a un estrés hídrico con severas consecuencias económicas. Al respecto la CNUCLD (Naciones Unidas, 1994: 5) define a la sequía como un fenómeno natural *“...que se produce cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando desequilibrios que perjudican los sistemas de producción de recursos de tierras”*.

La acción conjunta de los fenómenos naturales y las acciones antropogénicas ponen en riesgo la capacidad biológica de los recursos edáficos ante el riesgo de erosión, en particular de la hídrica que actúa con fuerza ante la ausencia de una cobertura vegetal.

3. LOS PROCESOS DE LA DEGRADACIÓN VINCULADOS CON LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS

La precipitación es *“...la fuente principal del ciclo hidrológico y puede definirse como el agua en forma líquida o sólida que alcanza la superficie terrestre...”* (Castillo y Sentís, 1996: 143). Se trata de un elemento fundamental para el desarrollo de la vegetación y de los cultivos al igual que la temperatura, pero a diferencia de esta, presenta variaciones tanto espaciales como

temporales más acentuadas y por ello su estudio es de gran importancia para la planificación agrícola, ya que ambos elementos determinan la configuración del medio natural e impactan directamente sobre la economía (Fernández García, 1996). Las variaciones en las precipitaciones constituyen un proceso que se relaciona con las variaciones espacio temporales de las precipitaciones y que según la intensidad de dichas variaciones se transforman en sequías. Las precipitaciones son para Fernández García (1996: 101) “...*el elemento climático que de manera más directa influye sobre el medio natural. Su ritmo temporal y su distribución espacial condicionan los ciclos agrícolas y la distribución de las principales especies vegetales y animales*”. Dado el carácter determinante que posee, el estudio de la variabilidad pluviométrica es de gran utilidad en cuestiones de planificación espacial, por ende, es de interés para el ámbito económico, dado que al afectar los ciclos agrícolas estos impactan sobre las economías y las poblaciones. Un caso particular sucedido en la provincia de Chaco, en la cual se inserta parte del área de estudio, es la crisis del sistema económico algodonero entre los años 1960 y 1990. Según Manoiloff (2001; 2005) dicho sistema productivo se vio afectado fuertemente por variables meteorológicas y por coyunturas político-económicas de orden nacional e internacional que ocasionaron problemas de diversos ámbitos. De esta forma se comprende que tanto los factores naturales, como las precipitaciones y antropogénicos pueden ocasionar consecuencias severas para las poblaciones locales derivando, a su vez, en problemas de orden socio económicos. Sala Sanjaume y Batalla Villanueva (1999: 65) explican que “...*el clima es uno de los componentes del medio natural, por lo que deben analizarse las relaciones existentes entre el clima y el resto de los componentes del medio. (...) Por ese motivo es necesario estudiar el clima en el medio ambiente como recurso y elemento del paisaje y a su vez como medio de percepción de impactos*”. Así una acción antropogénica puede, sumado a las características del clima, provocar diversos impactos que deben ser analizados en relación con otros elementos, como los edáficos y los biogeográficos, es decir, mediante la adopción de un enfoque sistémico.

La variabilidad pluviométrica es, según Fernández García (1996: 103-104) “...*el rasgo que mejor define a este elemento climático y adquiere especial*

relevancia en los climas de transición...”, “...la variabilidad es tanto espacial como temporal y está relacionada con la dinámica general de la atmósfera, de la que dependen el régimen pluviométrico anual y oscilaciones interanuales, y con la topografía y el relieve que introducen desequilibrios muy marcados en la distribución espacial de las precipitaciones.”.

El análisis de los quintiles comprende una medida de dispersión que indican los porcentajes de variación con respecto a la media (Puebla Gutiérrez *et al.*, 1995). El empleo de los mismos constituye el método recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para determinar períodos con sequía solamente tomando las estadísticas de la precipitación (Fernández García, 1996). Por otro lado se encuentra el análisis de las anomalías pluviométricas relativas. A partir de sus resultados es posible identificar los años que presentan una anomalía negativa e indican un período de menores registros pluviométricos y, por el contrario, aquellos que muestran una anomalía positiva e indican un período de mayor registro pluviométrico con relación a la media (normal). (Fernández García, 1996). La línea de media móvil suaviza las variaciones de las anomalías facilitando el reconocimiento de períodos de variabilidad positiva o negativa, brindando la posibilidad de establecer una tendencia en cuanto a la evolución de los montos pluviométricos.

Desde el punto de vista estadístico, el cálculo de la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación estacional, el sesgo y la curtosis permiten describir estas series temporales de precipitación (Ebdon, 1982; Gutiérrez Puebla *et al.*, 1995; Fernández García, 1996). Se trata de un análisis exploratorio básico que permite la caracterización de las series estadísticas.

4. EL AVANCE DE LA FRONTERA AGROPECUARIA COMO FACTOR DETERMINANTE DE LOS CAMBIOS ESPACIALES Y LA DEGRADACIÓN EN EL AMBIENTE

El avance de la frontera agropecuaria en la provincia de Chaco se relaciona con un aumento en los montos pluviométricos y en particular con la variación espacial de la precipitación, es decir, con el desplazamiento de las isohietas hacia el oeste. Manoiloff (2001 y 2005), Torre Geraldí (2004) y Pértile

(2004) consideran de importancia a la isohieta de 800 mm como referencia para los cultivos de secano, de allí que en los diferentes estudios se haga referencia a la misma. Además sostienen que dicho desplazamiento contribuyó a incorporar nuevos territorios agrícolas mediante las prácticas de desmontes y de reemplazo de cultivos por alternativos, con predominio del monocultivo de la soja. Esta situación se refleja en los análisis estadísticos de los principales cultivos y de las tasas de explotación forestal en la provincia. Por su parte la disponibilidad de precipitaciones se evidencia al analizar las anomalías pluviométricas relativas e identifica los momentos en que los montos pluviométricos son mayores o menores a lo normal.

El proceso de avance de la frontera agrícola se lo puede analizar a la luz de la evolución temporal de las superficies cultivadas, implantadas y el rendimiento de los principales cultivos para el área de estudio. En determinados momentos se advierten quiebres en los ritmos de cada cultivo en donde se da paso a una nueva organización del esquema productivo provincial. Los fundamentos de estas variaciones se los deben buscar dentro de un contexto situacional económico y político que favoreció a dicho proceso de transformación. Al respecto Zarrilli (2010) y otros autores, como Adámoli (2008) y Torre Gerdali (2004) destacan la particularidad con que este proceso se llevó a cabo, haciendo hincapié en la falta de control a los desmontes y los bajos costos de adquisición de terrenos para tales actividades. En particular Zarrilli (2010) destaca la transición de una lógica de producción que relaciona al productor con su propiedad, en donde el vínculo entre el agroecosistema y el sujeto-productor es mayor que un sistema constituido por una empresa, con capacidad económica y tecnológica superior al anterior y el campo en donde el vínculo o la relación es distante y netamente empresarial. Esto trae como consecuencia dos situaciones: por un lado, la expulsión de población ante los nuevos requerimientos del sistema productivo y el detrimento de la calidad de vida de la población rural y por otro lado la resistencia de pequeños y medianos productores arraigados a las costumbres del monocultivo del algodón (Brodersohn *et al.*, 2009; Valenzuela *et al.*, 2011).

5. LA DISMINUCIÓN DE LAS MASAS FORESTALES COMO PROCESO DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La pérdida de masa forestal es un proceso ligado a la evolución de las superficies implantadas con cultivos. Si bien no explican la totalidad de dicha relación existen fundamentos suficientes para correlacionarlas y determinar que la variación en las superficies forestales es consecuencia del aumento de las superficies cultivadas. Para Montenegro *et al.* (2003: 3) la deforestación *“...representa la pérdida de superficie de bosque debido al avance de la frontera agropecuaria y/o crecimiento urbano”*. Además, agrega que *“...este proceso presenta una alta variación espacial y responde a la combinación de factores socio-económicos y naturales que determinan la forma en que se produce”*. Por su parte Zarilli (2008: 95) sostiene que la deforestación es un proceso que *“...ocurre por pulsos asociados a momentos favorables para la expansión agrícola, ya sea por los precios de los productos agrícolas, cambios tecnológicos o contextos sociopolíticos”*. Agrega que *“...este tipo de prácticas agrícolas deteriora de tal manera que dicha transformación es de tipo permanente y de tal impacto que si las tierras fueran abandonadas, la recuperación del bosque nativo original no sería factible, generándose en algunos casos arbustales de escaso valor económico”*.

Otros autores como Adámoli (2008), Manoiloff (2002 y 2005), Torre Geraldí (2004) y Pértile (2004) describen la situación político-económica que permitió la expansión agrícola, con críticas al Estado por la falta de controles y regulación a esta actividad extractiva. Por otra parte, Derewicki (2000), Adámoli (2008), Zarrilli (2010) y otros autores han señalado que esta disminución en la superficie de los bosques nativos responde al proceso de avance agrícola y que tiene como marco de acción la tala indiscriminada. Este no es un problema menor en el ámbito de la conservación de los ambientes naturales.

6. LOS SUELOS COMO INDICADORES POTENCIALES DE DEGRADACIÓN

Las características de los suelos es otro de los elementos de importancia en lo que se refiere al estudio de los procesos de desertificación y degradación. Los suelos se definen según Lacoste y Salanon (1981) *“...como un complejo*

organomineral...”. Este complejo interactúa con los factores del clima y los seres vivos para dar como resultado una superficie blanda de espesor variable denominada suelo (Lacoste y Salanon, 1981). La interacción entre los elementos mantiene al suelo dentro de un determinado estado hasta que la remoción de la cobertura vegetal forestal altera el sistema original, con lo cual repercute en el comportamiento del sistema edafológico haciendo necesarios insumos para mantener el equilibrio. Esto sucede con la conversión de un ambiente natural a un agroecosistema manejado por el ser humano (Reboratti, 2000). Por otra parte, las características, como las limitantes, sus capacidades de uso, los riesgos de erosión, la profundidad y posición de los suelos, entre otras, se constituyen en buenos indicadores del estado y del riesgo potencial de erosión que estos presentan. Las limitantes del suelo reúnen un conjunto de características que restringen el uso de dichos suelos en el ámbito agrícola (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 1990). Particularmente estas características son de importancia para establecer relaciones entre la deforestación y el avance de la frontera agropecuaria, dado que la relación de estos elementos con el concepto de agroecosistema, como la simplificación de un sistema natural, trae como consecuencia la manifestación de factores limitantes o de riesgo, particularmente en las áreas agrícolas que se agregan mediante el avance de la frontera agropecuaria.

7. LOS RECURSOS NATURALES

Los recursos naturales se definen como conjuntos de elementos que se encuentran disponibles en el ambiente para la utilización de estos por parte del ser humano (Reboratti, 2000). Sostiene este autor (1999: 53) que *“para que un recurso sea considerado como tal, se necesitan dos factores: la existencia objetiva y concreta del mismo y la necesidad que tiene la sociedad de usarlo”*. Aquello que no es visto como un recurso, desde el punto de vista productivo, no es considerado como tal y por lo tanto debe ser apartado o eliminado del sistema ambiente. Este concepto recae en el de agroecosistema (simplificación) y a su vez se relaciona con los procesos de transformación ocasionados por el avance de la frontera agropecuaria. La actividad agrícola es considerada como el reemplazo de un ecosistema natural por otro manipulado por el ser humano

(Reboratti, 2000) orientado a la generación de una producción particular. El primer impacto que se produce es el de “neutralización” del ecosistema original, consistente en la eliminación de los elementos que no son necesarios en el sistema, posteriormente se realiza la introducción de elementos externos al sistema como plantas genéticamente modificadas acompañadas de productos químicos (Reboratti, 2000). Sostiene este autor que la agricultura genera cuatro impactos más o menos secuenciados, por un lado el agotamiento de los suelos, visto como la pérdida de nutrientes que se produce en el reemplazo del ambiente natural por el cultivo, en segundo lugar la degradación, entendida como la alteración de los componentes estructurales producidas por las malas prácticas de manejos del suelo, en tercer lugar la contaminación por deriva de agroquímicos y finalmente la erosión, entendida esta como la remoción de las capas del suelo.

Desde el punto de vista histórico, en la región chaqueña el aprovechamiento de los recursos forestales bajo un sistema de producción capitalista implicó en la práctica, la destrucción ecológica, la sobre explotación de los recursos naturales y la degradación ambiental. Dicha modalidad de producción implicó un “...*desajuste entre los ritmos de extracción, explotación y transformación de los recursos naturales y las condiciones ecológicas para su conservación, regeneración y aprovechamiento sustentable*” (Zarilli, 2000: 21).

El recurso forestal es visto como un impedimento para el desarrollo de otras actividades económicas que requieren del suelo y por lo tanto es eliminado mediante la práctica de los desmontes para luego incorporar cultivos y agroquímicos que pretenden mantener en equilibrio al sistema controlado. La nueva “...*racionalidad económica aparece asociada con patrones tecnológicos que tienden a uniformar la explotación y a reducir la biodiversidad*” (Zarilli, 2000: 21). En este sentido el conocimiento de las características de los suelos y la evolución espacio temporal de las masas forestales permiten hallar una explicación del modo en que se utilizan dichos recursos y de los riesgos que traen aparejados.

8. LA EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES A PARTIR DE LA PERCEPCIÓN REMOTA

La evaluación de las masas boscosas es un tema fundamental en el conocimiento del uso de los recursos naturales. La evolución tanto espacial como temporal de las coberturas espaciales y en particular las masas forestales resultan de gran utilidad para explicar el proceso de transformación ante el avance de la frontera agropecuaria. La teledetección o percepción remota es el método que mejor se ajusta a la observación de los recursos naturales y a su vez permite el análisis de su estructura y evolución temporal y espacial. Se vale de técnicas geo-estadísticas que permiten cuantificar con precisión las variaciones espaciales en cada cobertura identificada.

Se entiende por cobertura a aquella superficie que es observada desde un satélite y que dadas sus características se diferencia de otras coberturas en función de su respuesta espectral (Pinilla, 1995; Chuvieco, 2002; Eastman, 2003, 2012; Chandra Giri, 2012). Este principio es el que permite la identificación correcta de las coberturas. Por otro lado, la evaluación de las transformaciones se realiza mediante técnicas de análisis multitemporal (Pinilla, 1995; Chuvieco, 2002; Santos Preciado y Matesanz, 2006; Zhilin Li y Valtsavias, 2008; Eastman, 2003, 2012; Chandra Giri, 2012), en donde se comparan dos situaciones correspondientes a una etapa inicial y otra final y mediante técnicas de tabulación cruzada se calculan los valores de cambios y permanencias de las coberturas. De esta manera es posible la utilización de la información generada con técnicas de teledetección para establecer relaciones con las características de los suelos, a través de un análisis de superposición cualitativa de información cartográfica. Así que explican y justifican las transformaciones y los riesgos asociados a los mismos.

La clasificación cruzada “*cross-tab*” es una técnica estadística comparativa para datos cualitativos, como, por ejemplo, las imágenes clasificadas (Eastman, 2003; 2012), con ella se puede contabilizar las superficies de cambio o permanencia de una determinada cubierta, a su vez se puede conocer tanto el origen como destino (pérdida y ganancia) de esa porción de cobertura en su evolución temporal.

9. LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN LA DETERMINACIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

La ecología del paisaje es una perspectiva de análisis transdisciplinaria que pretende reconocer y, mediante ello, ayudar a resolver problemas ambientales orientados a la conservación de los espacios naturales. Analiza “...las características estructurales y morfológicas que componen un territorio en un momento determinado y/o su evolución a lo largo del tiempo, infiriendo a su vez la incidencia a nivel funcional ecológico.” (Subirós Vila *et al.*, 2006).

Dentro del análisis del paisaje se halla el de fragmentación con conceptos como núcleo para hacer referencia a las áreas interiores de un mosaico de paisaje que presenta las mayores densidades de una determinada cobertura. También comprende el concepto de área perforada para identificar sitios dentro de los núcleos que no pertenecen a la cobertura analizada y que se integran al mosaico como una discontinuidad. Asimismo, se hallan las áreas de borde y transicionales hacia el exterior, para finalmente acabar en el parche que contiene a las anteriores estructuras (Riitters *et al.*, 2000). Basados en técnicas de probabilidad, este método analiza la estructura del mosaico de cobertura en busca de píxeles que dada una determinada condición -existencia de cobertura- en su inmediato exista la misma cobertura. De ese modo y en función a umbrales manejados por algoritmos se definen las áreas mencionadas anteriormente. (Riitters *et al.*, 2000).

Este método supone previamente contar con información de tipo cualitativa, categórica, derivada de un análisis de teledetección en el que se identifiquen coberturas espaciales. Por ello este método compone un paso posterior al de identificación de coberturas.

CAPÍTULO III:

FUENTES DE INFORMACIÓN, MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se exponen las fuentes de información, los métodos y las técnicas específicas según los temas de análisis realizados. Además, se plantean los enfoques que se han trabajado en las diferentes temáticas y, a su vez, se esbozan las estrategias y procedimientos metodológicos.

1. ENFOQUES INTERVINIENTES EN EL ANÁLISIS DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Todo proceso de investigación supone la adopción tanto de paradigmas como de enfoques desde los cuales abordar el estudio de un tema particular. Para Cuadra (2014) un paradigma es considerado como un modo de orientación que trasciende a una disciplina y presenta teorías, doctrinas o enunciados filosóficos que representan un contexto que organiza el pensamiento científico. Según este autor (2014: 10) “...un enfoque se desarrolla en el interior de una disciplina como respuesta asimilación o adecuación a una influencia paradigmática”. La presente tesis se desarrolla bajo el paradigma Neopositivista y se encuentra representado por los enfoques de la Geografía Física, Cuantitativa, Ambiental y Automatizada. Pero además se encuentra fundamentada en el paradigma Socio-Histórico con enfoques de la Geografía Cultural, en tanto la conformación del espacio es respuesta de los procesos históricos-culturales. La integración de enfoques enriquece las posibilidades de análisis y de comprensión de la temática, brinda otra perspectiva del problema y permite explicar otros procesos que se relacionan con el tema principal, haciendo que la síntesis final sea integral.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Se realizó una búsqueda y selección de información, la misma se compone de material cartográfico y estadístico proporcionado por los organismos públicos, provinciales y nacionales:

- Administración Provincial del Agua (APA) de la provincia de Chaco. Organismo del cual se extrajo información pluviométrica de las estaciones distribuidas dentro del área de estudio. Se trata de una recopilación de datos de más de 50 años de observación, para la mayoría de las estaciones.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Organismo nacional del cual se ha obtenido información estadística climática de temperatura y precipitación.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN) de la República Argentina. Organismo público del cual se obtuvo información cartográfica tanto básica, como la

delimitación política, como así también referida a elementos del medio físico, entre los cuales se hallan las curvas de nivel, los cursos y cuerpos de agua para el área de estudio.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Organismo nacional del cual se obtuvo información actualizada de las características edáficas del área de estudio a escala 1:50.000.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo de la República Argentina (INDEC). Organismo nacional del cual se extrajeron datos estadísticos referidos al Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010. Específicamente se obtuvieron datos de las características poblacionales del área de estudio entre los cuales se encuentra la población al año 1991 y 2010. De esta fuente de información se ha consultado el Censo Nacional Agropecuario (2008). Se extrajeron los datos correspondientes a las características de las explotaciones agropecuarias y a usos del suelo por departamentos para el área de estudio.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). De la misma se obtuvieron estadísticas referidas a la superficie implantada, cosechada, producción y rendimiento de los principales cultivos para la provincia de Chaco para las campañas agrícolas desde 1969/70 a 2013/2014.
- Estadísticas forestales recopiladas por Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Red Agroforestal Chaco Argentina (Redaf). Del mismo se extrajeron los datos referidos a los desmontes desde 1976 a 2012 correspondientes a los departamentos pertenecientes al área de estudio.
- Imágenes satelitales pertenecientes a la misión Landsat 5 sensor *Thematic Mapper* (TM) de la NASA. Se obtuvieron las imágenes correspondientes al área de estudio para los años 1987 y 2011 a partir del servidor de imágenes del Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) perteneciente a la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA).

3. PROCEDIMIENTOS, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

A modo general esta investigación planteó pasos metodológicos generales que orientaron la construcción de los resultados y sus respectivos análisis. Estos pasos se iniciaron con la búsqueda de información de diversa índole, entre la que se destaca la cartográfica, estadística y bibliográfica. Estas se refieren al ámbito provincial; las mismas provienen de fuentes internacionales, nacionales y provinciales pertenecientes a organismos públicos y privados. La información obtenida fue seleccionada, procesada y organizada según los requerimientos de los análisis específicos que se realizaron. Estos análisis se puntualizan en los aspectos climáticos, como las proporciones de precipitaciones y la variabilidad pluviométrica, los cambios de las coberturas espaciales, su comparación entre las coberturas y las características de los suelos, la fragmentación de la cobertura natural y su evolución temporal y las características histórico económicas de las transformaciones espaciales. Los resultados de tales análisis fueron plasmados mediante textos explicativos acompañados por figuras y tablas para luego dar paso a las conclusiones finales en las que se volcaron los resultados más significativos y se presentaron las propuestas de intervención sobre el área.

3.1. Análisis de los aportes y la variabilidad pluviométrica

Las características climáticas se trabajaron sobre dos aspectos, por un lado, los aportes pluviométricos estacionales y por el otro la variabilidad pluviométrica. Ambos comparten momentos metodológicos en el proceso de investigación, como la etapa de recolección de información estadística, bibliográfica y cartográfica por la cual la fuente de datos es la misma. Dicha información fue tabulada y organizada según las necesidades de aplicación de técnicas y distribución. En cuanto al procesamiento de la información, también existen etapas metodológicas compartidas, dado que las técnicas estadísticas exploratorias fueron aplicadas a los mismos datos estadísticos. No obstante, existen diferencias en la aplicación de las técnicas que varían según el tema. Para estos temas se reconocen los siguientes pasos metodológicos:

- Normalización y tabulación de la información estadística.

- Cálculos de parámetros estadísticos descriptivos básicos, entre los cuales se puede mencionar a las medidas de centralidad, variabilidad, posición y forma.
- Cálculos de parámetros estadísticos básicos, pertenecientes a un análisis exploratorio de datos.
- Cálculos de los porcentajes correspondientes a los aportes pluviométricos por estación meteorológica del área de estudio.
- Análisis de variabilidad pluviométrica por medio de los quintiles. Esta metodología es empleada por el Instituto Nacional de Meteorología español (Fernández García, 1996), en donde se ordenan las precipitaciones en función a los quintiles (Tabla 1):

Clasificación	Precipitación	Quintil
Muy seco	0 % – 20 %	Inferior al 1º quintil
Seco	20 % - 40 %	entre el 1º y 2º quintil
Normal	40 % - 60%	entre el 2º y 3º quintil
Húmedo	60 % - 80 %	entre el 3º y 4º quintil
Muy húmedo	80 % - 100 %	superior al 4º quintil

Tabla 1. Valores según variabilidad pluviométrica por medio de los quintiles

- Cálculo y análisis de las Anomalías Pluviométricas Relativas.

3.2. Identificación y detección de cambios en las coberturas espaciales

Para el análisis de detección de los cambios espaciales de las coberturas se seleccionaron las imágenes satelitales correspondientes al satélite Landsat 5 sensor Thematic Mapper (TM) para los años 1987 y 2011. Se trabajó con tales años para lograr una cobertura temporal suficientemente amplia para apreciar la existencia de variaciones espaciales significativas. Dichas imágenes fueron obtenidas del servidor de imágenes del Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) mediante el servidor web *Earth Explorer*. La información satelital fue preparada para su posterior utilización para lo cual se realizaron:

- Corrección geométrica: reproyección de sistemas de coordenadas geográficas a planas (Posgar 98 faja 5).

- Corrección radiométrica: transformación de niveles digitales a reflectancia al techo de la atmósfera (TOA).
- Preparación del mosaico de imágenes y apilado de bandas.
- Enmascarado y recorte de las imágenes

Posteriormente se dio paso al procesamiento de la información, con tareas que se mencionan a continuación:

- Composición en falso color de las escenas según año de análisis. Con las mismas se realizó un análisis visual.
- Cálculo del Índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI) con el cual se lograron distinguir de forma eficiente las coberturas espaciales.
- Clasificación supervisada con el método de máxima probabilidad.
- Para cada escena clasificada se realizó una verificación de precisión de la clasificación basándose en criterios de interpretación visual.
- Con las escenas clasificadas, correspondientes al año 1987 y 2011, se realizó una tabulación cruzada, técnica permite evaluar las variaciones espaciales de las coberturas previamente clasificadas.

3.3. Análisis de las coberturas espaciales y las características de los suelos

Para el análisis de las coberturas espaciales en comparación con las características edáficas del área de estudio se tomaron como fuentes de información los datos cartográficos de suelos a una escala de relevamiento de 1:50.000, provistos por el INTA y por otro lado la información resultante del análisis de la identificación y detección de cambios de las coberturas espaciales. Además, se contó con la información bibliográfica de las categorías o unidades cartográficas de suelos del Atlas de Suelos de la República Argentina (Tomo I y II). La información fue procesada para la utilización en los respectivos análisis, entre tales tareas se destacan:

- La preparación de las categorías de información de la cartografía correspondiente a las características de los suelos del área de estudio.
- Las unidades cartográficas de suelos por categorías fueron comparadas con las coberturas mediante la utilización de geoprocursos estadísticos resumidos en tablas.

3.4. Análisis de la reducción y fragmentación de los espacios naturales

El tema de análisis de la reducción y fragmentación de la vegetación natural contó como fuente de información los resultados de los análisis de la identificación y detección de los cambios en las coberturas espaciales. En especial se consideró a la cobertura de bosque nativo como la categoría de análisis para los años 1987 y 2011. Entre los procesos que se realizaron se encuentran:

- Cálculos de métricas de paisaje a nivel de clases tomando como clase de análisis la correspondiente a la cobertura de bosque nativo, pastizales y cultivos.
- Cálculo de la densidad y conectividad de las coberturas.
- Elaboración cartográfica de métricas de fragmentación.
- Análisis de la evolución de la fragmentación en los períodos indicados.

3.5. Análisis de los procesos histórico-económicos que inciden en la degradación ambiental

Para el análisis de los procesos históricos-económicos se contó con la información cartográfica generada a partir del análisis de las coberturas espaciales, particularmente la información categórica de vegetación natural. Además, se contó con la recopilación estadística de los desmontes en el chaco seco de 1976 a 2012, realizada en conjunto, por el Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Red Agroforestal Chaco Argentina (Redaf). La información adquirida fue organizada y preparada para el análisis. Se destacan diversas tareas:

- Análisis de períodos agroeconómicos asociados a las transformaciones espaciales.
- Análisis de la evolución de los cultivos en la provincia del Chaco, su relación con aspectos económicos históricos y las consecuencias espaciales.

- Análisis de las variaciones de los desmontes en el área de estudio y su relación con la evolución de las actividades económicas y su impacto en las transformaciones espaciales.

CAPÍTULO IV:

EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO COMO CASO DE ESTUDIO: CARACTERÍSTICAS GENERALES

En el presente capítulo se realiza una caracterización general del área de estudio, entendiendo a este como el escenario en el cual se llevaron a cabo los análisis planteados en la investigación. Se muestran las características generales relacionadas con el tema de estudio, tales como las demográficas, económicas, los servicios y las condiciones generales del medio físico.

1. DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Según los datos provenientes del Censo Nacional de Población del año 1991, el área de estudio presentó un total de 103.307 habitantes. Del total de los departamentos Chacabuco y 9 de Julio manifestaron los mayores valores con 27.813 y 26.955 habitantes, respectivamente.

Para el año 2010, según los datos del Censo Nacional el área de estudio alcanzó un total de 112.672 habitantes. Los departamentos de Chacabuco y 9 de Julio siguen presentando los mayores valores de población con 28.555 y 30.590 habitantes, respectivamente. (Figura 3 y 4).

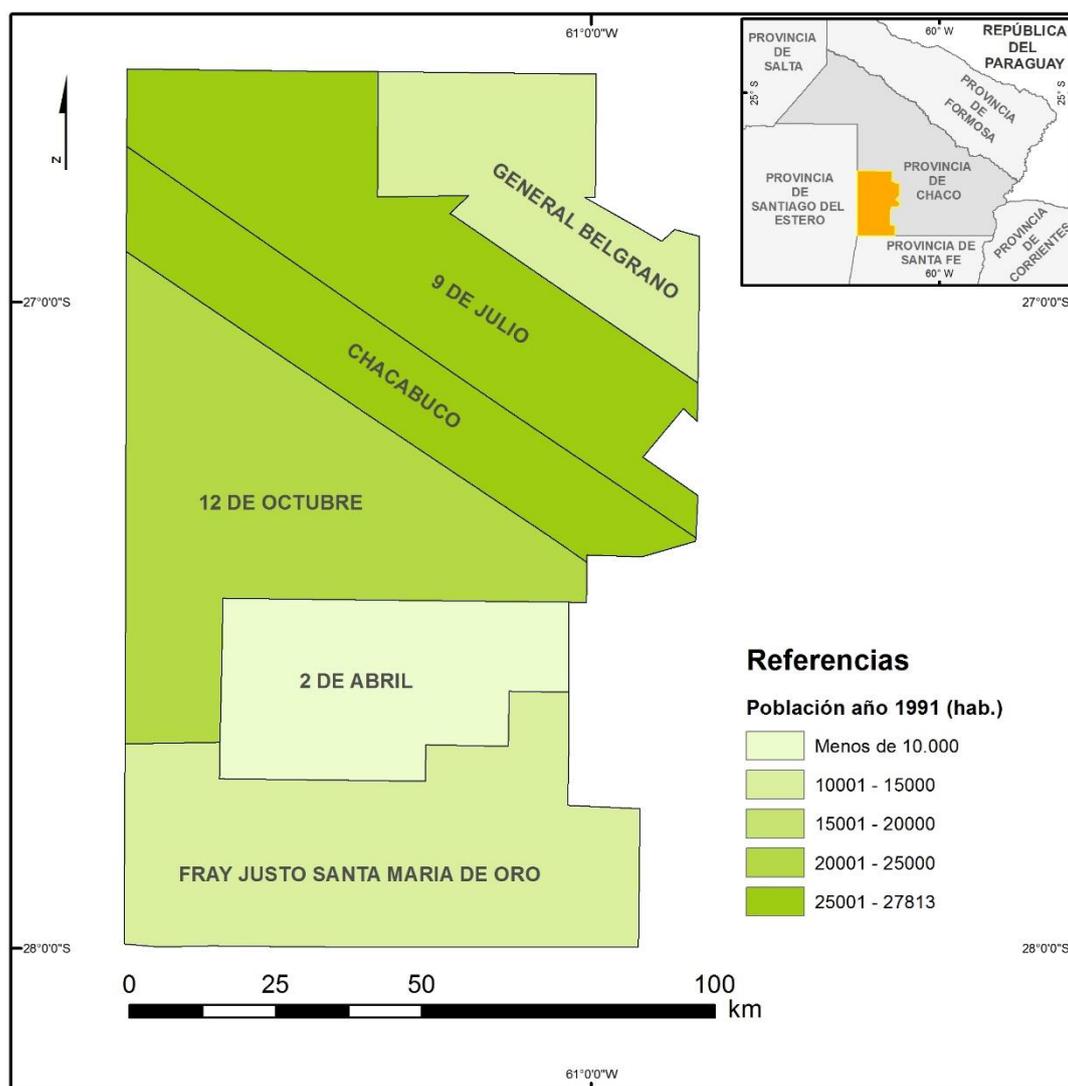


Figura 3. Distribución de la población para el año 1991. Fuente: Insaurrealde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 1991.

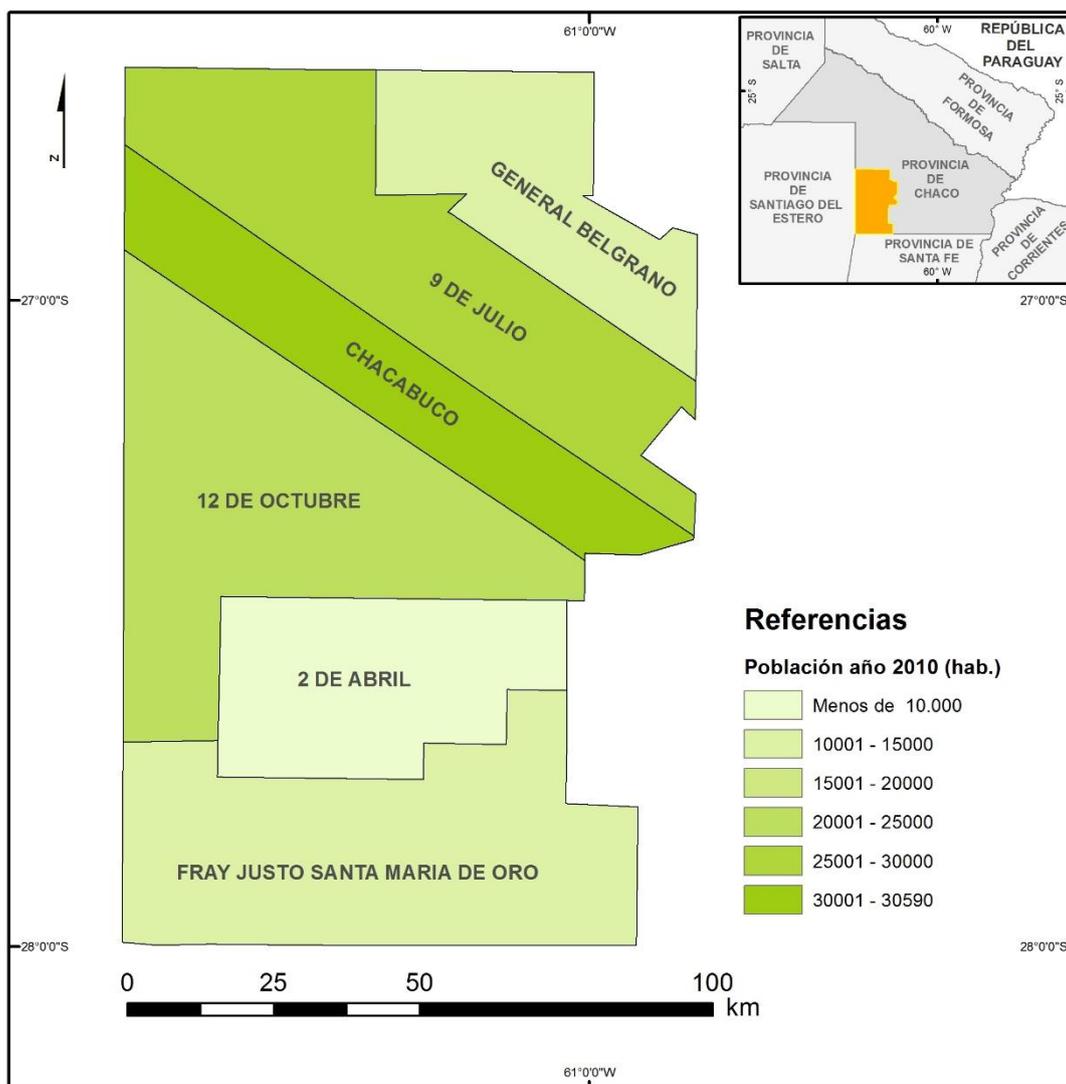


Figura 4. Distribución de la población para el año 2010. Fuente: Insaurralde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 2010.

La distribución de la población coincide, como podrá observarse más adelante con características económicas y de infraestructura favorables, de allí que la población tienda a concentrarse en los mencionados departamentos, contribuyendo al desarrollo de las actividades económicas de la región.

La distribución de la población en el área de estudio concuerda con los principales núcleos urbanos como los de Charata, Las Breñas y Gral. Pinedo (Figura 5). Son precisamente estas dos localidades las que se articulan como los centros de expansión agropecuaria.

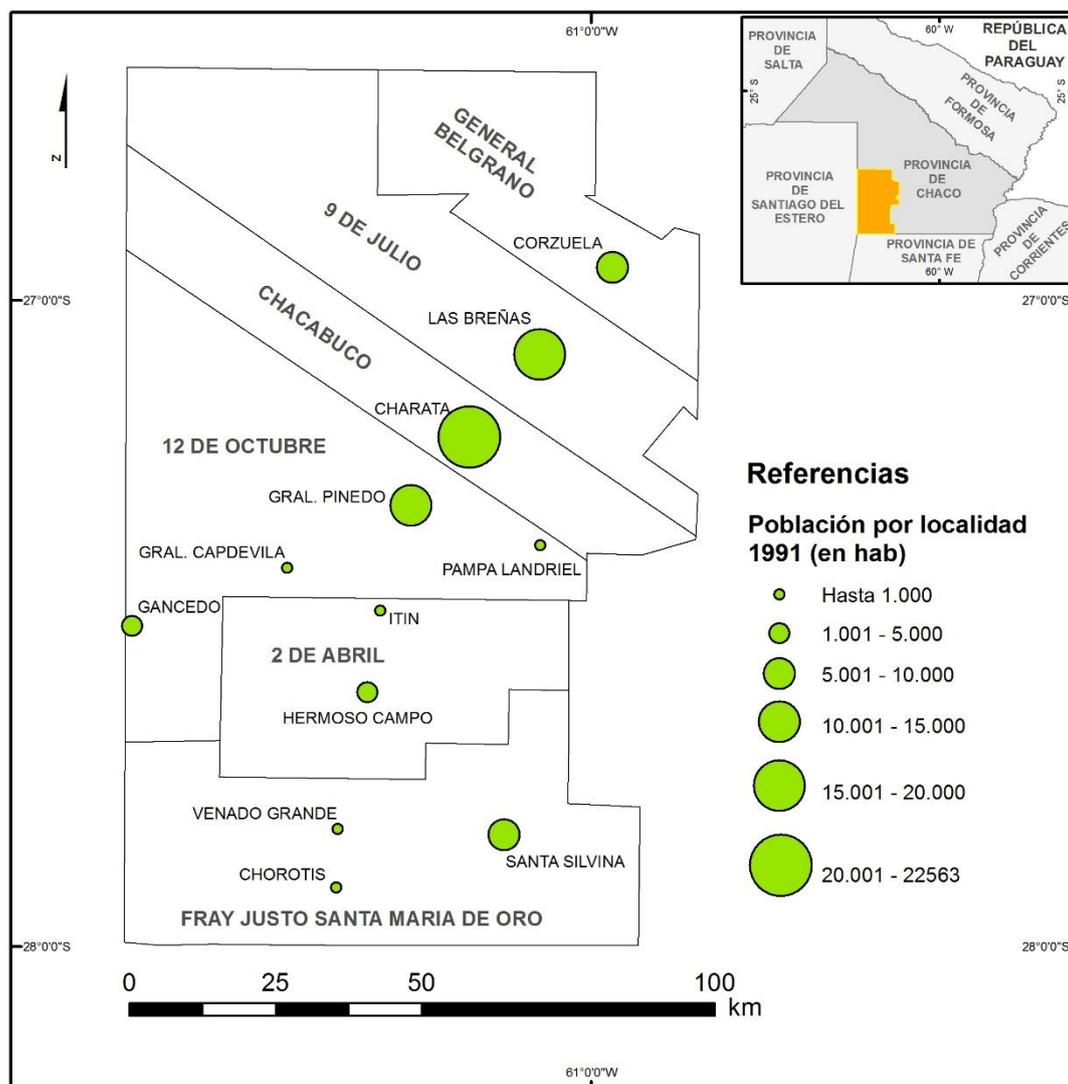


Figura 5. Población por localidad, año 1991. Fuente: Insaurralde, Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo de Población, Hogares y Vivienda año 1991.

2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS ASOCIADAS A LOS ESPACIOS AGRARIOS

En cuanto a las características económicas del área de estudio, particularmente las actividades primarias y dentro de estas las características agroproductivas, el Censo Nacional Agropecuario (CNA) del año 2008 ofrece un panorama de esta situación. Se consideran las superficies totales de las explotaciones agropecuarias (EAP) (Figura 6) y se observa que el departamento 12 de Octubre presenta los mayores valores, es decir que posee explotaciones agropecuarias entre 200.000 a 250.000 ha. Se trata de grandes explotaciones, mientras que el resto de los departamentos, con excepción de General Belgrano

presentan EAP con superficies superiores a los 100.000 ha e inferiores a las 200.000 ha. En general el área de estudio presenta EAP de grandes superficies en tanto que la mayor cantidad de EAP están en los departamentos 12 de Octubre y Santa María de Oro (Figura 7).

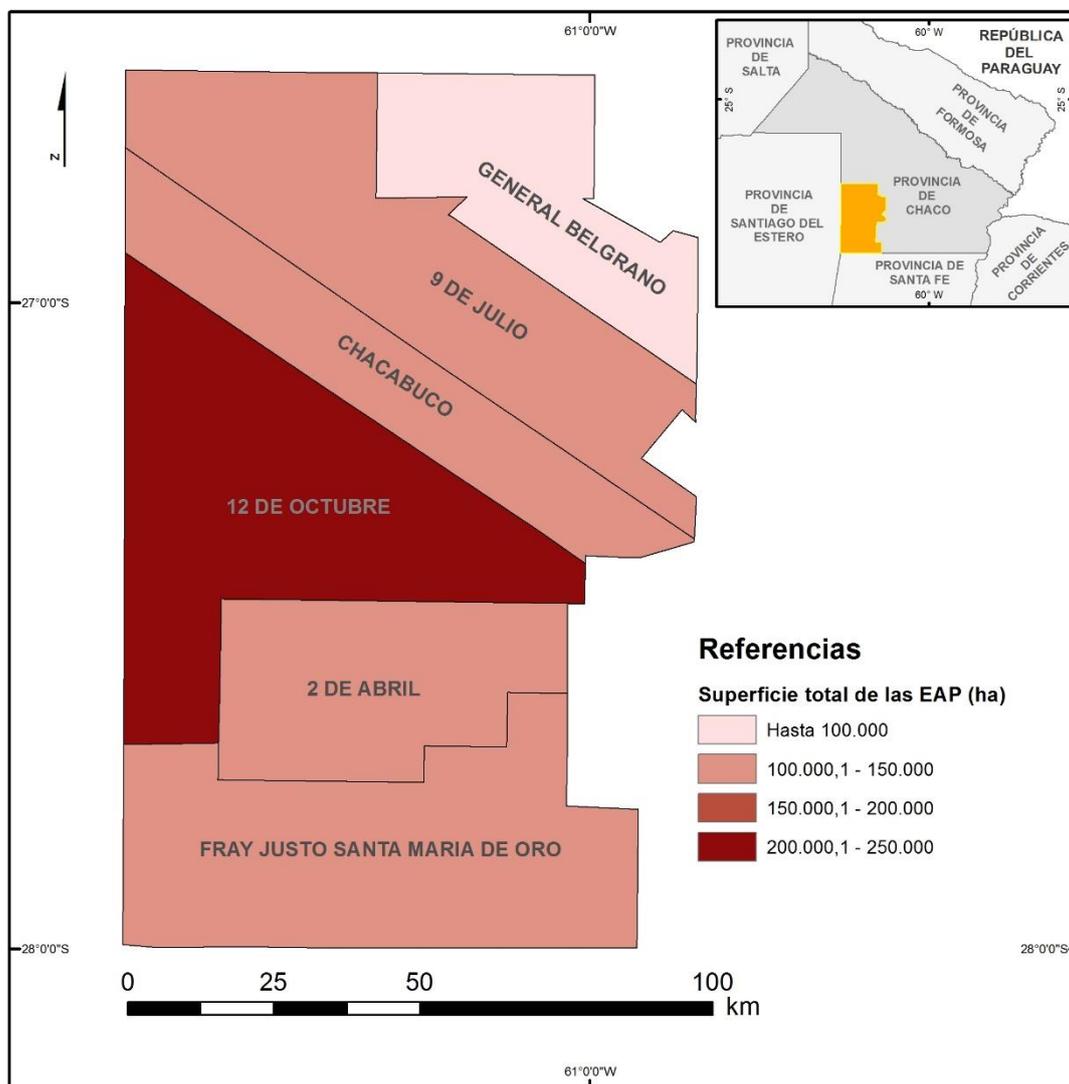


Figura 6. Superficies total de las explotaciones agropecuarias (EAP) en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

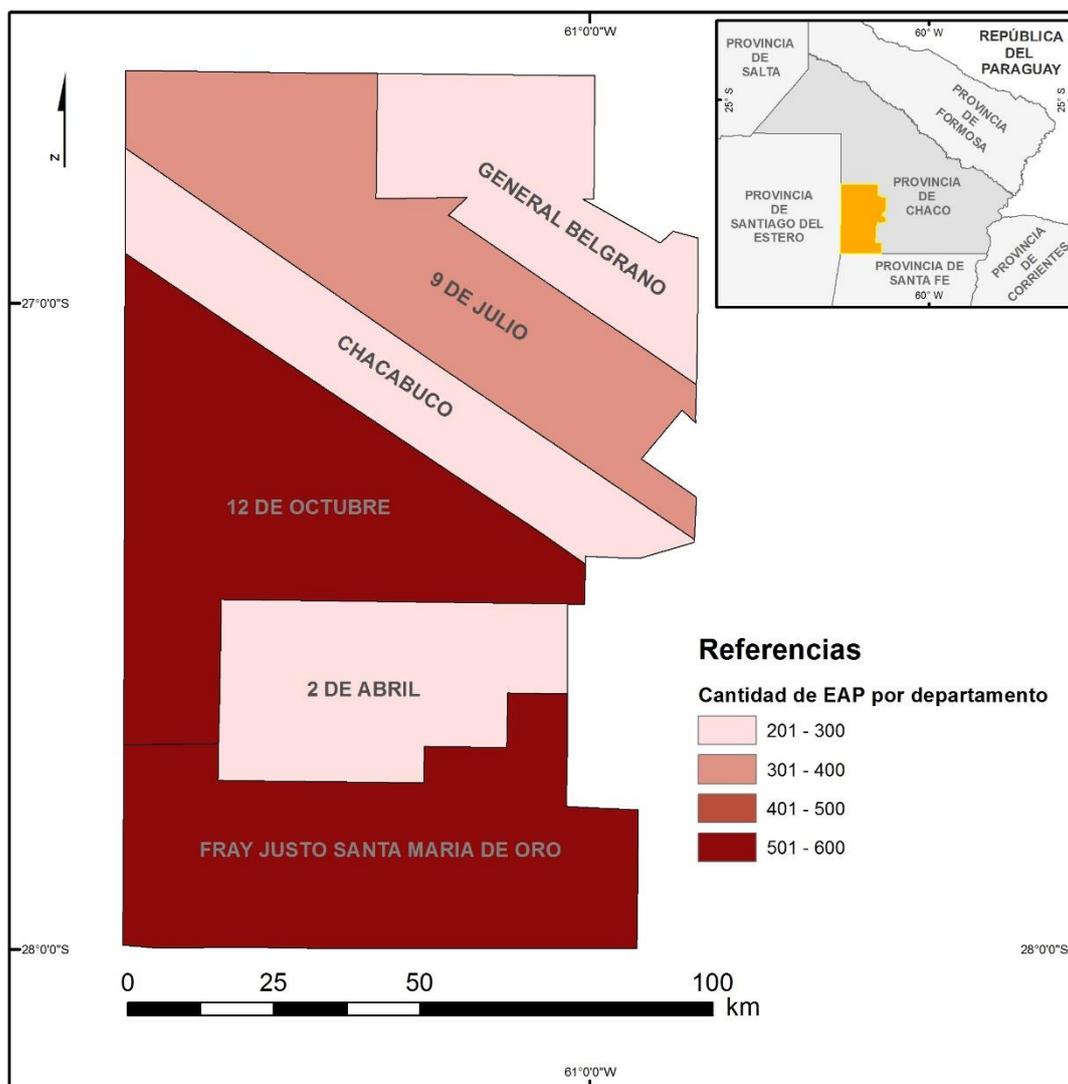


Figura 7. Cantidad total de las explotaciones agropecuarias (EAP) por departamentos. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Tanto el número de EAP como el tamaño de las mismas por departamento indican una característica particular del proceso de avance de la frontera agropecuaria. La nueva lógica productiva requiere de grandes superficies para llevar a cabo el emprendimiento productivo, la cantidad de EAP da una idea de la presión sobre las nuevas áreas que ingresan en dicho proceso productivo.

Otra característica importante para el área de estudio corresponde al uso del suelo. Mediante los datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario (correspondiente al año 2008) es posible conocer la cantidad total de superficie implantada con cultivo, forrajeras y bosques o montes (anuales y perennes en el caso de los cultivos y las forrajeras).

En la figura 8, correspondiente al total de superficie implantada, se observa que los mayores valores se localizan en los departamentos de 12 de Octubre y Chacabuco, con valores entre 100.000 a 150.000 ha, mientras que General Belgrano y Fray Justo Santa María de Oro presentan los menores valores (< a 50.000 ha). Esa situación pone en evidencia la ocupación del espacio por parte del sector agroproductivo en relación con el avance agrícola, extendiéndose particularmente sobre los departamentos centrales, 12 de Octubre y Chacabuco los cuales se hallan en las cercanías de los núcleos de expansión agrícola Charata y Las Breñas.

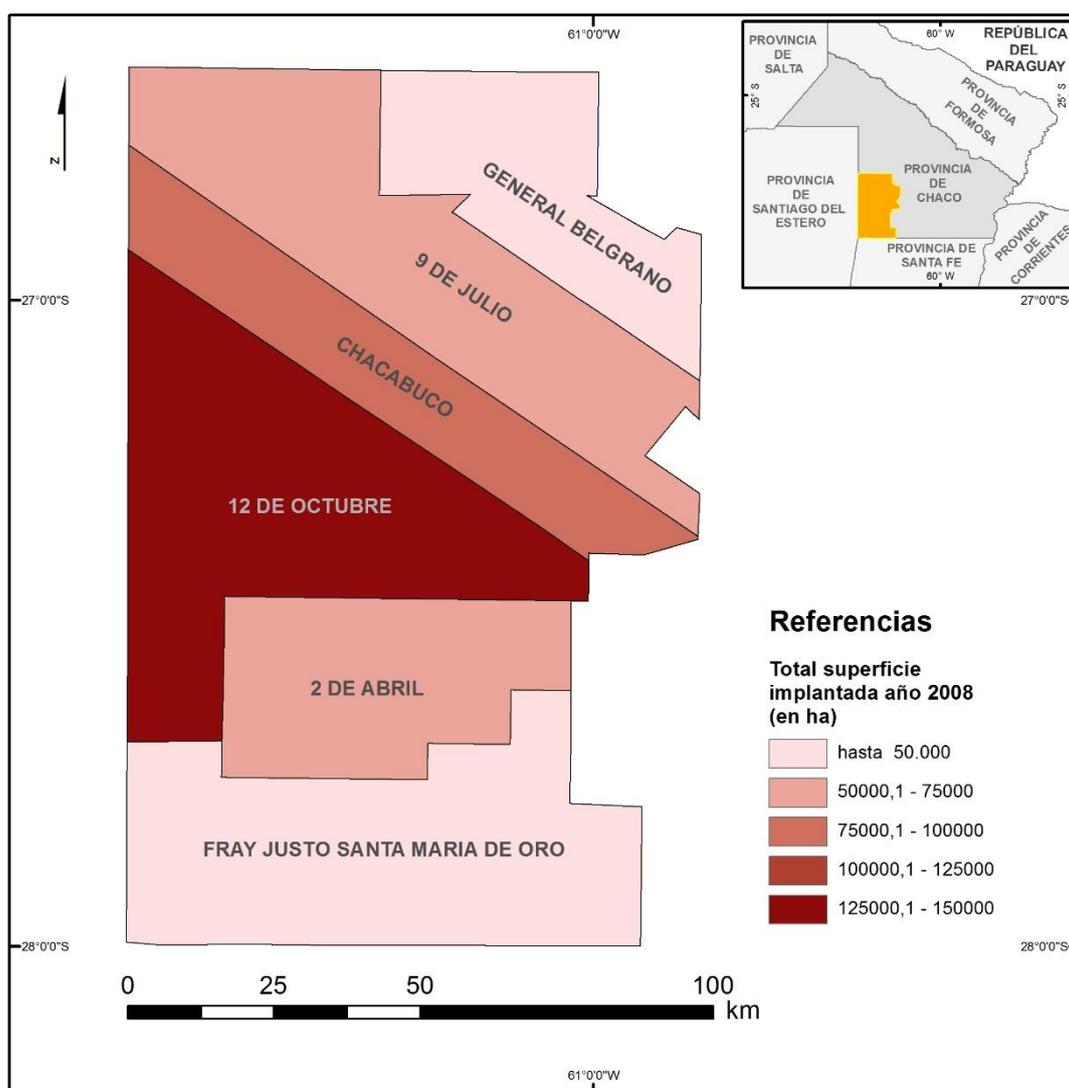


Figura 8. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

La mayor proporción de superficie implantada corresponde a los cultivos anuales (Figura 9). Estos presentan los mayores valores en los departamentos 12 de Octubre, Chacabuco y 2 de Abril. Las superficies ocupadas por cultivos perennes son casi inexistentes (Figura 10).

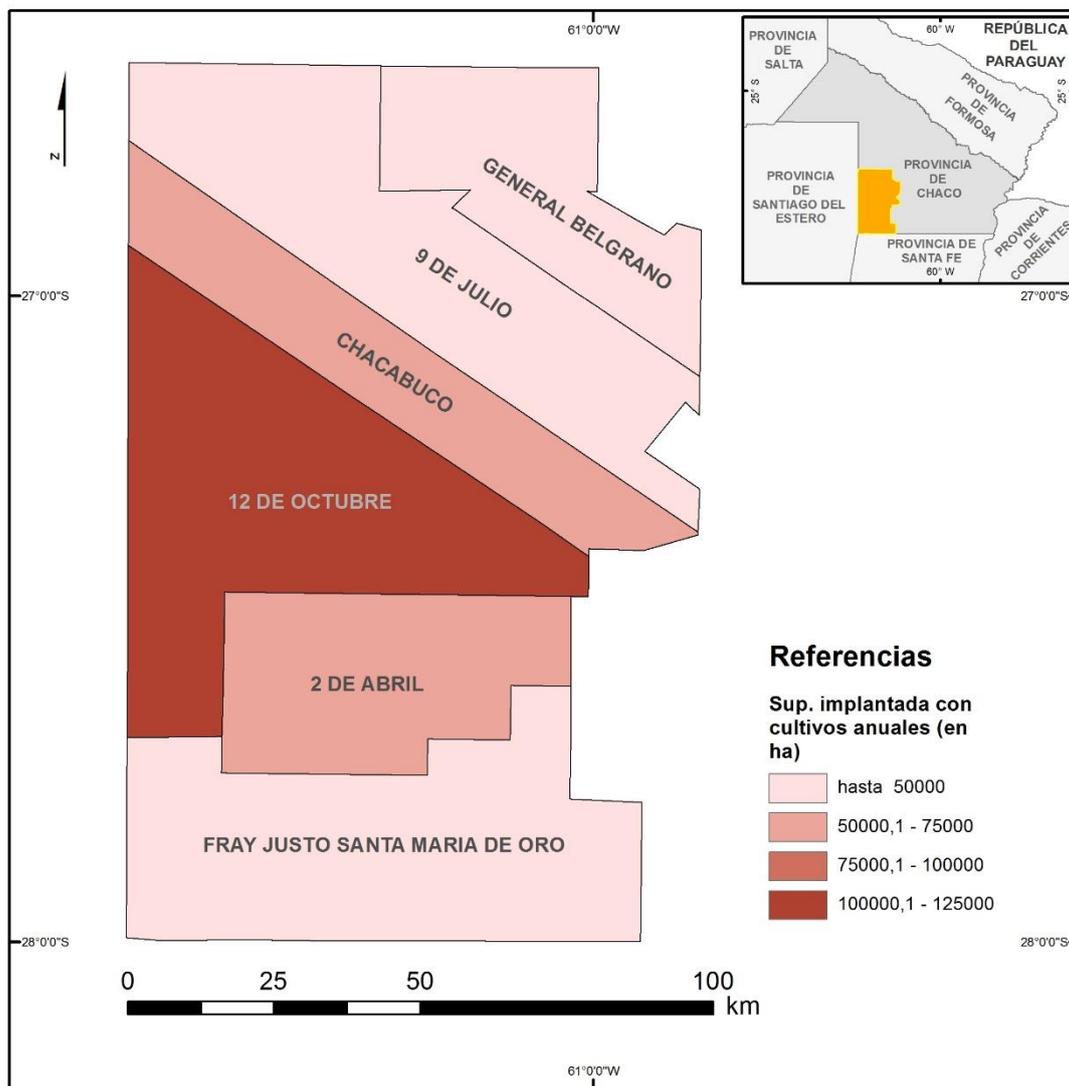


Figura 9. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias con cultivos anuales (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

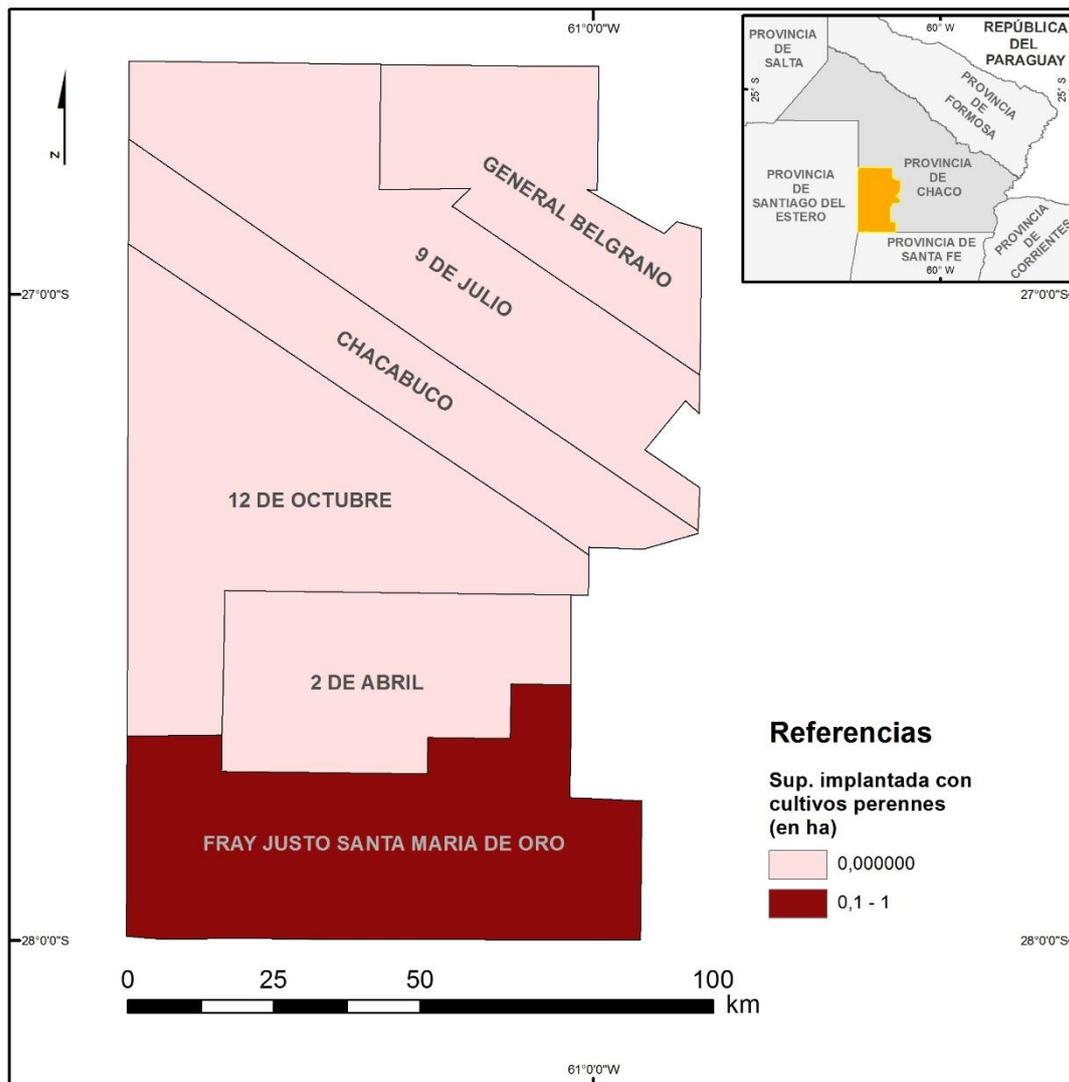


Figura 10. Total de superficie implantada en las explotaciones agropecuarias con cultivos perennes (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Por otro lado, con respecto a las superficies implantadas con forrajeras anuales (Figura 11) se observa que los mayores valores se encuentran en los departamentos 12 de Octubre y Fray Justo Santa María de Oro. Por su parte las superficies implantadas con forrajeras perennes (Figura 12) se localizan en los departamentos del centro y norte del área de estudio y tienen mayor participación en cuanto a las superficies implantada, en relación con las forrajeras anuales. Se puede inferir que estas constituyen un complemento de otras actividades, por ejemplo, las silvopastoriles.

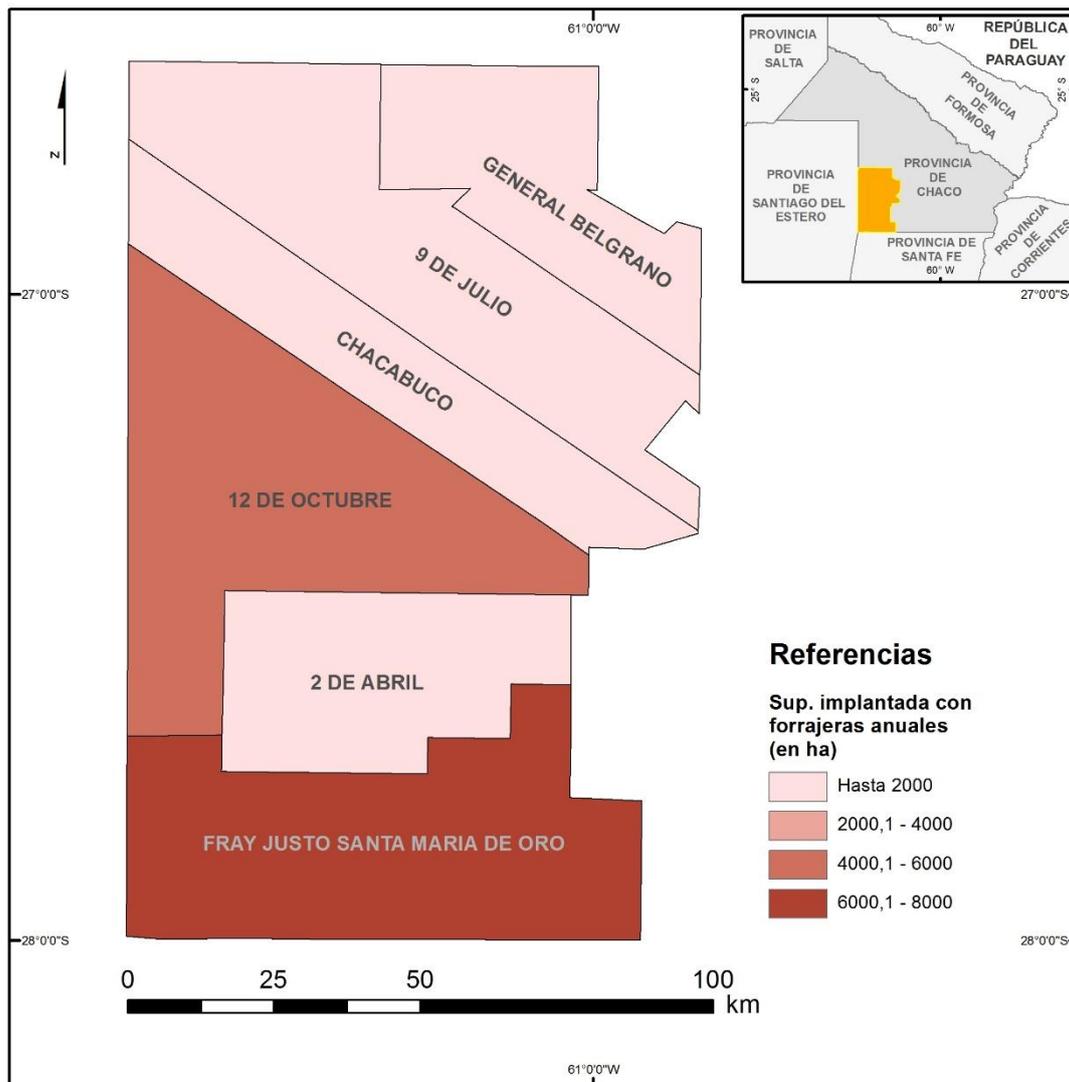


Figura 11. Total de superficie implantada con forrajeras anuales en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

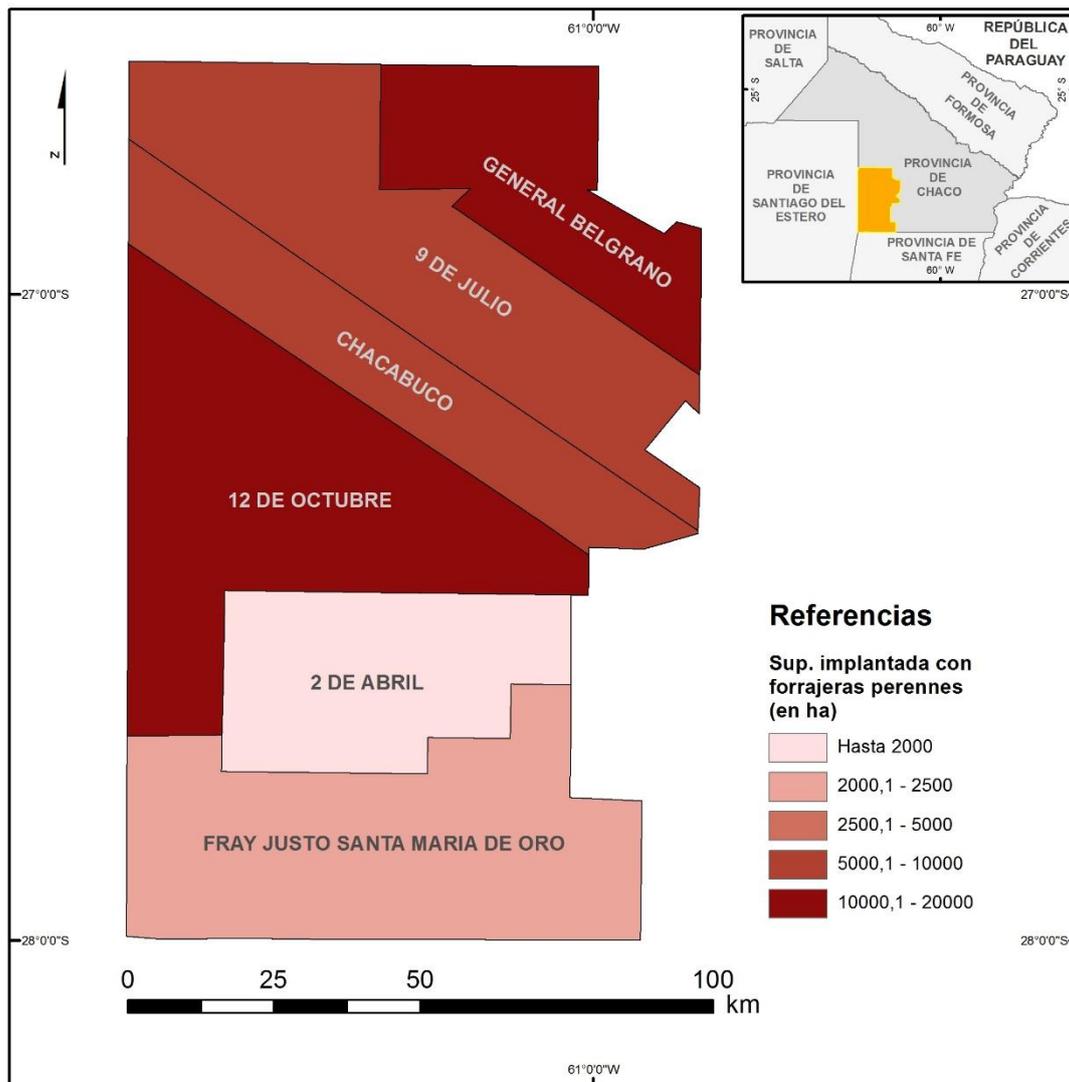


Figura 12. Total de superficies implantada con forrajeras perennes en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Las superficies implantadas con bosques o montes (Figura 13) presentan los mayores valores en los departamentos de General Belgrano y Fray Justo Santa María de Oro. Debe entenderse como bosques implantados a la forestación introducida con fines económicos. Estos se localizan en oposición a los sectores donde se desarrollan los cultivos anuales.

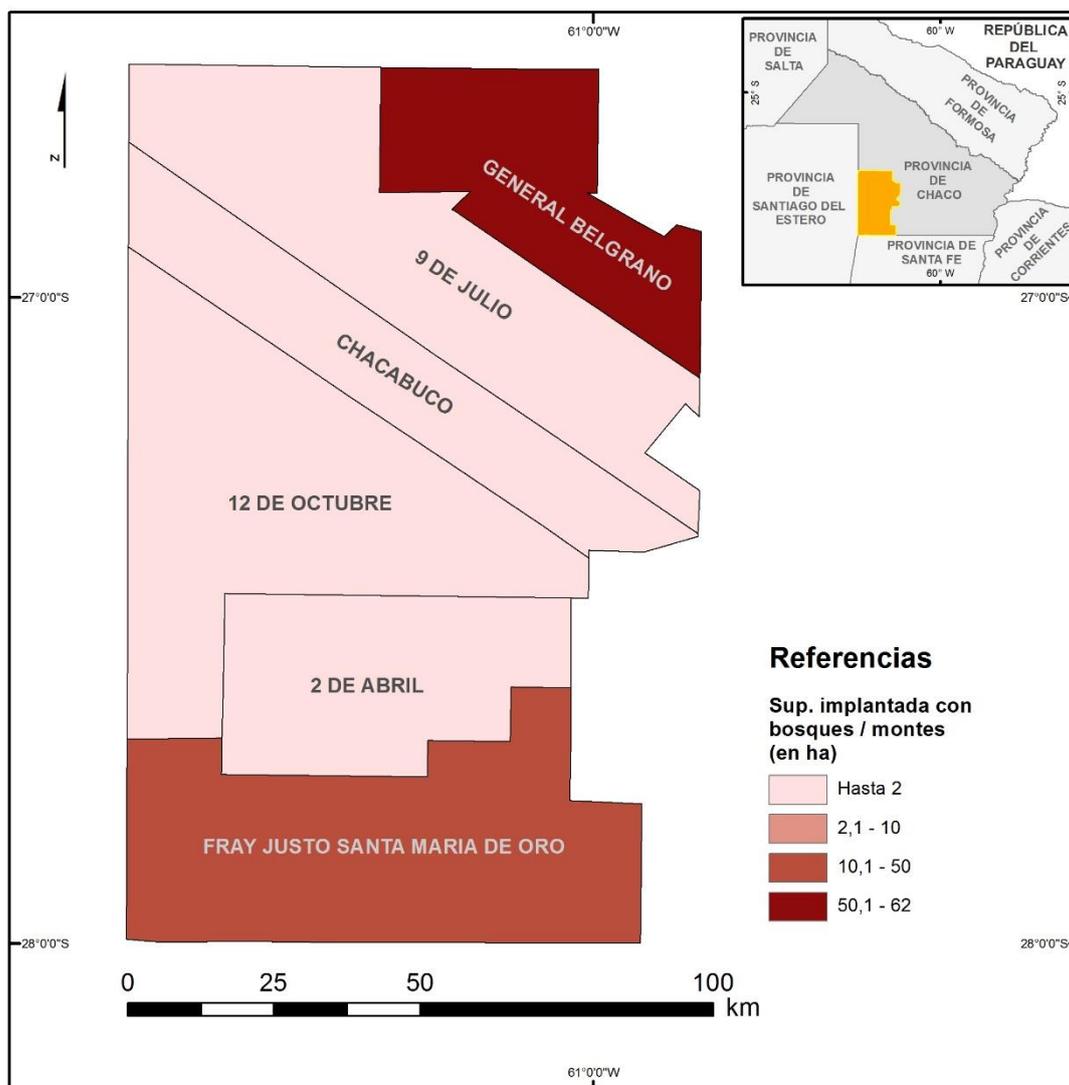


Figura 13. Total superficies implantada con bosque/monte en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Por otro lado, es importante considerar los demás usos que existen en el área de estudio. Se trata de superficies destinadas a otros usos como pastizales naturales, bosques o montes naturales (denominado como espontáneos por el CNA del año 2008), superficie apta y no apta para su uso, superficies constituidas por caminos, parques, viviendas y otras superficies sin discriminar. Todas estas que han sido mencionadas no participan como superficie implantada, pero sin embargo caracterizan el área de estudio al presentar las potencialidades y limitaciones que presenta.

En primera instancia se puede observar la superficie total destinada a otros usos por departamentos (Figura 14), 12 de Octubre y Fray Justo Santa

María de Oro son los que presentan mayores valores (entre 80.000 y 100.000 ha).

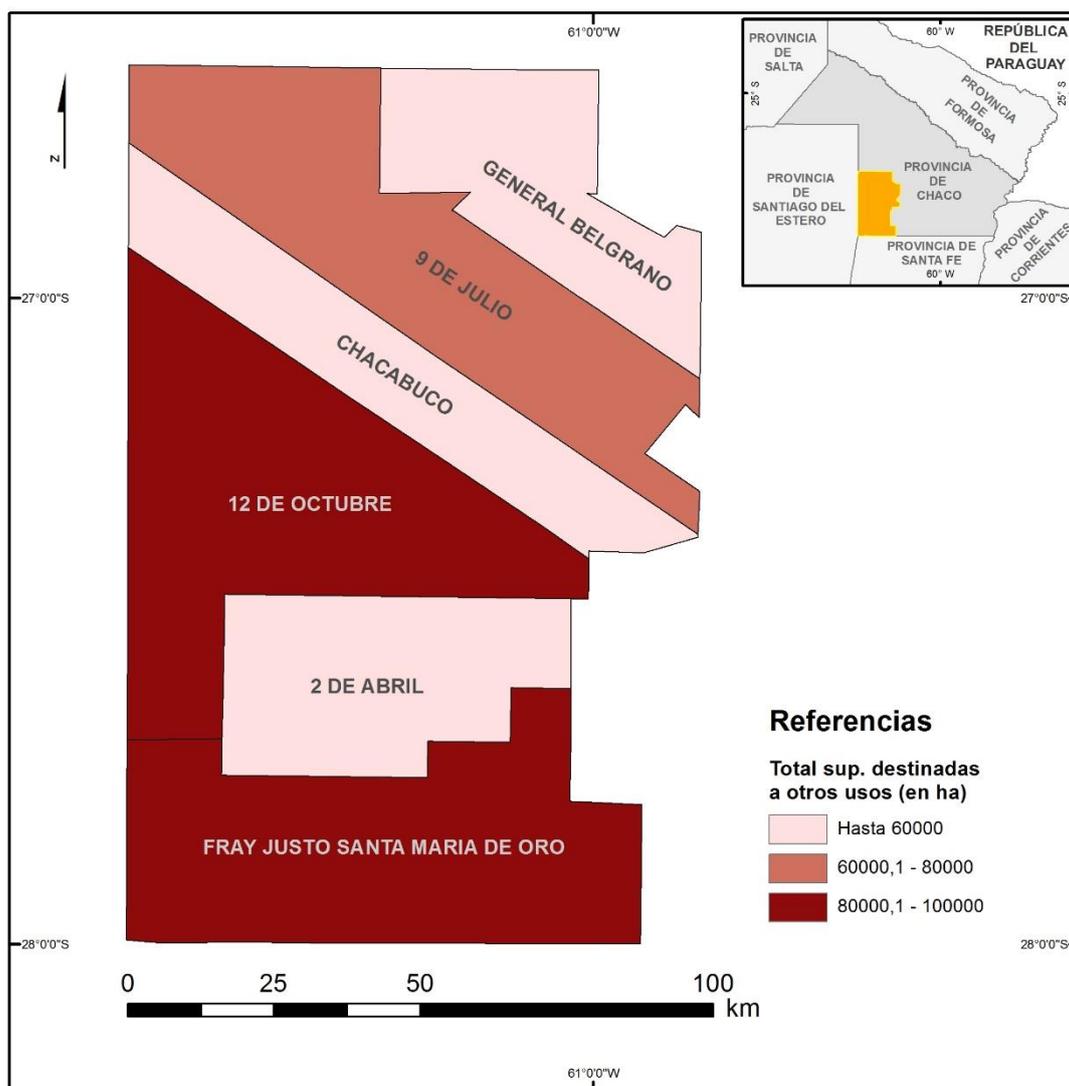


Figura 14. Total de superficie destinada a otros usos en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Si del total se desagregan los usos considerados como otros las superficies ocupadas con pastizales se localizan particularmente en el departamento de Fray Justo Santa María de Oro (Figura 15). Esta situación indica una limitación para la extensión de cultivos, aunque una alternativa para actividades ganaderas. Cuando se analicen las características físicas de área de estudio se observará que en el sector sur se desarrolla un área deprimida con presencia de pastizales y esto condiciona las actividades económicas del área, como así también la localización poblacional.

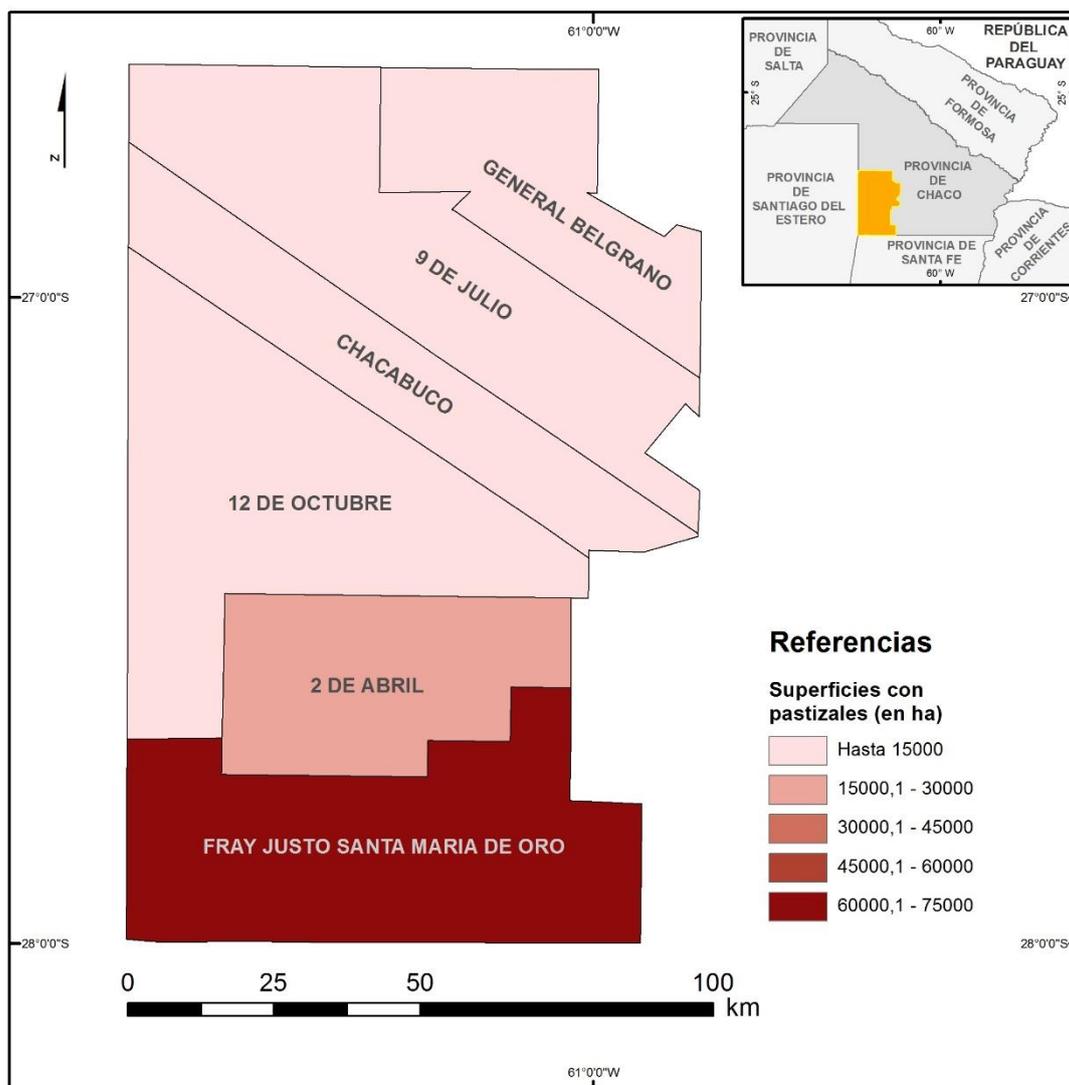


Figura 15. Total de superficie con pastizales en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurrealde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Con respecto a la superficie con bosques o montes espontáneos (nativos) (Figura 16) se observa que los departamentos 12 de Octubre y 9 de Julio presentan los mayores valores (entre 50.000 a 70.000 ha). Esto se constituye en una particularidad dado que se trata de departamentos que han sido sistemáticamente sometidos a deforestación ante el avance de la frontera agropecuaria y si bien se trata de un área alterada, aún conserva áreas con vegetación natural según el Censo Nacional Agropecuario del año 2008. Una mejor revisión de esta situación será presentada en el desarrollo de la tesis.

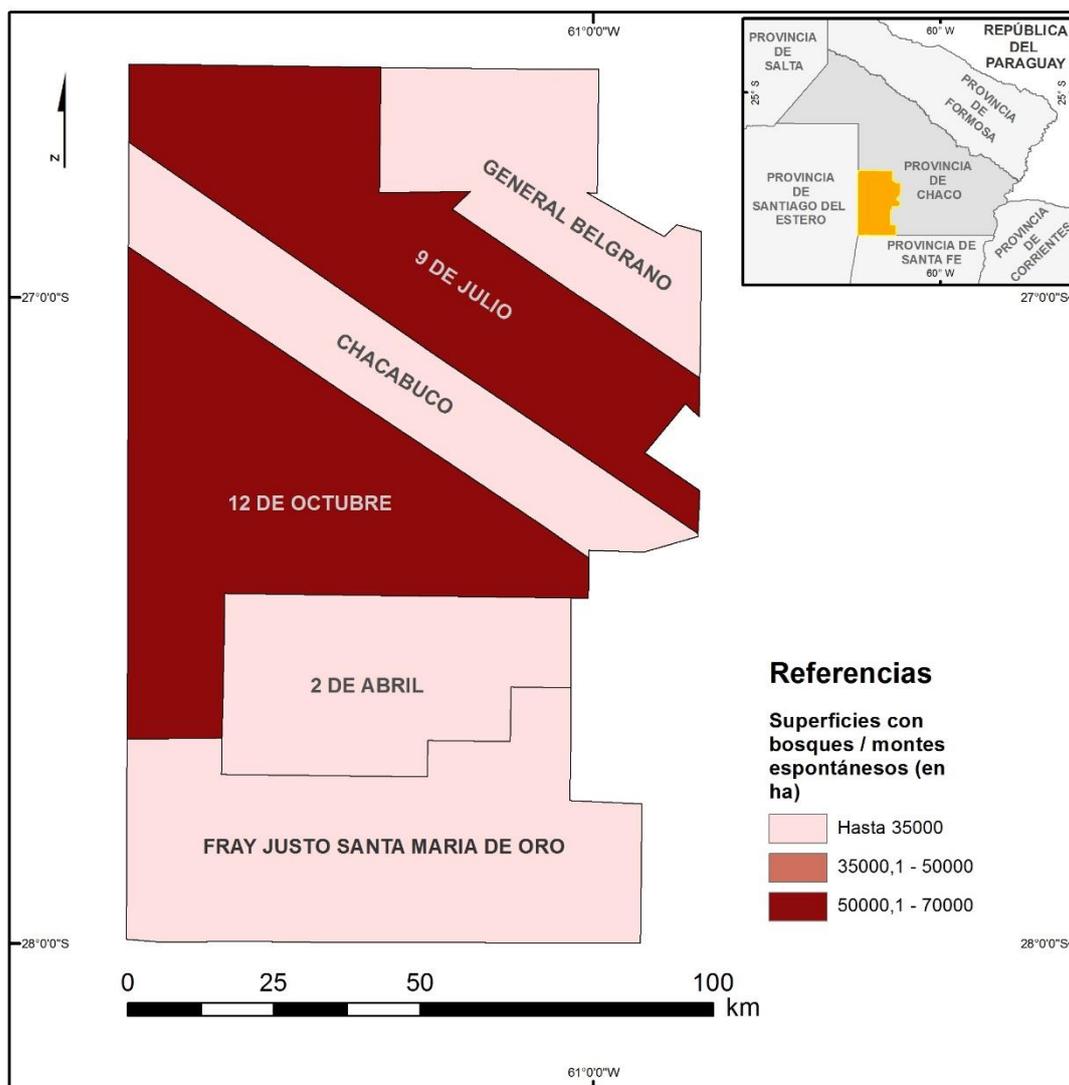


Figura 16. Total superficies con bosque/monte espontáneo en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Otras superficies consideradas como de otros usos son las apta no utilizadas (Figura 17). Estas presentan los mayores valores para los departamentos 12 de Octubre y 2 de Abril. La situación indica que existe una disponibilidad de recursos para ser usados en el sector agropecuario y se puede inferir que se relaciona con la existencia de montes o bosques nativos, los cuales pueden ser reemplazados por cultivos mediante los desmontes. Esta idea de considerar como apto para uso agropecuario estas superficies se analizará en el desarrollo de la tesis haciendo énfasis en las características del suelo.

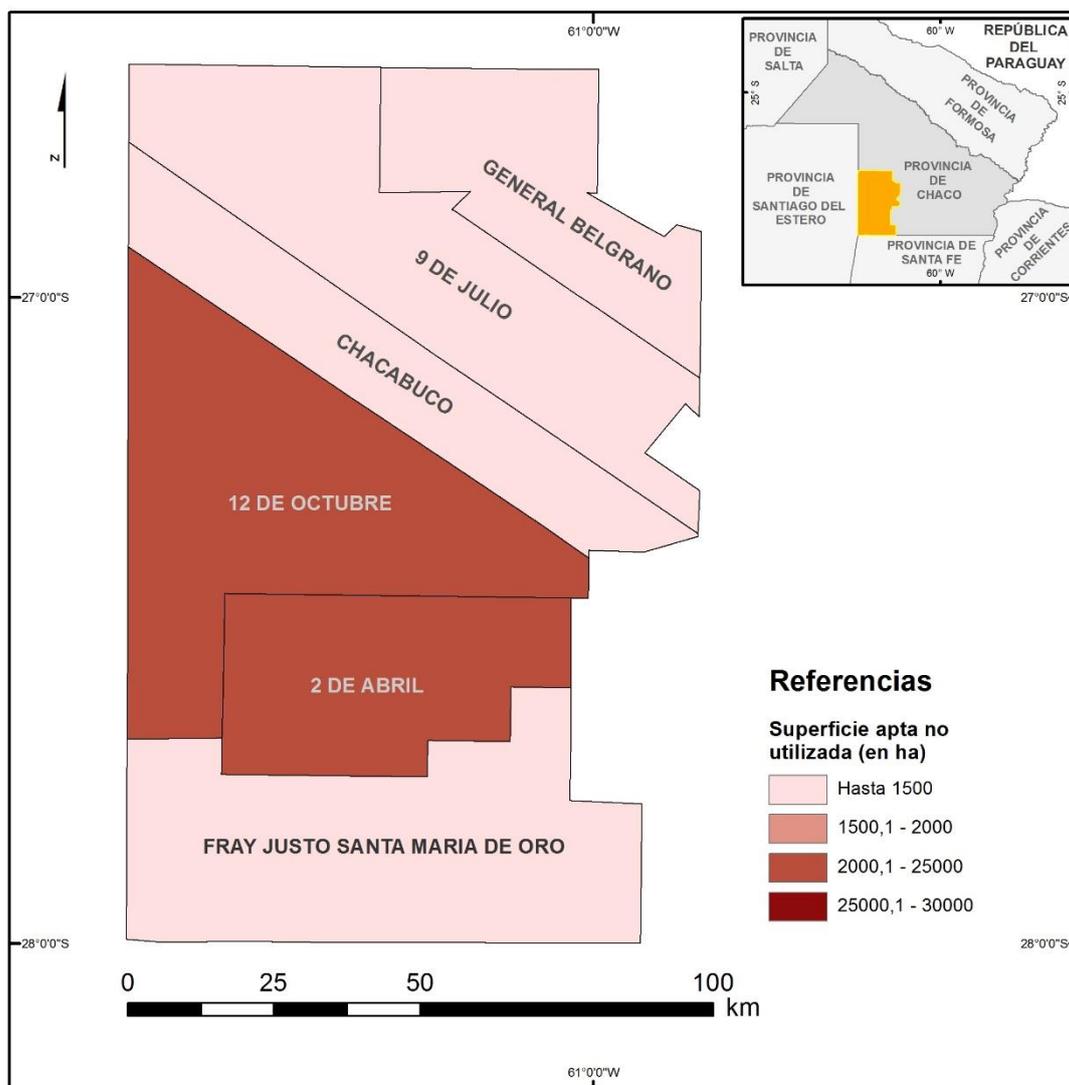


Figura 17. Total de superficie considerada como aptas no utilizadas en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Por otra parte, existen superficies que no son aptas para su utilización (Figura 18) y que presentan sus mayores valores en los departamentos 12 de Octubre y Fray Justo Santa María de Oro. Este último es el que presenta mayores superficies no aptas, situación que se relaciona con las características del área (presencia de bajos), mientras que el resto de los departamentos y particularmente 12 de Octubre, las características del suelo son las que determinan las posibilidades de uso.

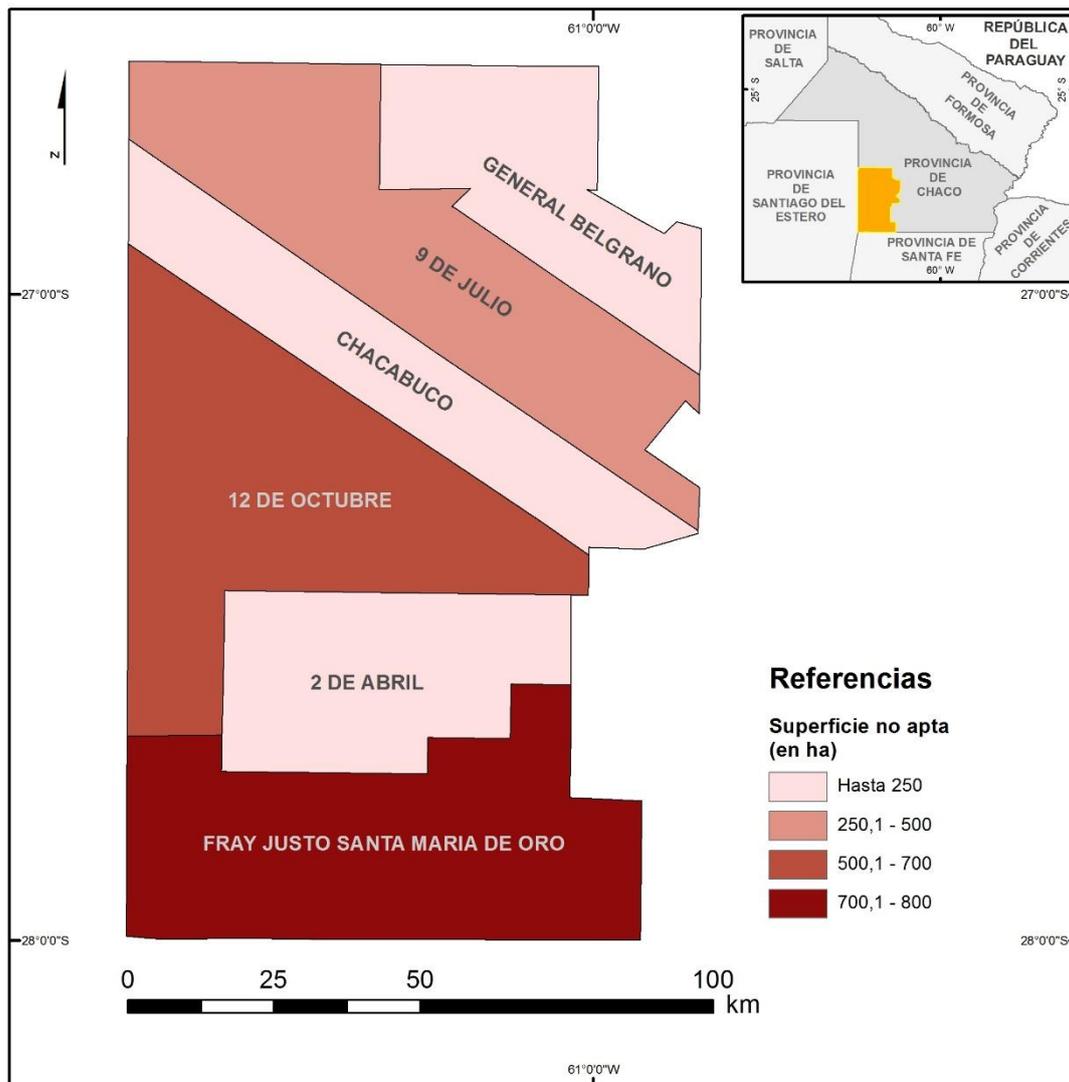


Figura 18. Total de superficie considerada como no aptas en las explotaciones agropecuarias (EAP), en ha. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), Censo Nacional Agropecuario, año 2008.

Otra característica que es conveniente destacarla en este apartado tiene que ver con las infraestructuras que ofrecen un servicio en el área de estudio. Por un lado, se hace referencia a la red de acueductos como un proyecto planificado para la región que pretende mejorar la calidad de vida de los pobladores ante el acceso al recurso agua. El occidente chaqueño en general y el área de estudio en particular se caracteriza por presentar un déficit hídrico marcado lo cual afecta a la población y al desarrollo económico local. En la figura 19 se observa una traza proyectada de dicho servicio que pretende atravesar los departamentos del suroeste chaqueño conectando las principales localidades del área agrícola.

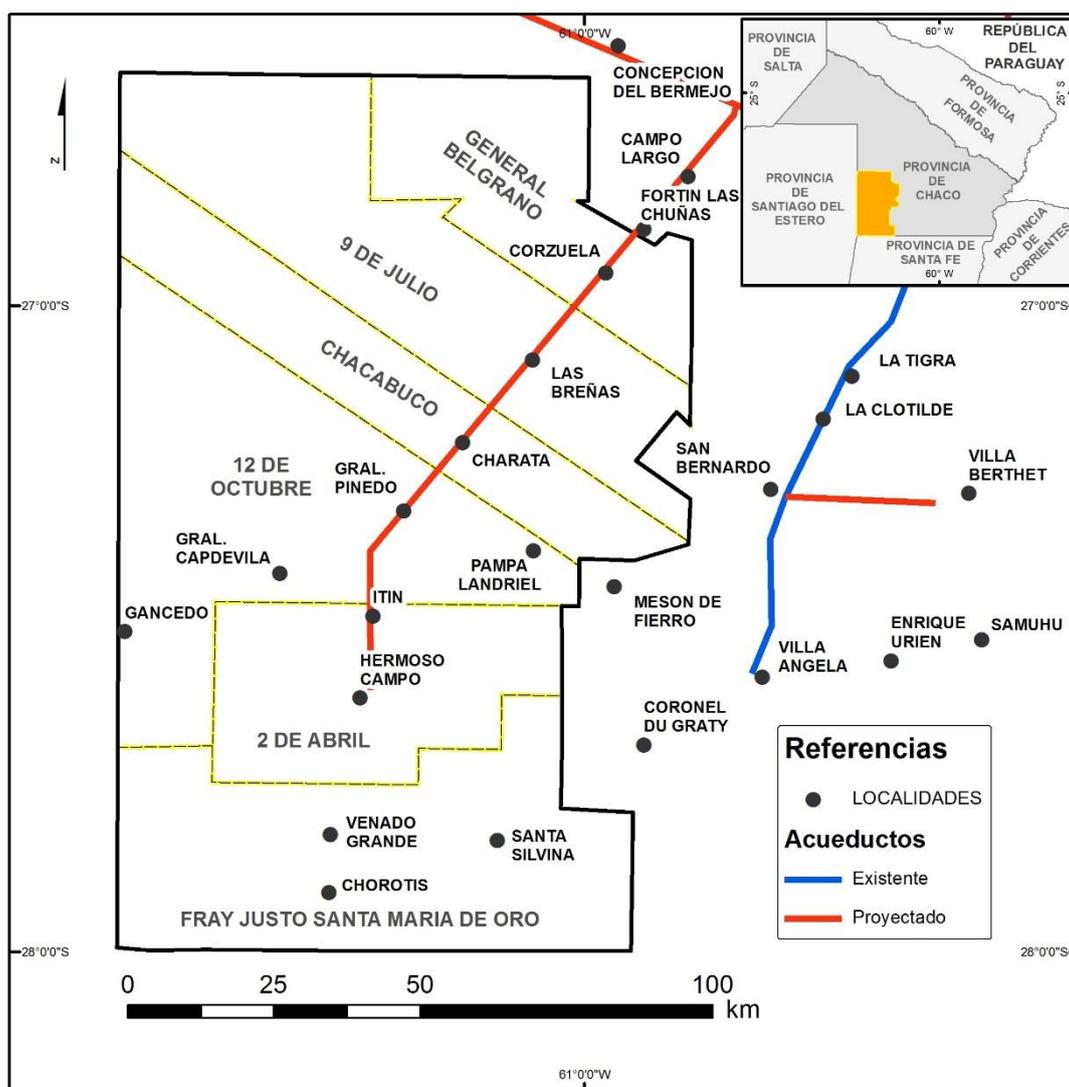


Figura 19. Red de acueductos actuales y proyectados. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos cartográficos ofrecidos por la Administración Provincial del Agua de la provincia de Chaco (APA)

La red vial es otro servicio de importancia existente en el área de estudio (Figura 20). Su estructuración se inicia con una red nacional o troncal de la cual derivan las rutas provinciales tanto primarias como secundarias. Estas interconectan las principales localidades tanto a nivel provincial como dentro del área de estudio, pero cabe destacar la existencia de la red vial terciaria las cuales cumplen la función de conectar las áreas productivas de la región con los centros de consumo. Se trata de una trama de caminos mantenidos por la Dirección Vialidad Provincial y productores locales con el fin de conectar las áreas de producción con los centros de compras de dichas producciones. Si se compara la densidad de caminos en el área de estudio con respecto a toda la provincia, se pone de manifiesto una fuerte ocupación del espacio con fines agrícolas.

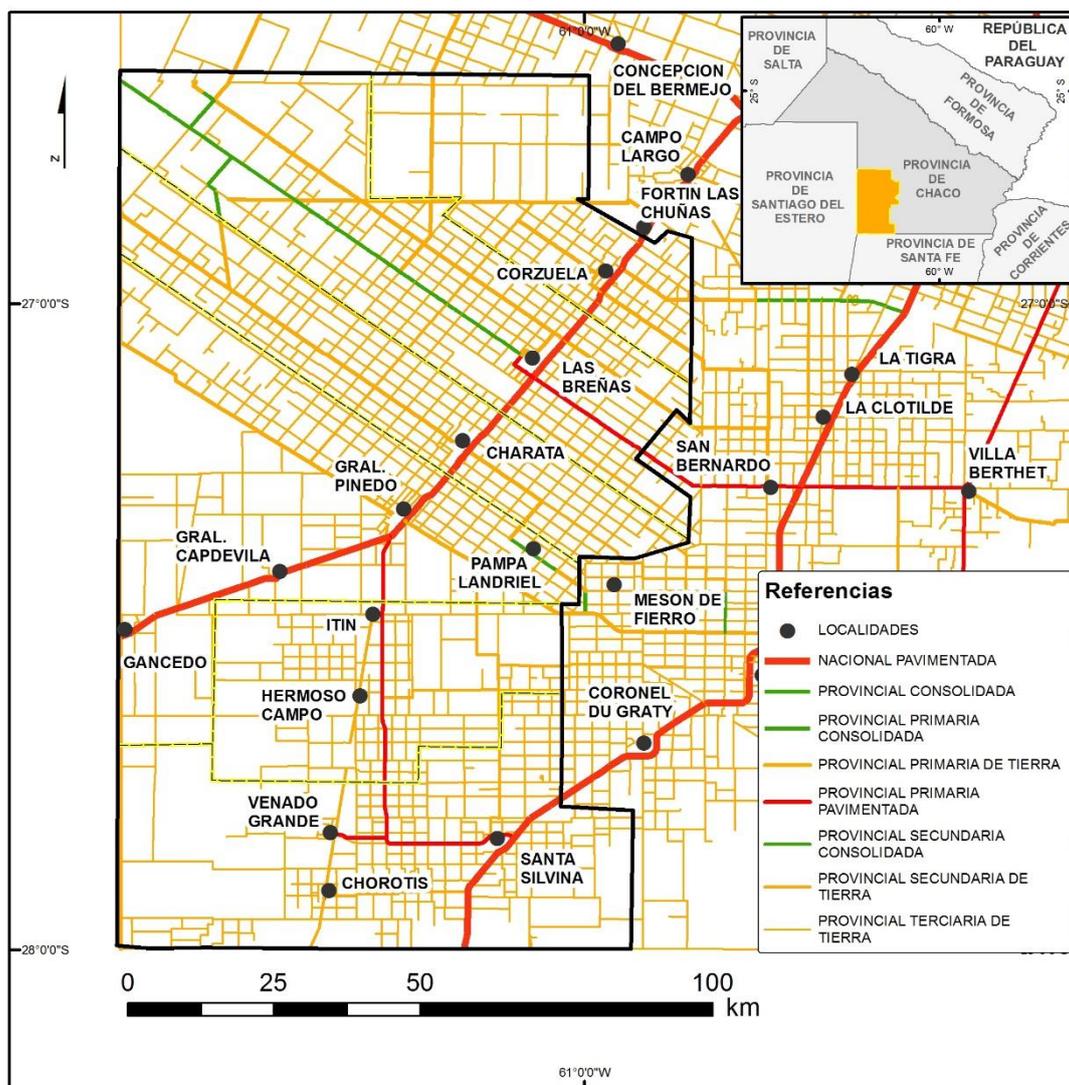


Figura 20. Red vial del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la cartografía ofrecida por la Dirección Provincial de Vialidad (Chaco).

3. CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRECIPITACIONES

Climáticamente, el área de estudio, se localiza en una zona con montos pluviométricos que varían desde 800 a 1.100 mm medios anuales. Se puede apreciar un gradiente pluviométrico que desciende de este a oeste (Figura 21). Toda el área de estudio se encuentra dentro de una zona con déficit hídrico. Las precipitaciones son analizadas con mayor profundidad en el desarrollo de la tesis, cuando se abordan cuestiones referidas a la variabilidad pluviométrica. Constituyen un recurso fundamental para el desarrollo de los cultivos, con gran

impacto económico y que justifica el avance de la frontera agropecuaria y la transformación del espacio.

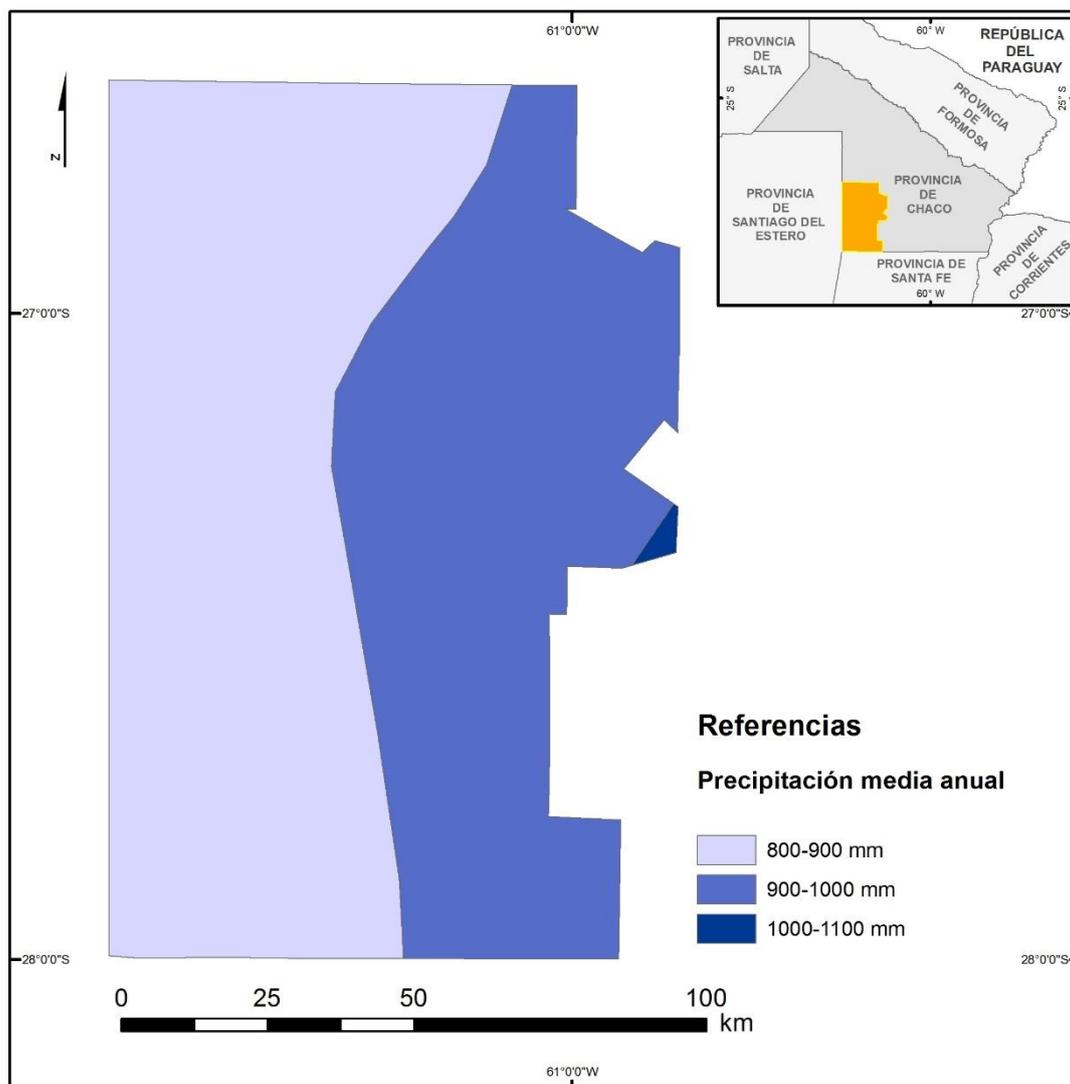


Figura 21. Distribución media anual de las precipitaciones. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica Nº 14. Revista del Instituto de Geografía.

4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EXISTENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE

Las unidades geomorfológicas que predominan en el área de estudio son cuatro. Pinedo es la unidad en la cual el drenaje se desarrolla de manera anormal y los paleocauces presentan un rumbo norte sur. Luego predomina la unidad geomorfológica de Sáenz Peña constituida por una llanura de loess atravesada por paleocauces integradas con los ambientes de abras o pampas e isletas de

montes. Finalmente, con menores proporciones se encuentran las unidades geomorfológicas de Cañadas II y Tapedagá II, ambas unidades deprimidas y cóncavas directamente relacionadas con los Bajos Submeridionales (Geográfica, 2007) (Figura 22). Destaca Bruniard y Rey (1976: 23) que sobre esta región se desarrolla una porción de la Planicie centro Chaqueña, se trata de una estructura sobreelevada que se extiende hacia el oeste hasta "...elevarse sobre los "altos del Campo del Cielo, un amplio lomo que sigue el límite chaqueño-santiagoño hasta degradar hacia el Oeste en la cuenca de Alhuampa".

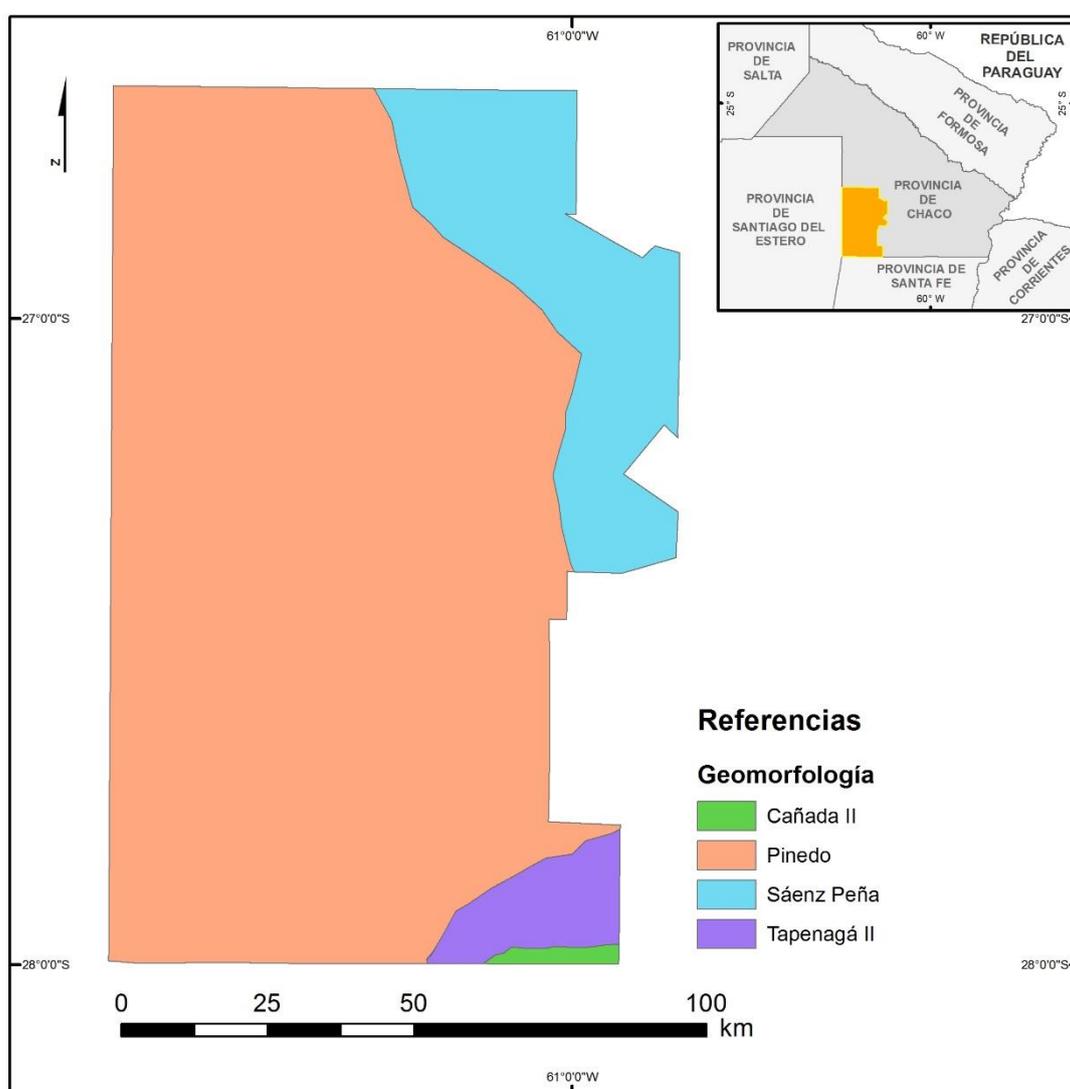


Figura 22. Unidades geomorfológicas en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica del Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.

La pendiente general del terreno desciende de noroeste a sureste con valores que varían desde más de 160 m.s.n.m a menos de 70 m.s.n.m (Figura 23). Esto concuerda con las descripciones de las unidades geomorfológicas propuestas por Ledesma en 1974 sobre la cual el terreno presenta una dirección norte sur y el escurrimiento se dirige desde las unidades con relieve positivo como Sáenz Peña y Pinedo hacia relieves negativos como Cañadas II y Tapenagá II en el sur del área de estudio.

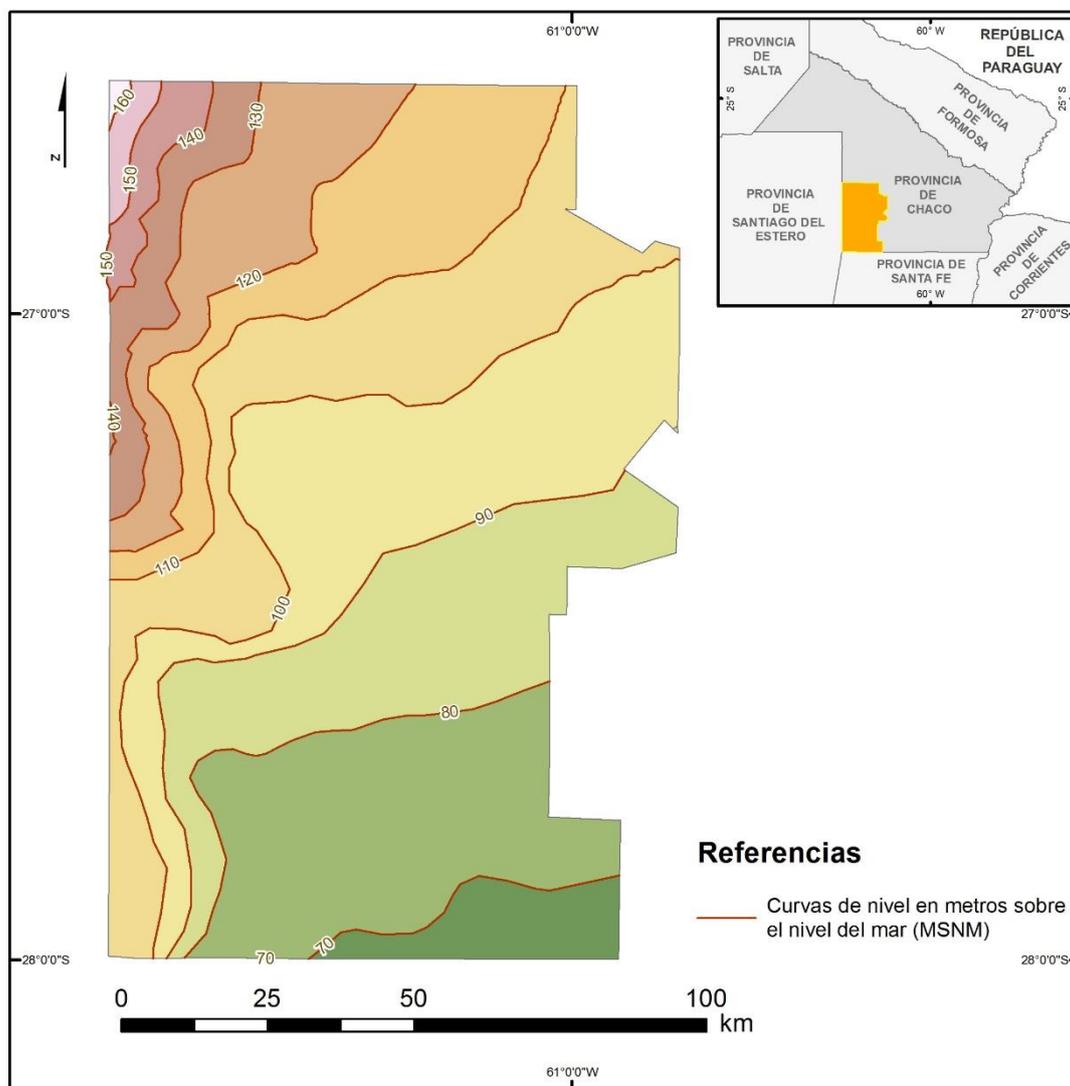


Figura 23. Relieve y curvas de nivel en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica Nº 14. Revista del Instituto de Geografía.

Si se consideran las áreas con pendiente media (Figura 24) se observa que las áreas con mayores valores se corresponden con el sector oeste, sobre relieve positivo en la unidad geomorfológica de Pinedo. Las áreas con

pendientes medias de menor valor se localizan en el sur, en concordancia con los relieves cóncavos de las unidades geomorfológicas de Tapedagá II y Cañadas II.

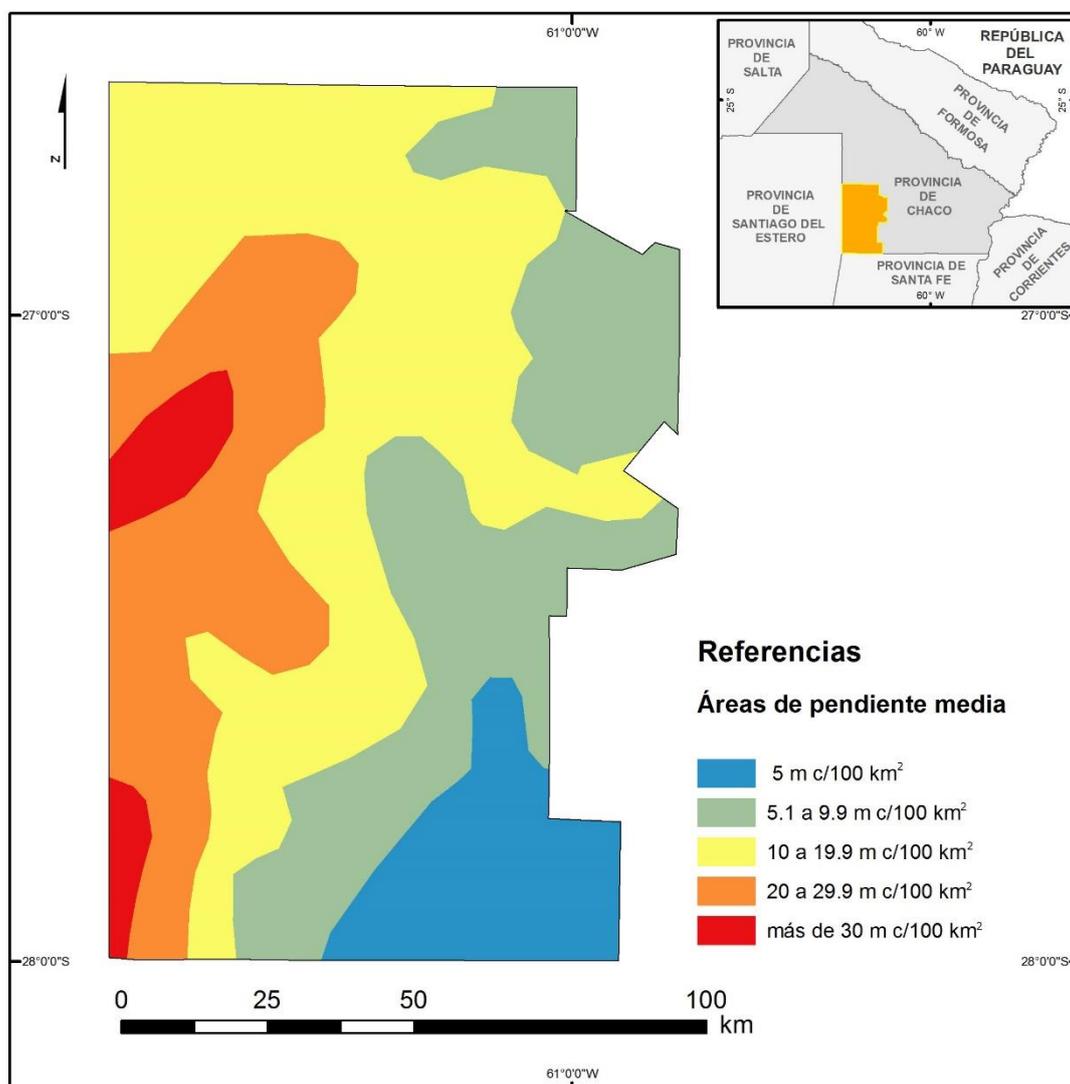


Figura 24. Áreas de pendientes medias en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I: El medio natural (2007). En revista Geográfica N° 14. Revista del Instituto de Geografía.

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO

Sobre la base del Atlas de Suelos de la República Argentina (SAGyP, 1990) el área de estudio presenta cinco órdenes de suelos. Los Molisoles representan un 59,6 %, los Alfisoles un 32,8 %; los Inceptisoles un 6,9 %, los Entisoles un 0,7 % y los complejos indiferenciados un 0,01 %, según el total de

los órdenes de suelos presentes en el área de estudio (Figura 25). Los suelos de orden Molisol son los utilizados para las prácticas agrícolas dadas sus propiedades físicas y químicas favorables. No obstante es necesario tener en cuenta las limitantes de cada tipo de suelo, análisis cuyo resultado será desarrollado en el capítulo VII.

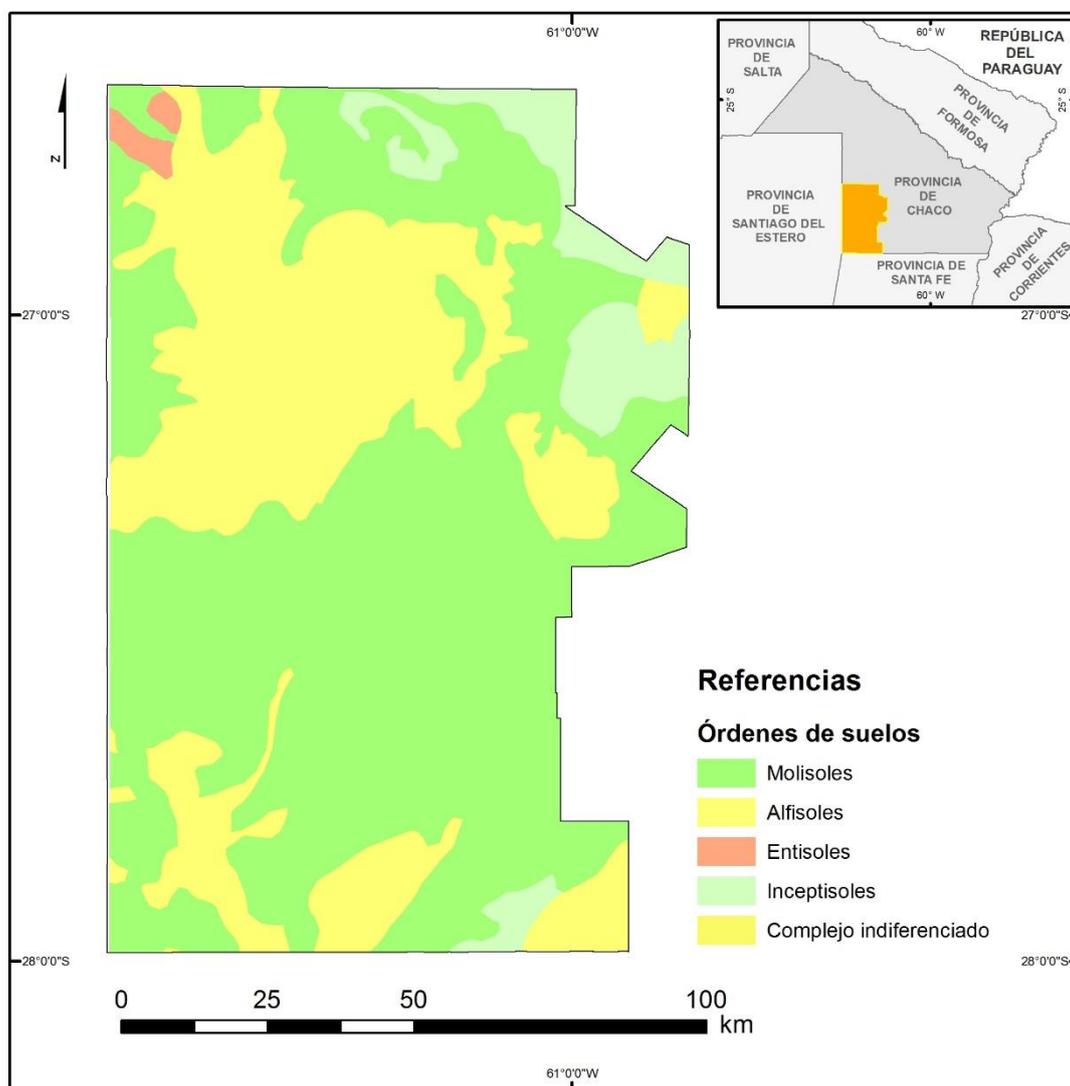


Figura 25. Órdenes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información cartográfica ofrecida por el Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA).

6. LAS PRINCIPALES FORMACIONES VEGETALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña (Cabrera, 1976) y más precisamente dentro del Distrito Chaqueño

Occidental. Este distrito, perteneciente a la Provincia Chaqueña, ha sido ampliamente estudiado por diversos autores, como Morello (1968) diferenciando para el área de estudio la unidad de vegetación de Chaco de Parques y Sabanas y la unidad de vegetación de Chaco de Pastizales y Sabanas (Figura 26). También Ragonesse y Castiglioni (1970) distinguen sobre el área de estudio distritos y subdistritos de vegetación tales como Distrito Campestre, Distrito de Bosque Mixto y Sabanas, Distrito de Bosque Chaqueño y Subdistrito de Parque Santiagueño (Figura 27).

Sostiene Bruniard y Rey (1976: 23) que en esta área “...domina el bosque xerófilo de porte mediano organizado en isletas diseminadas en amplios claros esteparios (abras o pampas).”

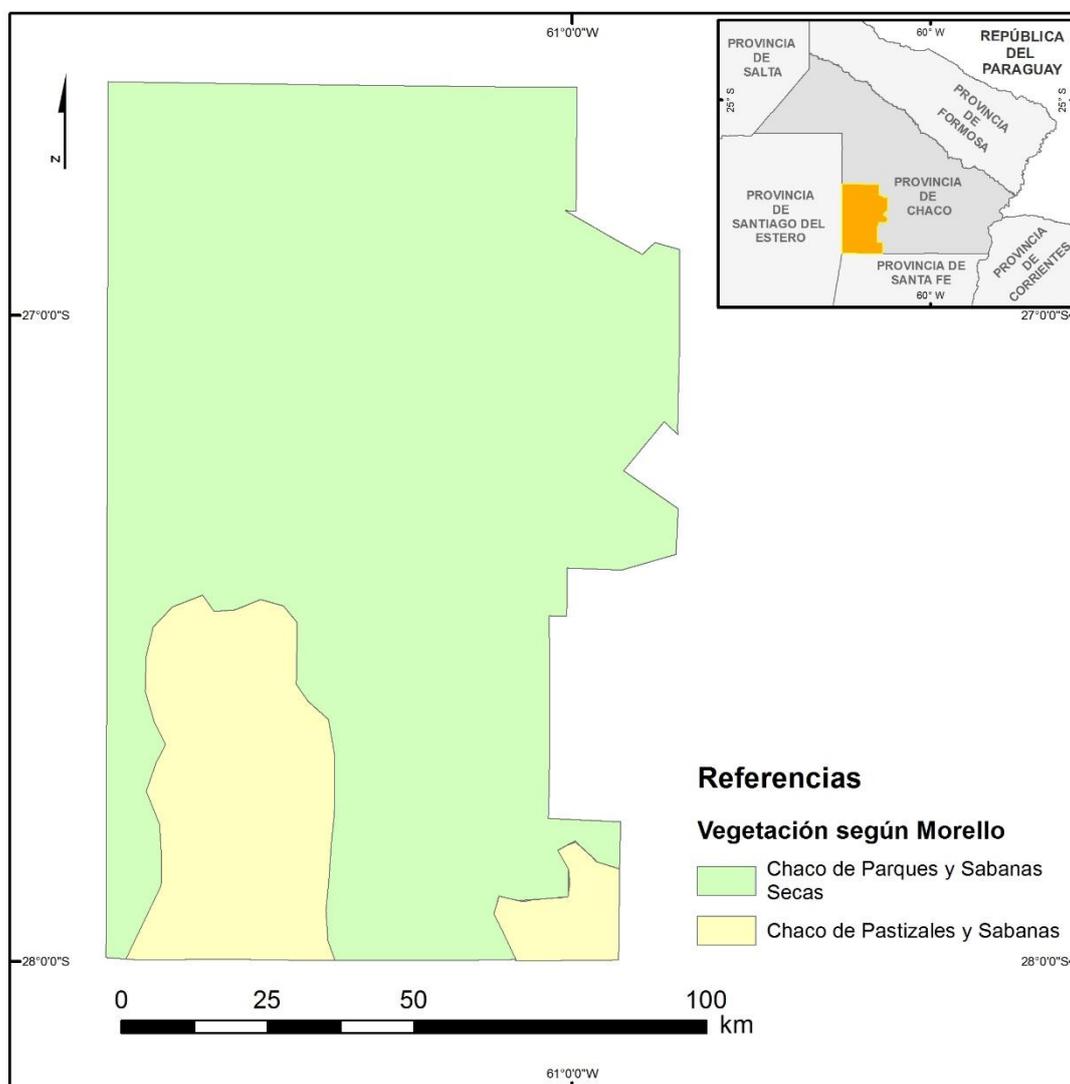


Figura 26. Las grandes unidades de vegetación y ambiente en el suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel adaptado de Morello, Jorge (1968) “La vegetación de la República Argentina”

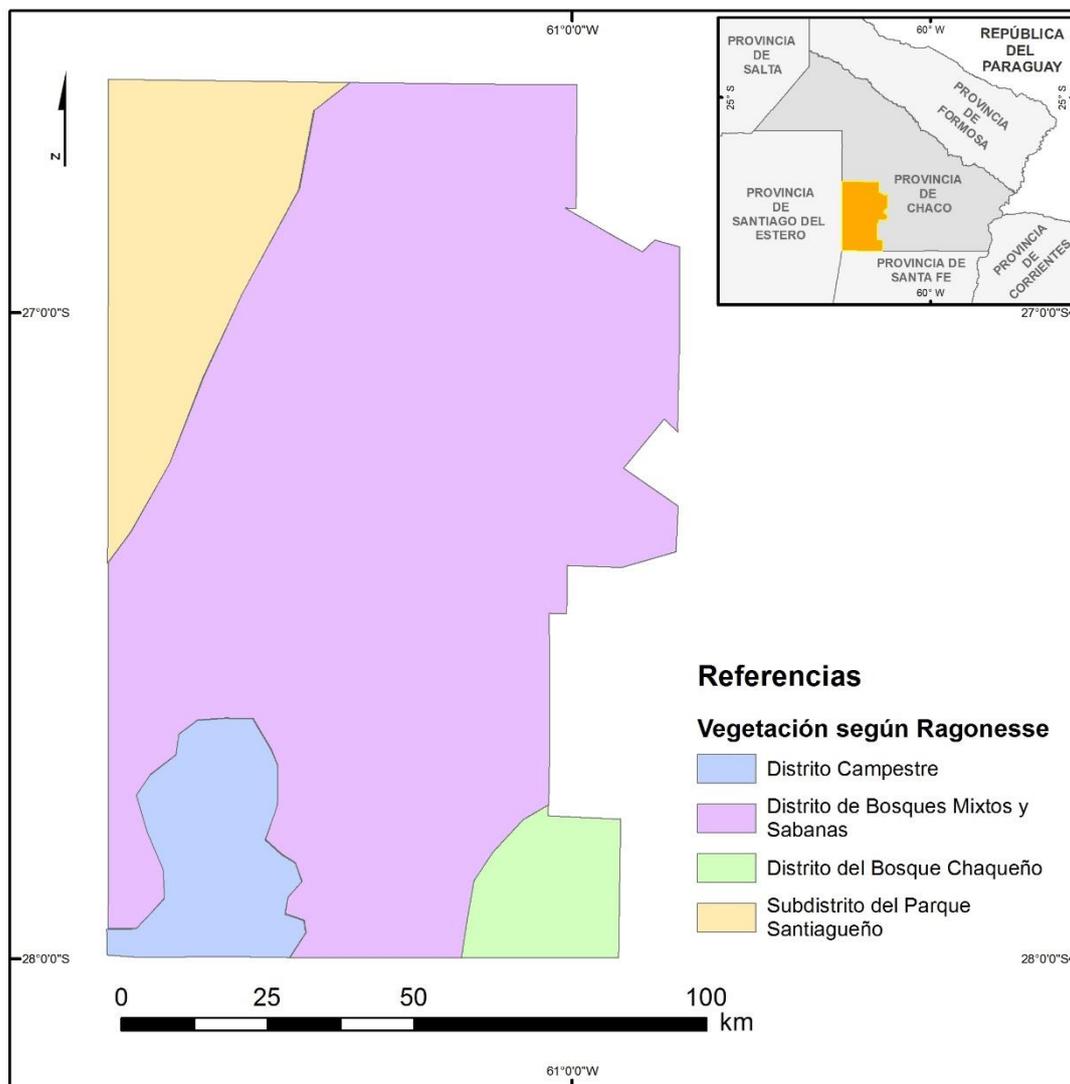


Figura 27. La vegetación del Parque Chaqueño en el suroeste de la provincia de Chaco. Fuente: Insaurralde Juan Ariel adaptado de Ragonesse, Arturo y Castiglioni, Julio (1970). “La vegetación del Parque Chaqueño”.

Es evidente la diversidad de especies que estos espacios han logrado albergar como ambientes naturales no alterados por la acción antropogénica. Señalan Ragonesse y Castiglioni (1970) que existieron cambios espaciales bajo un contexto histórico nacional como respuesta a las necesidades económicas. Estos cambios derivaron en la degradación de los ambientes naturales al punto tal de reducir notablemente las especies más representativas de las comunidades climáticas. Ejemplares de Quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y santiaguense (*Schinopsis lorentzii*), Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) se vieron afectadas por el desmonte selectivo y por la quita total de vegetación para el desarrollo de actividades agropecuarias en lo que se dio a conocer como expansión de la frontera agrícola.

CAPÍTULO V:

ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES Y SU VARIABILIDAD TEMPORAL COMO PROCESO INCIDENTE EN LA DEGRADACIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo exponer los resultados alcanzados mediante el análisis de las variables físicas que intervienen en el proceso de degradación del ambiente en el área de estudio.

En esta instancia se presentan los análisis correspondientes a las variables físicas que inciden en el suroeste chaqueño. Particularmente se abordan los resultados de la influencia de la variable climática y más precisamente los aportes pluviométricos y las variaciones temporales de las precipitaciones.

1. LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES COMO FACTOR INCIDENTE EN LA DEGRADACIÓN DEL AMBIENTE EN EL SUROESTE CHAQUEÑO

Dado que las precipitaciones son un recurso importante en el desarrollo agrícola, su estudio se relaciona con factores que posibilitan la expansión de las áreas cultivables y se vincula directamente con los aspectos económicos que representa. Es por ello que el conocimiento de la variación temporal de las precipitaciones es de importancia para estos sectores y de utilidad para determinar los riesgos que conlleva realizar dichas actividades en áreas sujetas a determinadas variaciones pluviométricas.

1.1. Las precipitaciones en el suroeste chaqueño: características medias generales

Las estaciones pluviométricas que se encuentran dentro del sector suroeste corresponden a las que se detallan en la tabla 2 y en la figura 28. Se observó que para el período 1955-2009 el valor mínimo medio fue de 832,6 mm, el cual corresponde a la estación de Chorotis, mientras que el valor máximo medio fue de 942,1 mm y corresponde a la estación de Charata. Por otra parte, el promedio regional, considerando todas las estaciones pluviométricas del área de estudio, fue de 829 mm. Este valor es el promedio de una serie de 54 años y por sí solo no ofrece una aproximación a las características de las precipitaciones y en particular hacia la variabilidad temporal de la misma.

Estaciones pluviométricas	Localización		Media anual (mm)
	Latitud	Longitud	
Las Breñas	27° 5' 28"	61° 4' 55"	931,9
Gral. Pinedo	27° 19' 22"	61° 17' 2"	903,6
Charata	27° 36' 36"	61° 20' 57"	942,1
Hermoso Campo	27° 36' 36"	61° 20' 57"	879,8
Corzuela	26° 57' 24"	60° 58' 21"	916,8
Gancedo	27° 29' 27"	61° 40' 36"	841,6
Chorotis	27° 54' 54"	61° 24' 12"	832,6

Tabla 2. Estaciones pluviométricas del suroeste chaqueño (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

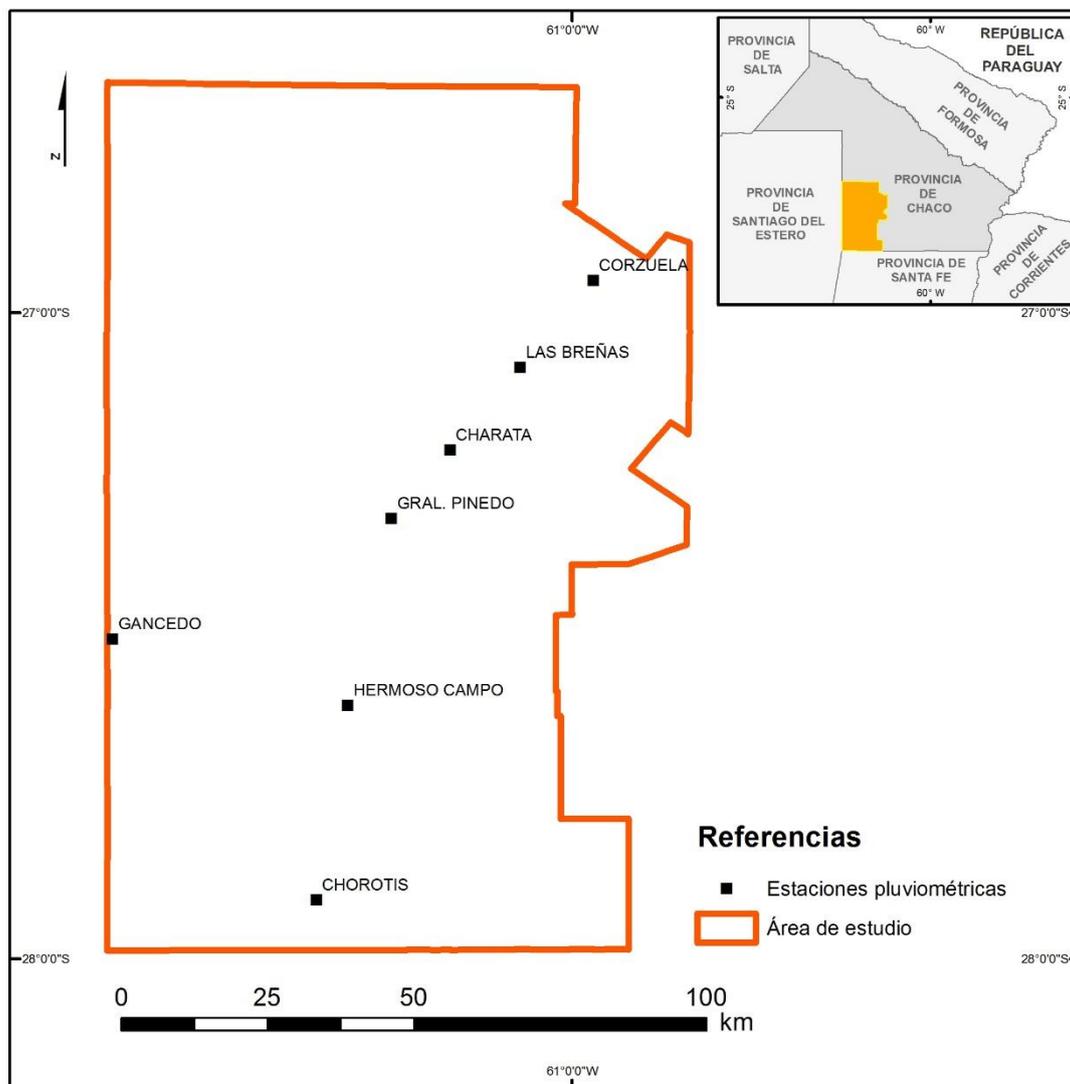


Figura 28. Estaciones pluviométricas del área de estudio. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

Para cada estación pluviométrica se calcularon diversos parámetros estadísticos que amplían la información sobre las características de las precipitaciones en el área de estudio (Tabla 3). Las medidas de tendencia central y de dispersión permiten un mayor conocimiento de la variabilidad de los datos estadísticos (Puebla Gutiérrez *et al.*, 1995).

Dentro de las medidas de centralidad se calcularon los valores mínimos, medios y máximos y se emplearon el recorrido, los quintiles, la desviación típica y el coeficiente de variación como medidas de dispersión. En la tabla 3 se presentan para cada estación pluviométrica, los valores mínimos, medios y máximos, el recorrido, la desviación típica y el coeficiente de variación anual.

Estaciones pluviométricas	Precipitaciones (mm)				Desviación Típica Anual	Coeficiente de Variación Anual (%)
	Mínima	Media	Máxima	Recorrido		
Las Breñas	494	931,9	1.605	1.111	246,1	26,4
Gral. Pinedo	422	903,6	1.637	1.215	237,6	26,3
Charata	566	942,1	1.566	1.000	208,2	22,1
Hermoso Campo	492	879,8	1.536	1.044	248,0	28,2
Corzuela	476	916,8	1.590	1.114	258,8	28,2
Gancedo	460	841,6	1.391	931	210,4	25,0
Chorotis	150	832,6	1.327	1.177	245,7	29,5

Tabla 3. Medidas de tendencia central y de dispersión para las estaciones pluviométricas del suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

Dentro de las medidas de centralidad, la media corresponde al valor en el que tienden a agruparse los datos de una distribución (Puebla Gutiérrez *et al.*, 1995). Este da una idea general de los montos pluviométricos que recibe el área de estudio. Se observó que el valor de media varió entre 942,1 mm para Charata y 832,6 para Chorotis. Otros parámetros como los valores mínimos y máximos mostraron los umbrales en los que varían los valores de una serie de años. En el primer caso se observó que los mismos son inferiores a los 600 mm, presentando, para la estación de Chorotis, un mínimo de 150 mm y un máximo de 566 mm para la estación de Charata. Por su parte, se observó que las máximas superan, para todas las estaciones, los 1.300 mm y, en el caso de la localidad de Villa Ángela, alcanza 1.637 mm.

A partir de los valores mencionados, se estableció la existencia de una importante variabilidad entre los montos mínimos y máximos expresado como su recorrido o amplitud, la cual presentó valores entre 931 mm para Gancedo y 1.177 mm para Chorotis, correspondiente a la estación con mayor amplitud. Otros parámetros de dispersión que se han utilizado son la desviación típica y el coeficiente de variación. El primero de ellos mostró la magnitud de la variación de los valores con respecto a la media, mientras que el segundo hizo comparable esas magnitudes con otros datos. De ese modo se pudo identificar aquellas estaciones pluviométricas que presentaron una mayor variabilidad y posteriormente se las comparó entre sí.

Se observó que en el caso del primer parámetro, los valores oscilaron entre 208,2 mm para la estación Charata y 258,8 mm para la estación de

Corzuela. En cuanto al segundo parámetro los menores valores correspondieron a la estación de Charata, con 22,1 % y los mayores a la estación de Chorotis, con 29,5 %. Es decir que Charata presentó, en relación con el resto de las localidades, la menor variabilidad y Chorotis la mayor.

A través de sencillos parámetros estadísticos, se caracterizó la variabilidad temporal de las precipitaciones, de una serie estadística de 54 años, en las siete estaciones pluviométricas del suroeste chaqueño, partiendo del cálculo de los valores medios, mínimos, máximos, de su recorrido o amplitud, su desviación típica y su coeficiente de variación. Pero para determinar la variabilidad de las precipitaciones con mayor detalle se aplicaron cálculos tales como los quintiles y las anomalías pluviométricas relativas (APR).

El cálculo de los quintiles dividió al conjunto total de los datos en cinco partes expresadas en porcentajes. Permitió determinar los años o períodos que para cada estación pluviométrica fueron muy húmedos, húmedos, normales, secos o muy secos.

Por otro lado con el cálculo de las anomalías pluviométricas relativas se generó e identificó información detallada sobre períodos de variabilidad interanual medidos en porcentaje con respecto a la media. Se puede establecer, a modo general lapsos con tendencias positivas y negativas en la variación.

1.2. Las precipitaciones en el suroeste chaqueño: características medias estacionales

De estos estadísticos básicos se observó que la estación de verano (Tabla 4) presentó las medias más elevadas del año con montos que varían entre 331,7 mm para Chorotis a 387,1 mm para Las Breñas, mientras que los mínimos absolutos mensuales del trimestre variaron desde los 67 mm para Gancedo a 296 para Corzuela y los máximos absolutos mensuales alteraron entre 679 mm para Corzuela a 866 para Gral. Pinedo. Por otro lado, la desviación estándar varió entre 134,5 mm para la estación de Hermoso Campo a 149,1 mm para Gancedo y el Coeficiente de Variación presentó valores entre 2,3 para Chorotis a 2,8 para Charata. Se puede afirmar que todas las series de esta estación se encontraron sesgadas positivamente y con una curtosis positiva poco marcada,

con excepción de Gral. Pinedo la cual presentó una distribución tendiente a una forma leptocúrtica, mientras que la estación Gancedo mostró una distribución negativa, es decir con tendencia a una forma plana.

VERANO	Media	Desv. Est.	Sesgo	Curtosis	Coef. Var.	Min.	Max.
Charata	385,2	136,2	0,8	0,2	2,8	168	729
Chorotis	331,7	142,8	0,9	0,5	2,3	80	720
Corzuela	371,5	139	0,3	-0,7	2,7	296	679
Gancedo	373,1	149,1	0,6	0,4	2,4	67	743
Gral. Pinedo	372,1	145,7	1,1	2,1	2,6	132	866
Hermoso Campo	357,2	134,5	0,9	0,2	2,7	136	695
Las Breñas	387,1	142	0,7	0	2,7	157	787

Tabla 4. Información estadística de precipitación (mm) de verano, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

La estación de otoño (Tabla 5) presentó una media que varió de 125 mm para Gancedo a 276,9 mm para la estación Corzuela. Los valores mínimos absolutos mensuales del trimestre rondaron entre 10 mm para la estación de Gancedo y 272 mm para la estación de Corzuela, presentando esta última un valor elevado con respecto a las demás estaciones. Los valores máximos absolutos mensuales del trimestre variaron entre 577 mm para la estación de Gancedo y 790 mm para la de Corzuela. Por su parte la desviación estándar determinó que la estación de Charata presentó la menor desviación con 123,8 mm, mientras que Corzuela la mayor con 137,1 mm; además el coeficiente de variación varió entre 1,9 para Las Breñas, Gancedo, Gral. Pinedo y 2,2 para Charata. La forma de la distribución se presentó sesgada positivamente y con una curtosis plana, sin presencia de máximos marcados en su forma.

OTOÑO	Media	Desv. Est.	Sesgo	Curtosis	Coef. Var.	Min.	Max.
Charata	272	123,8	0,7	-0,1	2,2	38	593
Chorotis	258,3	126,1	0,6	1,2	2	15	675
Corzuela	276,9	137,1	1,2	2,7	2	272	790
Gancedo	125,2	126,7	0,6	-0,1	1,9	10	577
Gral. Pinedo	259,5	135,1	1,3	2,4	1,9	28	753
Hermoso Campo	262	130,4	0,9	0,6	2	26	664
Las Breñas	262,7	135,3	0,8	1,1	1,9	35	664

Tabla 5. Información estadística de precipitación (mm) de otoño, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

La estación de invierno (Tabla 6) presentó una media que varió entre 43,3 mm para la estación de Hermoso Campo y 54,7 mm para Las Breñas, por su parte, los mínimos absolutos mensuales del trimestre se ubicaron en los 0 mm para todas las estaciones excepto Corzuela que presentó 48 mm; el valor máximo varió entre 121 mm para Gancedo a 266 mm para Las Breñas. Por otra parte, la desviación estándar presentó valores entre 31,3 mm para Gancedo a 51,2 mm para Las Breñas, mientras que el coeficiente de variación presentó valores de 1 para Gral. Pinedo a 1,2 para las estaciones de Charata, Chorotis y Corzuela. Se trató de una serie sesgada positivamente, situación que se mantuvo en todas las estaciones, mientras que la curtosis indicó distribuciones planas como leptocúrticas, es decir con un máximo marcado, particularmente en las estaciones de Corzuela, Gral. Pinedo y Las Breñas.

INVIERNO	Media	Desv. Est.	Sesgo	Curtosis	Coef. Var.	Min.	Max.
Charata	51	43,3	1,6	2,9	1,2	0	208
Chorotis	44,5	38,3	1,2	1,1	1,2	0	161
Corzuela	51,8	44,9	1,7	3,8	1,2	48	221
Gancedo	53,1	31,3	0,7	-0,5	1,1	0	121
Gral. Pinedo	46,4	45,3	1,7	3,2	1	0	216
Hermoso Campo	43,3	39,9	0,8	-0,5	1,1	0	130
Las Breñas	54,7	51,2	1,8	4,6	1,1	0	266

Tabla 6. Información estadística de precipitación (mm) de invierno, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

La estación de primavera (Tabla 7) presentó valores de media que variaron entre 198,1 mm para la estación de Chorotis a 290,2 para la estación de Gancedo; la mínima absoluta mensual del trimestre presentó valores que rondaron de los 37 mm para Chorotis a 117 mm para Corzuela y en cuanto a la máxima absoluta mensual del trimestre se observaron valores que fluctuaron entre 414 mm para Corzuela a 687 mm para Charata. Por su parte la desviación estándar presentó valores de 85,8 mm para Corzuela a 105,1 mm para Charata y un coeficiente de variación de 2 para Chorotis a 2,5 para Corzuela y Las Breñas. La forma de la serie estadística se mostró sesgada positivamente y con una curtosis plana, con excepción de Charata la cual presentó forma leptocúrtica.

PRIMAVERA	Media	Desv. Est.	Sesgo	Curtosis	Coef. Var.	Min.	Max.
Charata	235,4	105,1	1,7	5,1	2,2	92	687
Chorotis	198,1	98,1	0,8	0,4	2	37	479
Corzuela	216,5	85,8	0,4	-0,7	2,5	117	414
Gancedo	290,2	91,5	0,5	-0,1	2,2	60	430
Gral. Pinedo	225,5	103,2	1	0,8	2,2	76	536
Hermoso Campo	217,3	97,9	0,6	0	2,2	50	484
Las Breñas	227,4	91,7	0,7	0,8	2,5	68	521

Tabla 7. Información estadística de precipitación (mm) de primavera, según estación pluviométrica. Fuente: Insaurrealde Juan Ariel, sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

1.3. Aportes pluviométricos estacionales de las precipitaciones en el suroeste chaqueño entre 1955 y 2009

A partir de las estadísticas proporcionadas por la Administración Provincial del Agua de la provincia de Chaco (APA) se analizaron los aportes pluviométricos estacionales de las estaciones del área de estudio. Además del tratamiento estadístico estándar se calcularon los aportes estacionales de precipitación y se elaboraron gráficos de barras que representan su proporción respecto del total anual. Junto a estos se calculó la línea de tendencia de media móvil de 5 períodos ($x=5$) para graficar la tendencia estacional de las precipitaciones.

Para facilitar el análisis de los resultados se agruparon los gráficos por estaciones térmicas según los aportes pluviométricos anuales por localidad para la serie 1955-2009.

1.3.1. Aporte pluviométrico medio por estación pluviométrica según período

Para la estación correspondiente a verano, la cual comprende los meses de diciembre, enero y febrero, se observó que todas las estaciones pluviométricas presentaron valores de precipitación que rondaron en los 368 mm media anual, lo que representó un 41,1 % de aporte en medio anual para todas las estaciones pluviométricas. De todas ellas las de Gancedo y Las Breñas son las que mayores valores de proporción de precipitación exhibieron, la primera de

ellas presentó 364 mm, con un 43,2 % de aporte pluviométrico y la segunda 387 mm, con un 41,5 %. (Tabla 8 y 9).

Para la estación de otoño (marzo, abril y mayo) se observó una disminución en los aportes pluviométricos medios anuales de todas las estaciones pluviométricas con valor de 261 mm lo que representó el 29,3 % de proporción. De todas las estaciones pluviométricas las correspondientes a Charata y Corzuela son las que mayor proporción de precipitaciones presentaron con valores de 272 mm lo que representó un 28,9 % de proporción y 277 mm y 30,2 % de proporción, respectivamente (Tabla 8 y 9).

En invierno (junio, julio y agosto) los montos pluviométricos se redujeron notablemente a valores cercanos al 49 mm en promedio para todas las estaciones pluviométricas, esto representó un 5,2 % de los aportes medios de todas las estaciones. Las que presentaron mayores valores son Las Breñas con 5,9 %, es decir unos 55 mm medios anuales y la localidad de Corzuela con 5,7 %, lo que constituyó unos 52 mm medios anuales (Tabla 8 y 9).

Para la estación de primavera (septiembre, octubre y noviembre) el promedio de proporción de precipitaciones fue de 24,4 % media anual, lo que representó un total de 230 mm medios anuales para todas las estaciones. De todas ellas General Pinedo con 25 % y Charata con igual proporción son las que mayores valores tuvieron y representaron 227 mm y 235 mm respectivamente (Tabla 8 y 9).

Est. Pluviométricas	Promedio anual 1955-2009 (en mm)			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Charata	385	272	51	235
Chorotis*	332	258	45	198
Corzuela	372	277	52	216
Gancedo	364	238	35	205
Gral. Pinedo	372	260	46	226
Hermoso Campo	357	262	43	217
Las Breñas	387	263	55	227
Promedio	368	261	49	230
*Promedio calculado para una serie de años de 1955-2008				

Tabla 8. Promedio anual de precipitaciones para la estación de verano, otoño, invierno y primavera, para las estaciones pluviométricas del área de estudio (1955 - 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

Est. Pluviométricas	Promedio anual 1955-2009 (en %)			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Charata	40,9	28,9	5,4	25,0
Chorotis*	39,8	31,0	5,3	23,8
Corzuela	40,5	30,2	5,7	23,6
Gancedo	43,2	28,2	4,2	24,3
Gral. Pinedo	41,2	28,7	5,1	25,0
Hermoso Campo	40,6	29,8	4,9	24,7
Las Breñas	41,5	28,2	5,9	24,4
Promedio	41,1	29,3	5,2	24,4
*Promedio calculado para una serie de años de 1955-2008				

Tabla 9. Promedio anual de precipitaciones para la estación de verano, otoño, invierno y primavera en porcentaje, para las estaciones pluviométricas del área de estudio (1955 - 2009). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información provista por la Administración Provincial del Agua (APA).

1.3.2. Aporte pluviométrico por estaciones térmicas durante el período (1989-2009)

En verano la estación pluviométrica de Charata (Figura 29) presentó para toda la serie valores de proporción máximas de 68 % en 1976 y un valor mínimo de 20 % en 1957, mientras que en los últimos veinte años de observación se mostró un máximo de 65 % en 1999 y un mínimo de 22 % en 1991. La estación pluviométrica de Chorotis (Figura 30) registró para toda la serie valores de proporción máximo de 69 % en 1995 y mínimo de 9 % en 1986, mientras que en los últimos veinte años de observación exhibió como máximo 69 % en 1995 y como mínimo 23 % en 1991. La estación pluviométrica de Corzuela (Figura 31) presentó para toda la serie valores de proporción máximo 59 % en 2009 y mínimo 12 % en 1986, mientras que en los últimos veinte años de observación mostró como máximo 59 % en 2009 y como mínimo 21 % en 2005. La estación pluviométrica de Gancedo (Figura 32) presentó para toda la serie valores de proporción máximo de 72 % en 1976 y mínimo de 8 % en 1986, mientras que en los últimos veinte años exhibió un máximo de 65 % en 1997 y un mínimo de 24 % en 2003. La estación pluviométrica de General Pinedo (Figura 33) manifestó para toda la serie valores de proporción máximo de 61 % en 1997 y 2009 y mínimo de 8 % en 1986, mientras que en los últimos veinte años presentó un máximo de 61 % en 1997 y 2009 y un mínimo de 30 % en 2001. La estación pluviométrica de Hermoso Campo (Figura 34) ofreció para toda la serie valores de proporción máximo de 74 % en 1976 y mínimo de 15 % en 1986, mientras

que en los últimos veinte años presentó un máximo de 63 % en 2000 y un mínimo de 23 % en 2003. La estación pluviométrica de Las Breñas (Figura 35) mostró para toda la serie valores de proporción máximo en 1974, 1981 y 1996 un total de 59 % y como mínimo 10 % en 1986, mientras que en los últimos veinte años exhibió como máximo 59 % en 1996 y un mínimo de 26 % en 1991. Para todas las estaciones pluviométricas se observó que los valores máximos variaron entre 59 a 74 % de proporción de precipitaciones, mientras que las mínimas variaron de 8 a 20 % de proporción de precipitaciones.

En el otoño la estación pluviométrica de Charata (Figura 36) presentó para toda la serie valores de proporción máximas de 51 % en 1983 y un mínimo de 6 % en 2008, mientras que en los últimos veinte años de observación mostró en 1989 y 1991 un máximo de 48 % y como mínimo 6 % en 2008. La estación pluviométrica de Chorotis (Figura 37) registró para toda la serie valores de proporción máximo de 59 % en 1980 y mínimo de 3 % en 2008, mientras que en los últimos veinte años de observación exhibió un máximo de 51 % en 1991 y como mínimo 3 % en 2008. La estación pluviométrica de Corzuela (Figura 38) presentó para toda la serie valores de proporción máximo 53 % en 1964 y mínimo 11 % en 2008 y 2009, mientras que en los últimos veinte años de observación indicó como máximo 51% en 1991 y como mínimo 11 % en 2008 y 2009. La estación pluviométrica de Gancedo (Figura 39) mostró para toda la serie valores de proporción máximo de 51 % en 1980 y mínimo de 1 % en 2009, mientras que en los últimos veinte años presentó un máximo de 50 % en 2003 y como mínimo 1 % en 2009. La estación pluviométrica de General Pinedo (Figura 40) exhibió para toda la serie valores de proporción máximo de 48 % en 1980 y mínimo de 7 % en 2008 y 2009, mientras que en los últimos veinte años indicó un máximo de 45 % en 1989 y como mínimo 7 % en 2008 y 2009. La estación pluviométrica de Hermoso Campo (Figura 41) presentó para toda la serie valores de proporción máximo de 59 % en 1975 y mínimo de 5 % en 2008, mientras que en los últimos veinte años mostró un máximo de 50 % en 2003 y como mínimo 5 % en 2008. La estación pluviométrica de Las Breñas (Figura 42) exhibió para toda la serie valores de proporción máximo de 54 % en 1991 y mínimo de 7 % en 2004 y 2008, mientras que en los últimos veinte años indicó como máximo 54 % en 1991 y como mínimo 7 % en 2004 y 2008. Para todas las estaciones pluviométricas,

en otoño se observó que los valores máximos variaron entre 45 a 59 % de proporción de precipitaciones, mientras que las mínimas variaron de 1 a 7 % de proporción de precipitaciones, en general manifiestan un descenso en las proporciones de precipitación con respecto a la anterior y una diferencia entre su rango o recorrido menor.

En invierno la estación pluviométrica de Charata (Figura 43) presentó para toda la serie valores de proporción máximas de 17 % en 2006 y un mínimo de 0 % en 1976, 2004 y 2007, mientras que en los últimos veinte años de observación mostró como máximo el mencionado anteriormente y como mínimo 0 % en los años 2004 y 2007. La estación pluviométrica de Chorotis (Figura 44) registró para toda la serie valores de proporción máximo de 15 % en 1992 y mínimo de 0 % en 1976, 1980 y 2007 mientras que en los últimos veinte años de observación exhibió un máximo de 15 % en 1992 y un mínimo de 0% en 2007. La estación pluviométrica de Corzuela (Figura 45) indicó para toda la serie valores de proporción máximo 16 % en 1968 y 1973 y mínimo 0 % en 1966, 1978, 1993, 1996 y 2007, mientras que en los últimos veinte años de observación presentó como máximo en 1992 y 2006 10 % y como mínimo 0 % en 1993, 1996 y 2007. La estación pluviométrica de Gancedo (Figura 46) manifestó para toda la serie valores de proporción máximo de 11 % en 1969, 1970 y 1979 y un valor mínimo de 0 % en 1955, 1961, 1966, 1976, 1980, 1993, 1995, 1996, 1997, 2004 y 2007, mientras que en los últimos veinte años presentó un máximo de 9 % en 1998 y un mínimo de 0 % en 1993, 1995, 1996, 1997, 2004 y 2007. La estación pluviométrica de General Pinedo (Figura 47) presentó para toda la serie valores de proporción máximo de 18 % en 1968 y un mínimo de 0 % en 1976, 1978, 1993, 2003 y 2007, mientras que en los últimos veinte años presentó un máximo de 11 % en 2006 y como mínimo 0 % en 1993, 2003 y 2007. La estación pluviométrica de Hermoso Campo (Figura 48) mostró para toda la serie valores de proporción máximo de 13 % en 1973 y mínimo de 0 % en 1961, 1976, 1995, 1996, 2000, 2003, 2004 y 2007, mientras que en los últimos veinte años presentó un máximo de 12 % en 1989 y 1992, y un mínimo de 0 % en 1995, 1996, 2000, 2003, 2004 y 2007. La estación pluviométrica de Las Breñas (Figura 49) exhibió para toda la serie valores de proporción máximo de 17 % en 1986 y mínimo de 0 % en 1993, 1995, 1996, 1997, 2000, 2004 y 2007, mientras que en los últimos

veinte años manifestó como máximo 14 % en 2006 y como mínimo 0 % en 1993, 1995, 1996, 1997, 2000, 2004 y 2007. Para todas las estaciones pluviométricas, en invierno se observó que los valores máximos variaron entre 11 a 18 % de proporción de precipitaciones, mientras que las mínimas siempre se mantuvieron en 0 % de proporción de precipitaciones, en general manifiestan un descenso en las proporciones de precipitación con respecto a la anterior.

En primavera la estación pluviométrica de Charata (Figura 50) presentó para valores de proporción máximas de 44 % en 1986 y un mínimo de 8 % en 1985, mientras que en los últimos veinte años de observación presentó un máximo de 36 % en 1994 y un mínimo de 10 % en 1989. La estación pluviométrica de Chorotis (Figura 51) registró valores de proporción máximo de 51 % en 1978 y un mínimo de 5 % en 1998, mientras que en los últimos veinte años de observación mostró un máximo de 41 % en 2008 y como mínimo 5 % en 1998. La estación pluviométrica de Corzuela (Figura 52Figura 55) exhibió valores de proporción máximo 48 % en 1978 y mínimo 9 % en 1989, mientras que en los últimos veinte años de observación registró como máximo 42 % en 1997 y un mínimo de 9 % en 1989. La estación pluviométrica de Gancedo (Figura 53) presentó valores de proporción máximo de 46 % en 2009 y mínimo de 6 % en 1974 y 1976, mientras que en los últimos veinte años manifestó como máximo 46 % en 2009 y un mínimo de 11% en 1999. La estación pluviométrica de General Pinedo (Figura 54) indicó valores de proporción máximo de 50 % en 1987 y mínimo de 6 % en 1981, mientras que en los últimos veinte años exhibió como máximo 41 % en 1994 y un mínimo de 11 % en 1989. La estación pluviométrica de Hermoso Campo (Figura 55) presentó para toda la serie valores de proporción máximo de 48 % en 1994 y 2008, y un mínimo de 8 % en 1955 y 1973, mientras que en los últimos veinte años evidenció como máximo 48 % en 1994 y 2008 y un mínimo de 14 % en 1999. La estación pluviométrica de Las Breñas (Figura 56) mostró un máximo de 49 % en 2008 y mínimo de 7 % en 1974, mientras que en los últimos veinte años presentó como máximo 49 % en 2008 y un mínimo de 9 % en 1989. Para todas las estaciones pluviométricas se observó que los valores máximos variaron entre 42 a 51 %, mientras que las mínimas variaron de 7 a 9 % y en general manifiestan un ascenso en las proporciones con respecto a la anterior.

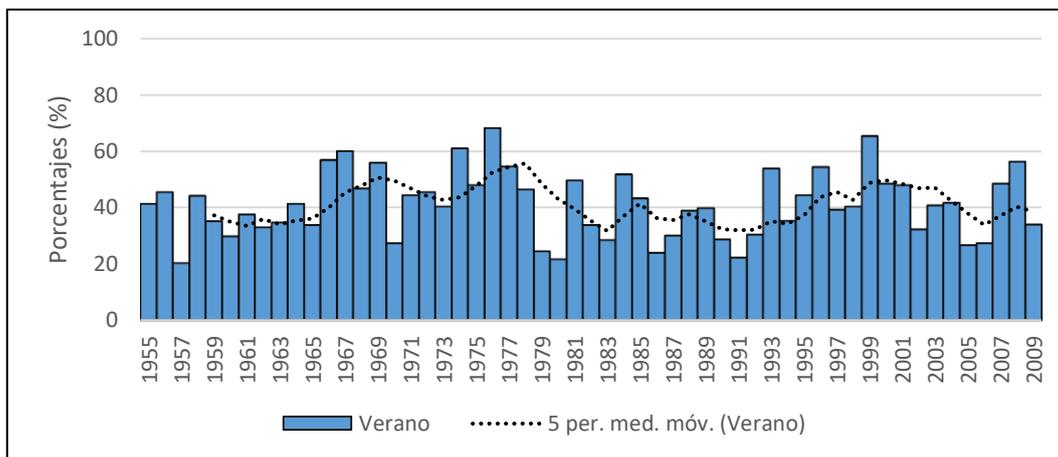


Figura 29. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

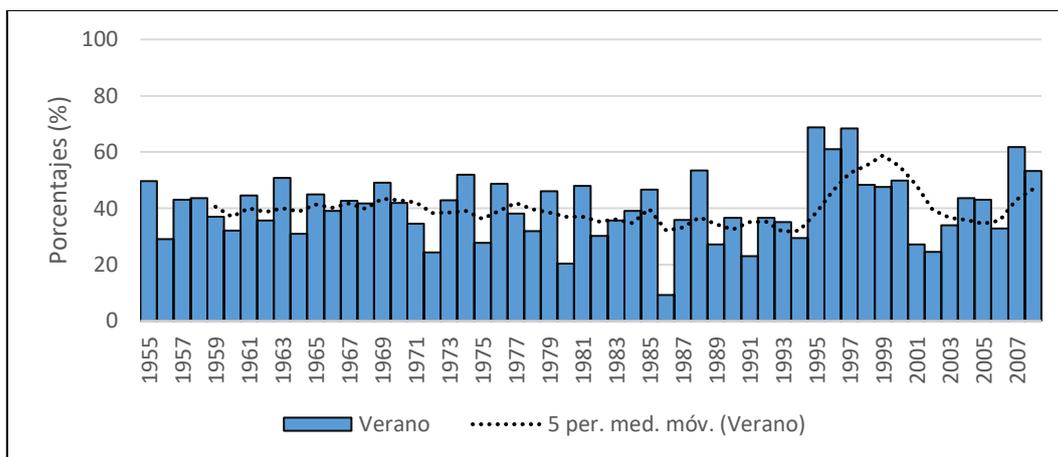


Figura 30. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Chorotis entre 1955 y 2008. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

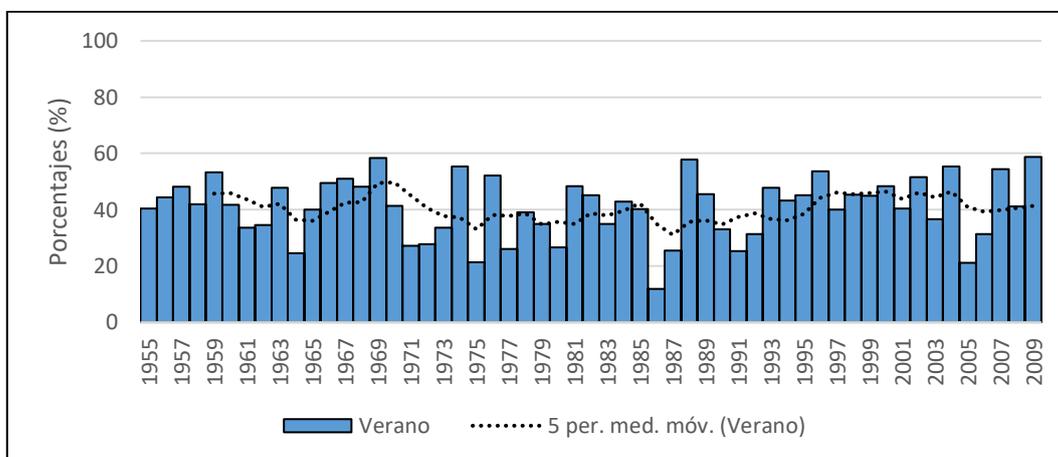


Figura 31. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Corzuela entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

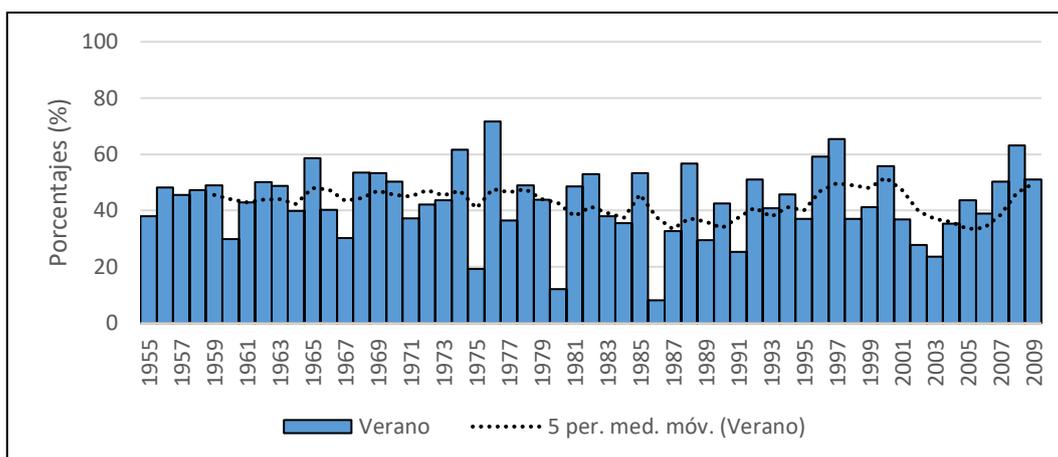


Figura 32. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

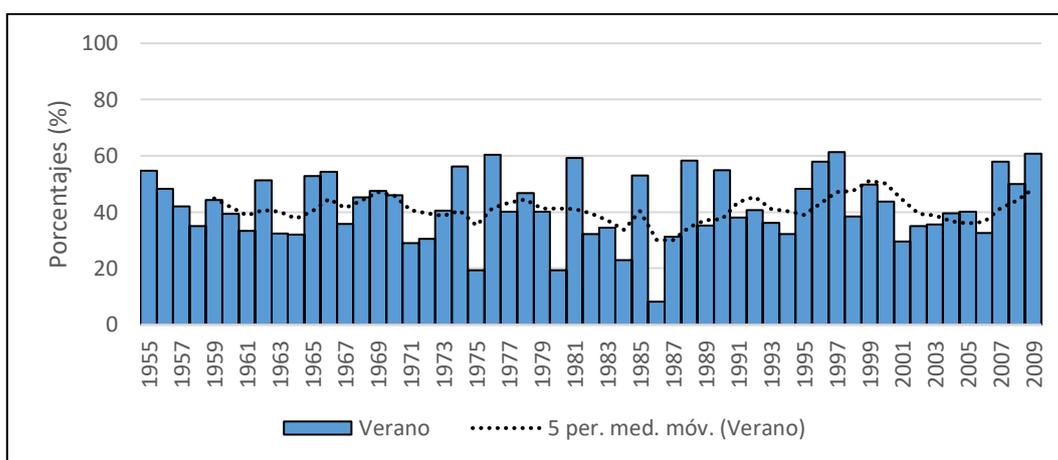


Figura 33. Proporción de precipitaciones de verano para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

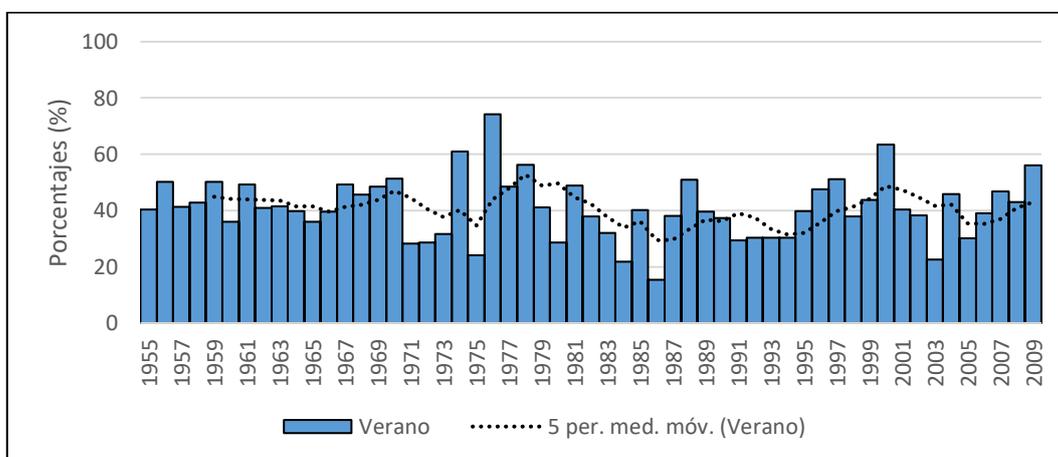


Figura 34. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

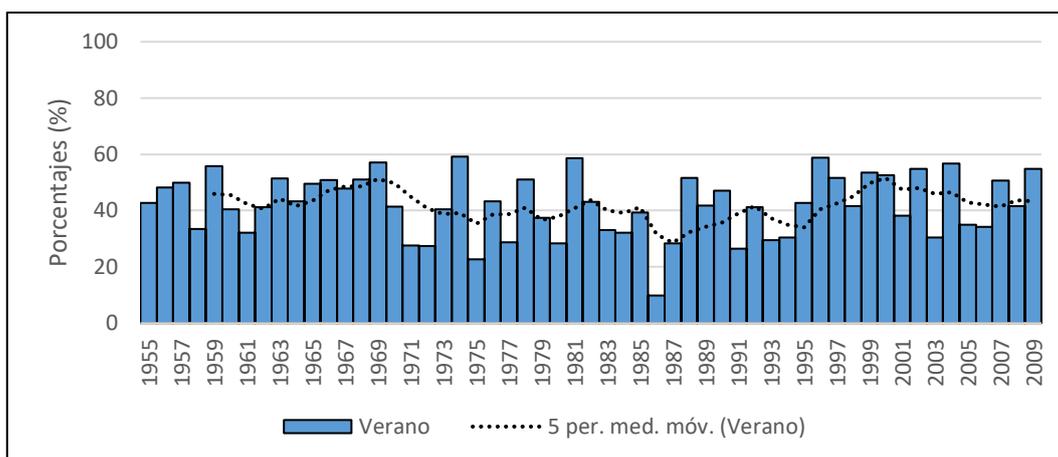


Figura 35. Proporción de precipitaciones de verano para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

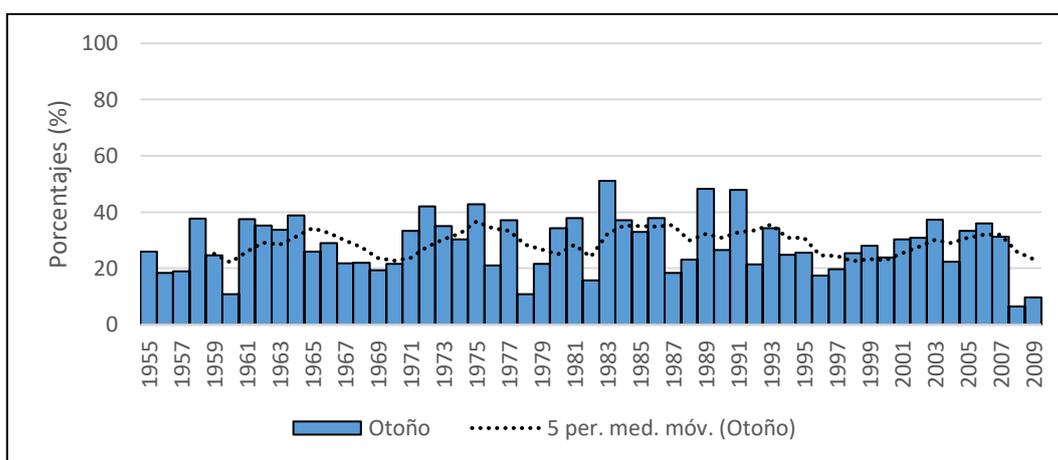


Figura 36. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Charata entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

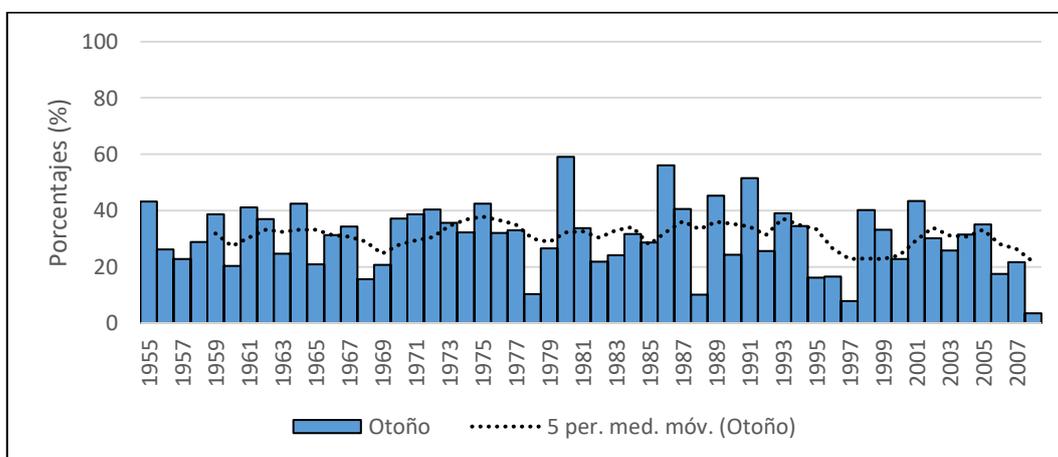


Figura 37. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Chorotis entre 1955 y 2008.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

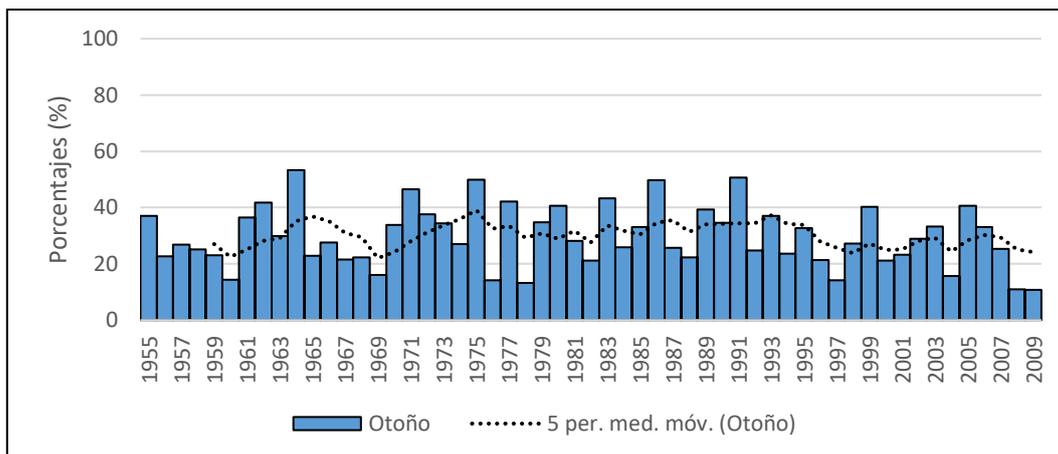


Figura 38. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Corzuela entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

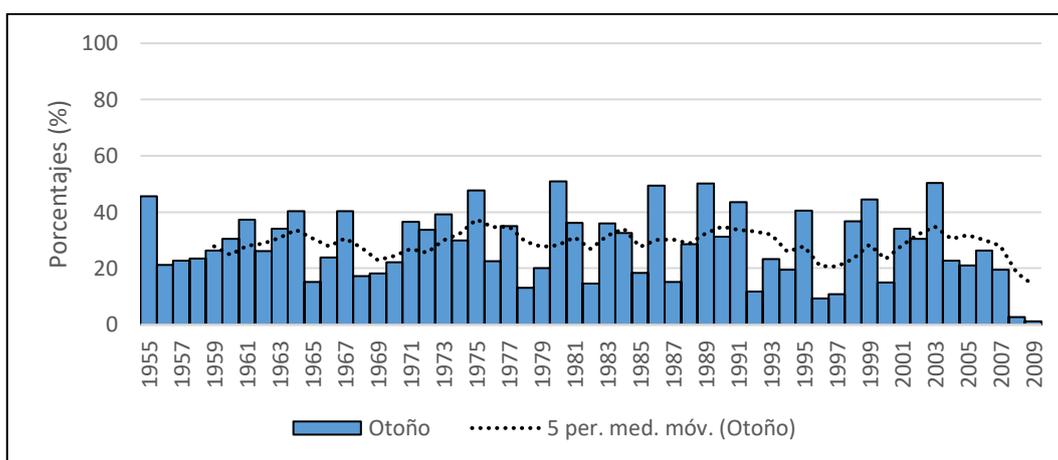


Figura 39. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Gancedo entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

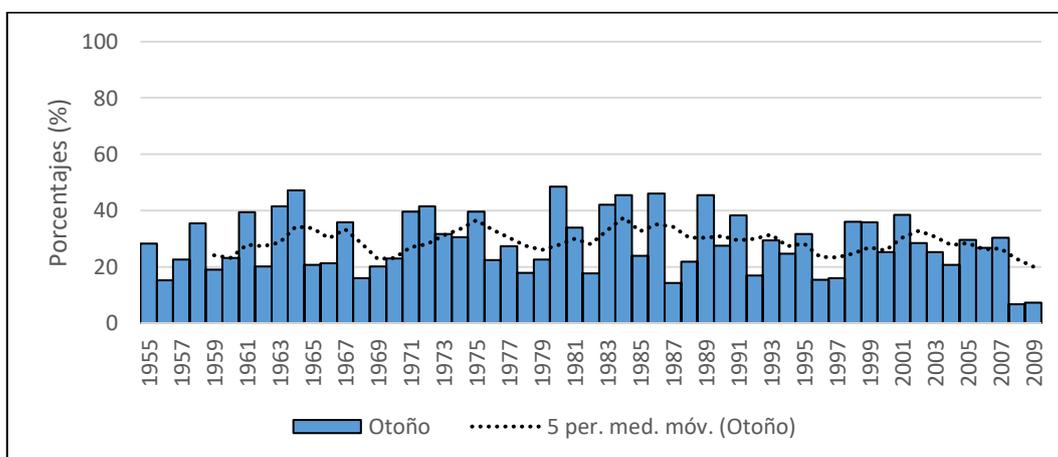


Figura 40. Proporción de precipitaciones de verano para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

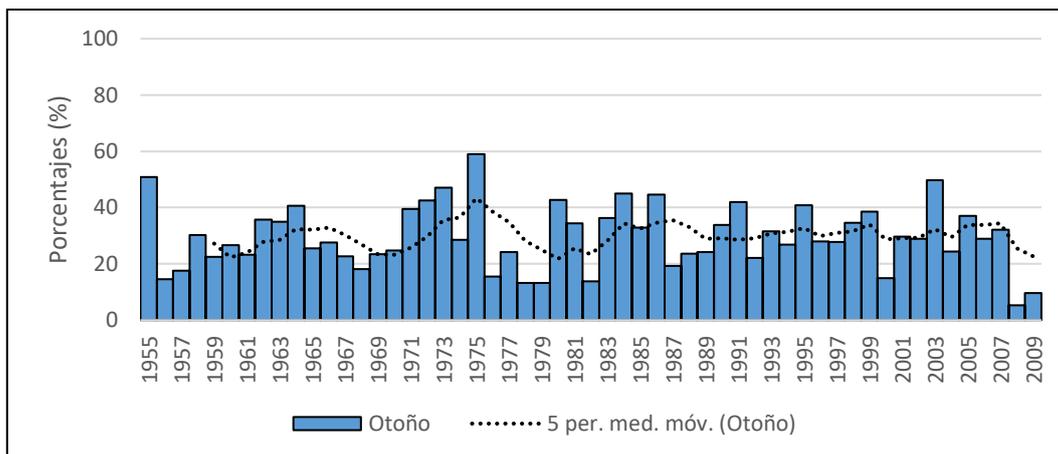


Figura 41. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

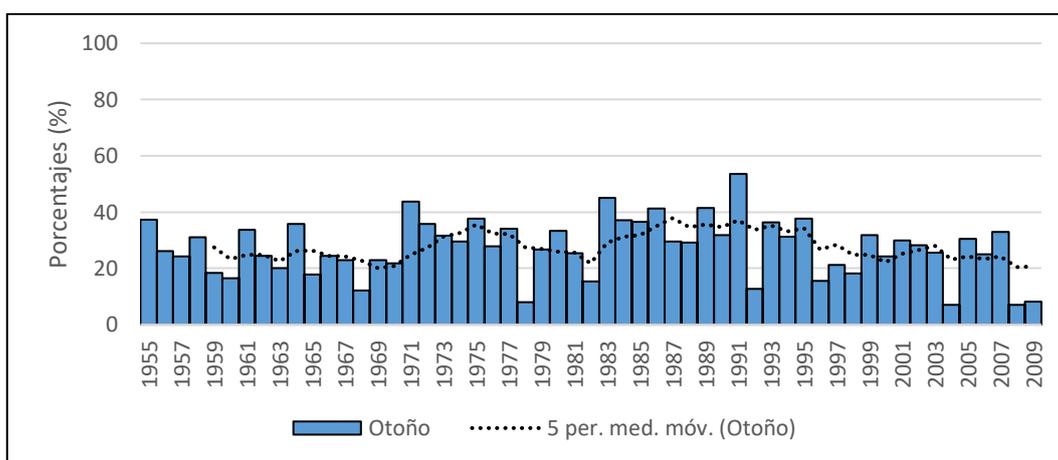


Figura 42. Proporción de precipitaciones de otoño para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

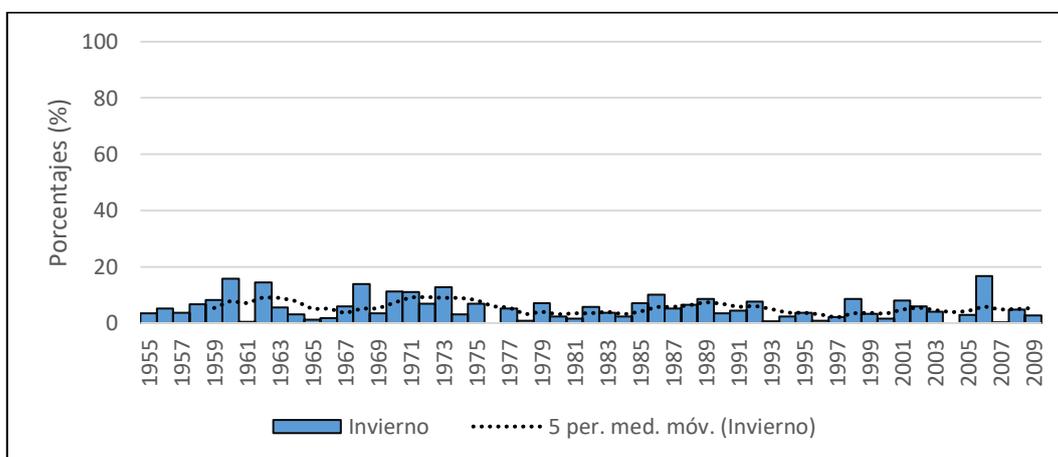


Figura 43. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Charata entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

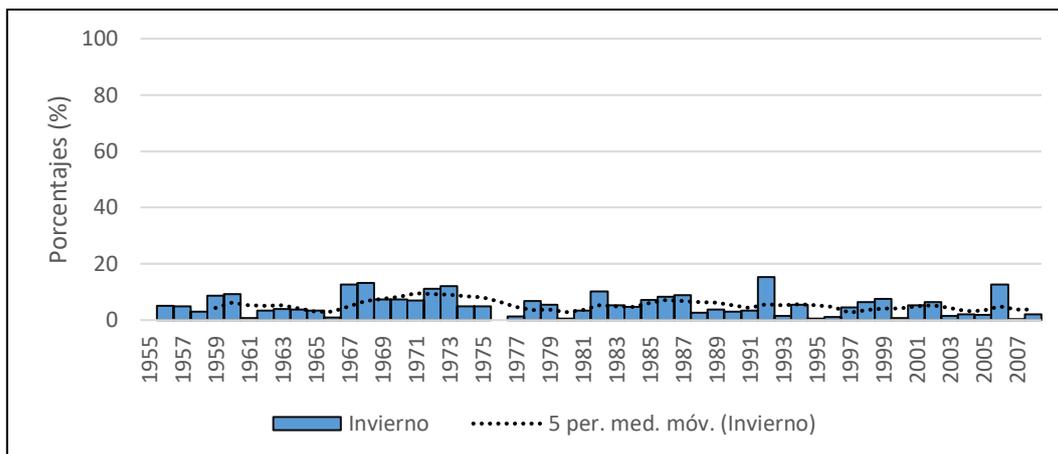


Figura 44. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Chorotis entre 1955 y 2008.
 Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

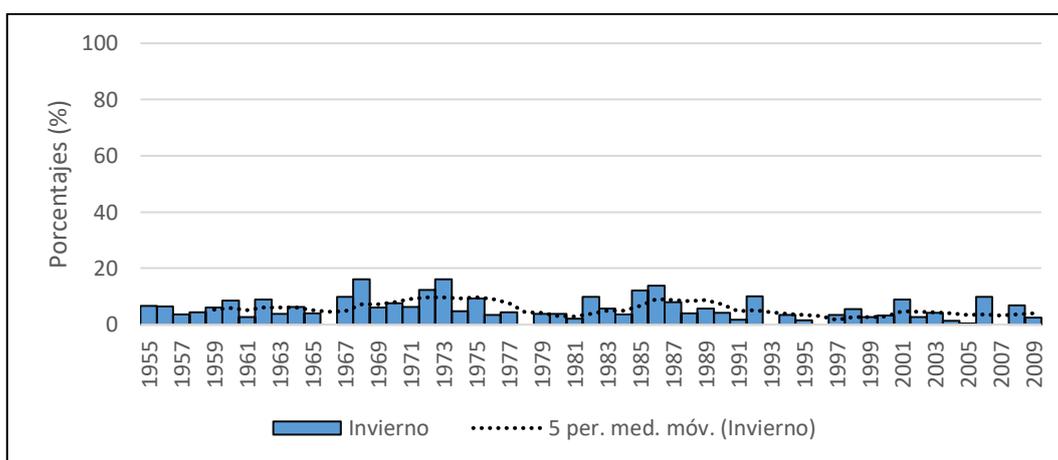


Figura 45. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Corzuela entre 1955 y 2009.
 Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

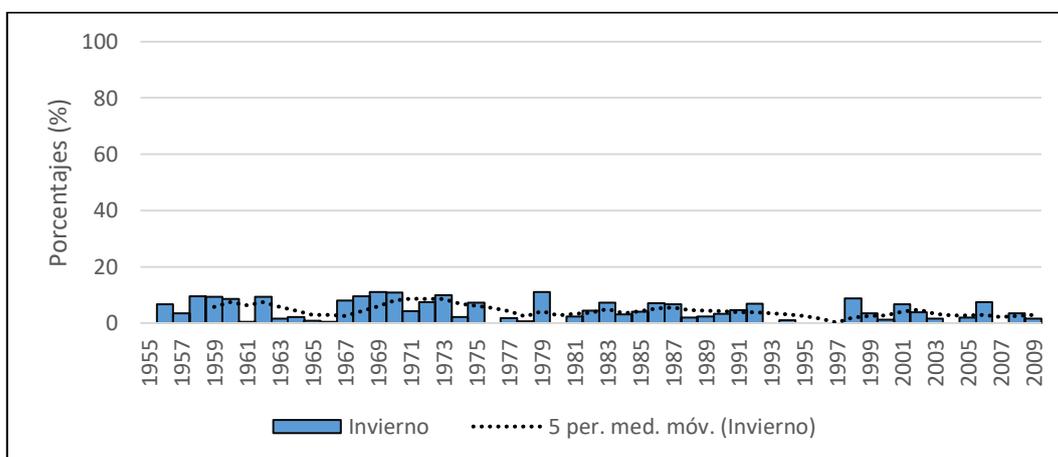


Figura 46. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Gancedo entre 1955 y 2009.
 Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

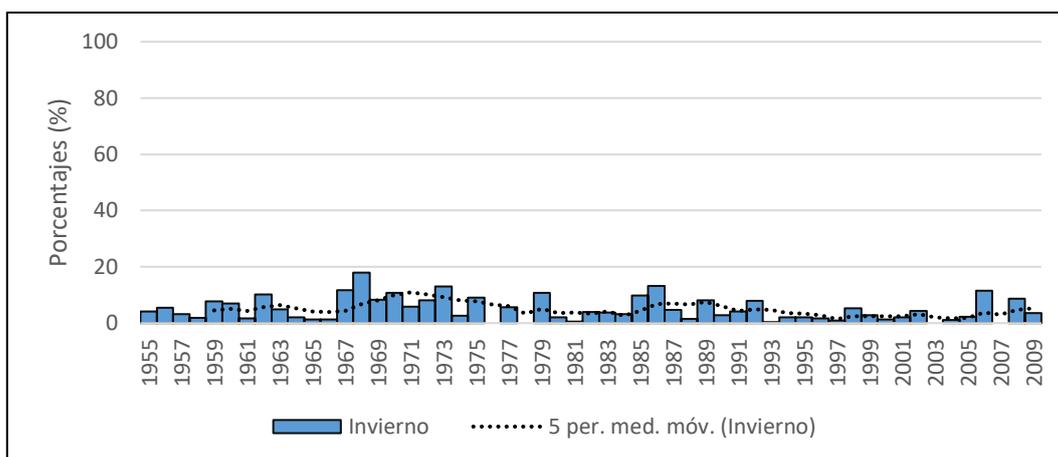


Figura 47. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

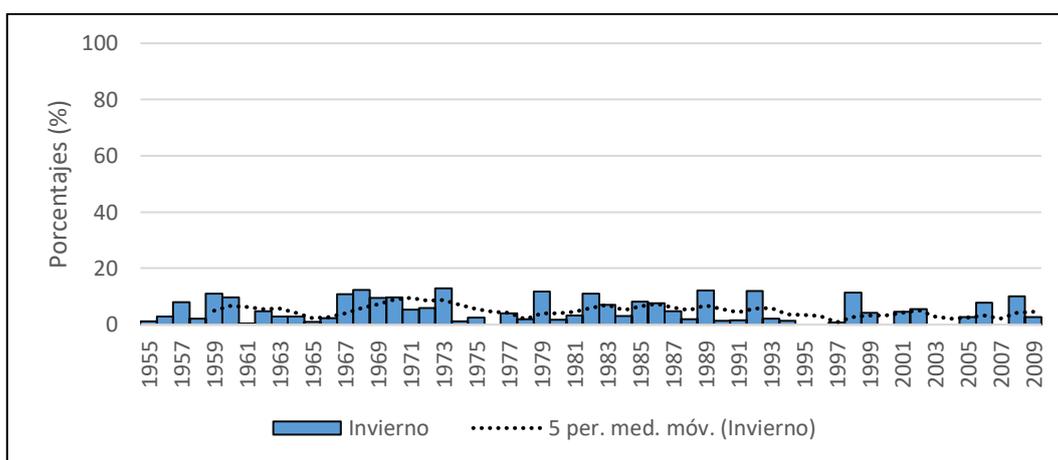


Figura 48. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

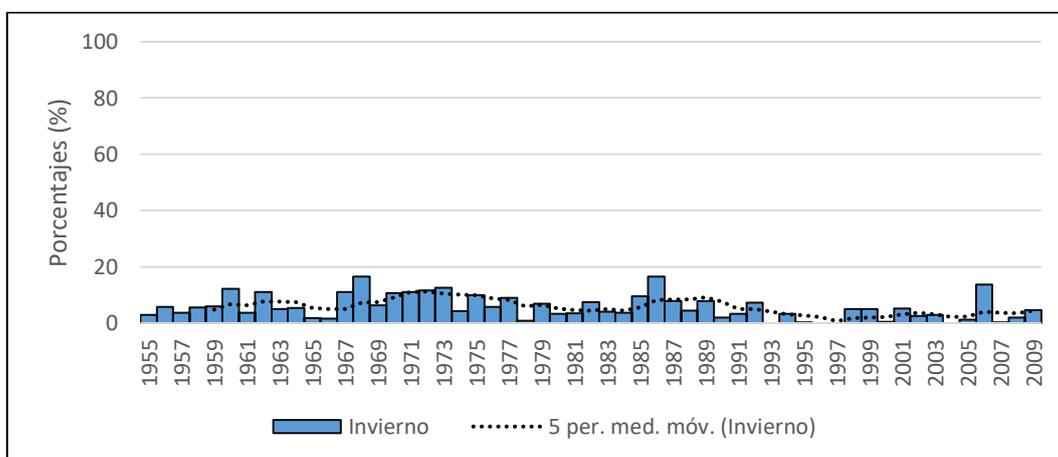


Figura 49. Proporción de precipitaciones de invierno para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

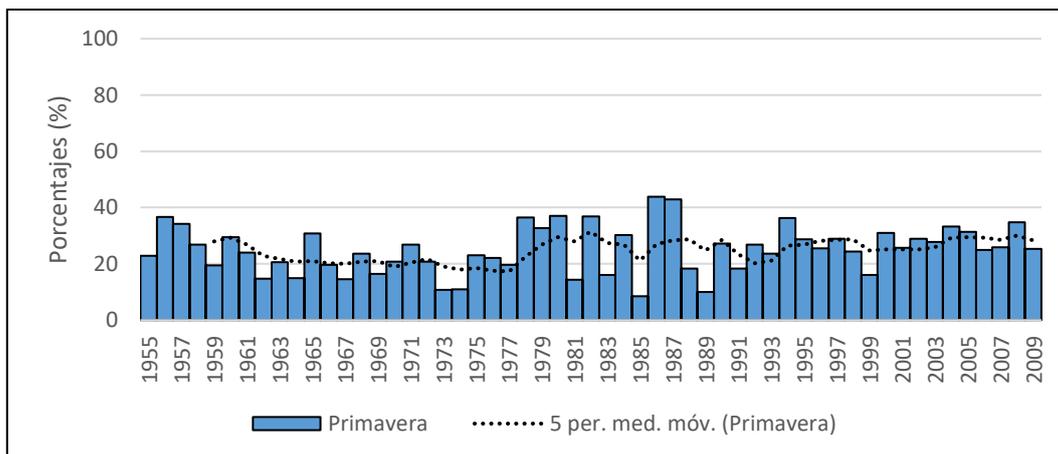


Figura 50. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Charata entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

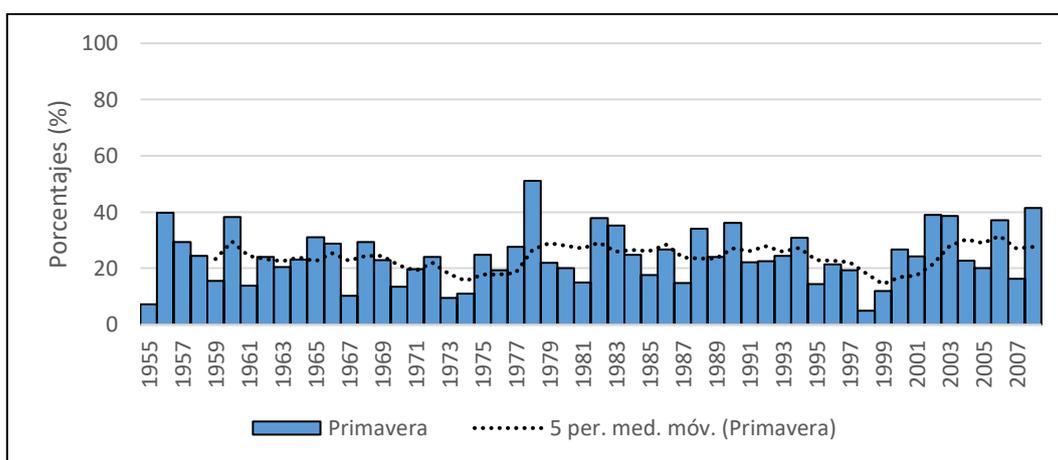


Figura 51. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Chorotis entre 1955 y 2008.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

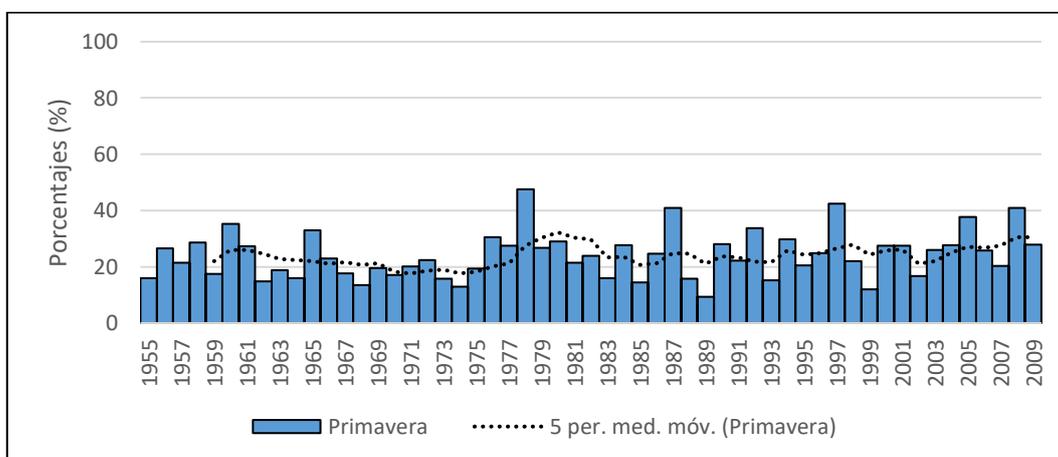


Figura 52. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Corzuela entre 1955 y 2009.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

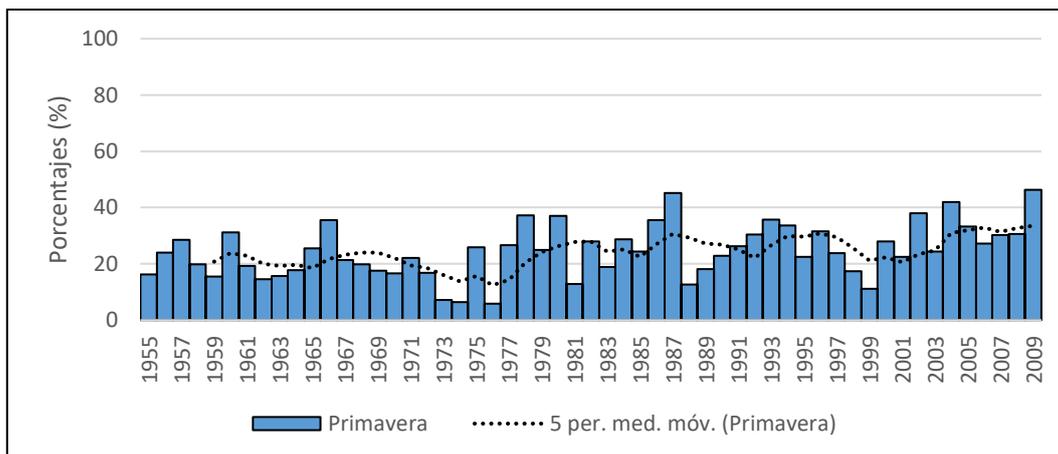


Figura 53. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Gancedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

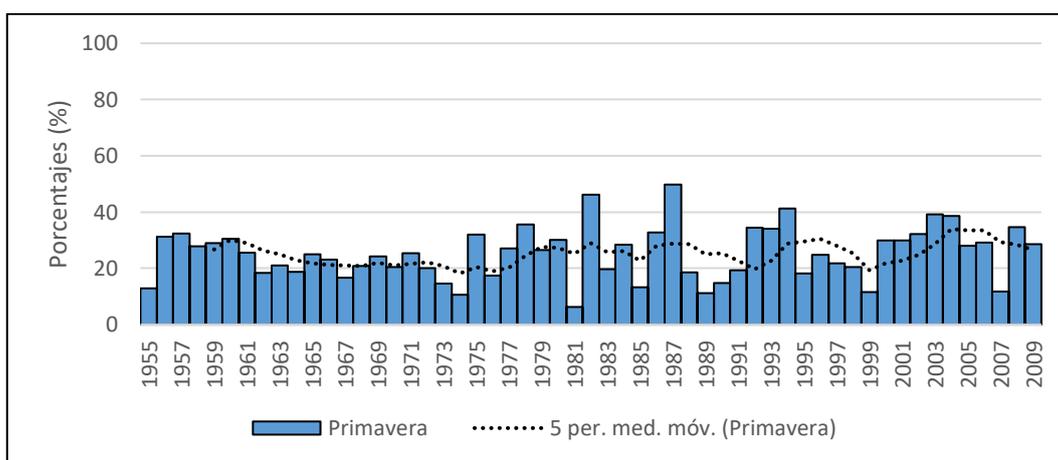


Figura 54. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación General Pinedo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

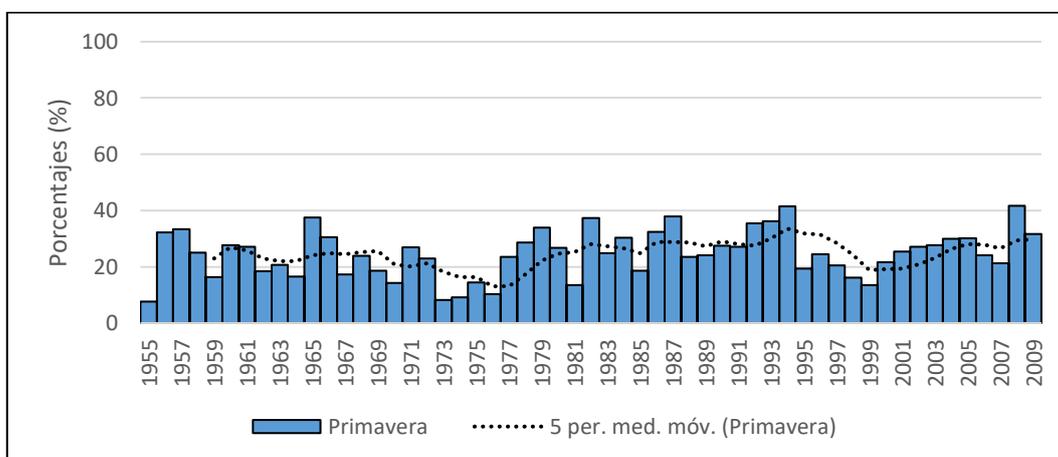


Figura 55. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Hermoso Campo entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

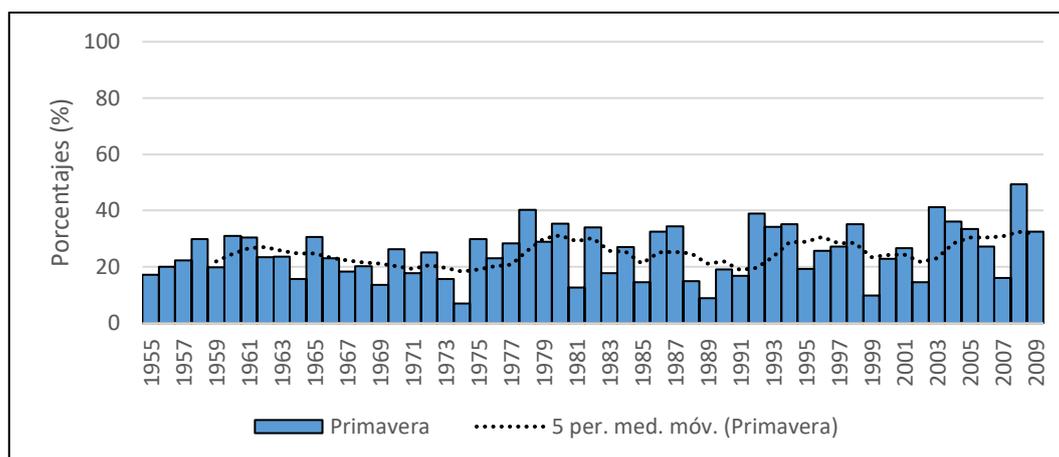


Figura 56. Proporción de precipitaciones de primavera para la estación Las Breñas entre 1955 y 2009. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos estadísticos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

2. LA VARIABILIDAD TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL SUROESTE CHAQUEÑO, DESDE 1955 A 2009

El suroeste de la provincia del Chaco es una región que está sujeta a una importante variabilidad de carácter temporal en las precipitaciones lo cual se evidenció en la existencia de períodos húmedos y secos año tras año. A través del empleo de parámetros estadísticos como el cálculo de los quintiles y de las anomalías pluviométricas relativas fue posible cuantificar la variabilidad de las precipitaciones para este sector.

El cálculo de los quintiles permitió reconocer períodos que van desde muy húmedos a muy secos. Los resultados de los mismos se presentan mediante gráficos de líneas donde se muestran los quintiles, el promedio y los montos totales de precipitación anual.

Como resultado se advierte que los totales anuales de precipitación para las estaciones pluviométricas de Chorotis (Figura 58), Gancedo (Figura 60), General Pinedo (Figura 61) y Hermoso Campo (Figura 62), manifestaron una importante variabilidad temporal. Se observó un período inicial, entre 1955 y 1980, con precipitaciones que se presentaron de modo alternado entre períodos secos y húmedos. Se trató de variaciones entre el 2º y 4º quintil sin superar este último, con excepción de las estaciones de Charata (Figura 57), Corzuela (Figura 59) y Las Breñas (Figura 63), las cuales presentan valores máximos que superan el 4º quintil, indicando períodos secos, normales y muy húmedo.

A partir los años de la década de 1980 existió un importante aumento en los montos pluviométricos que se evidenció en los gráficos por presentar valores superiores al 3º quintil, indicando períodos húmedos con máximos mayores al 4º quintil, es decir períodos muy húmedos. Este patrón se observó en todas las estaciones pluviométricas (Figura 57 a 63), con algunas diferencias en cuanto a las magnitudes y el inicio de dicho aumento. Este período presentó un aumento general de las precipitaciones, con variaciones positivas muy marcadas y períodos muy húmedos.

Por último se identificó un tercer período caracterizado por un importante descenso en los montos pluviométricos los cuales se registraron entre 1990 y 2009, acentuándose en los últimos 10 años de observación, con valores inferiores al 1º quintil es decir, períodos muy secos (Figura 57 a 63Figura 63).

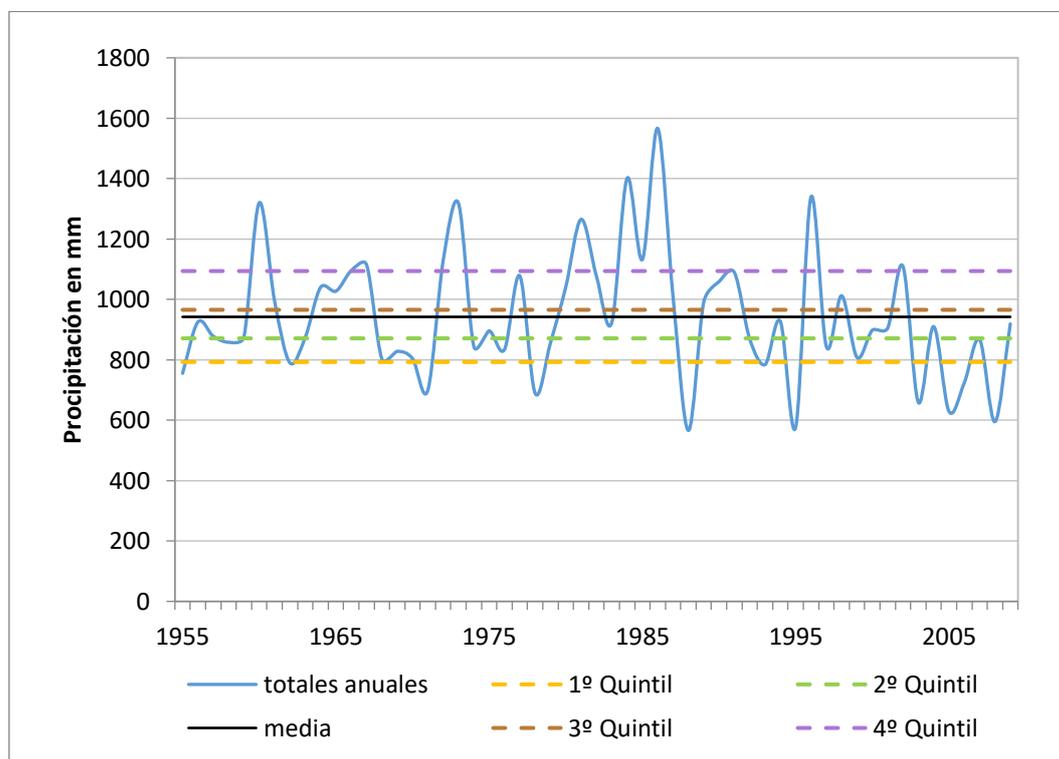


Figura 57. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Charata. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

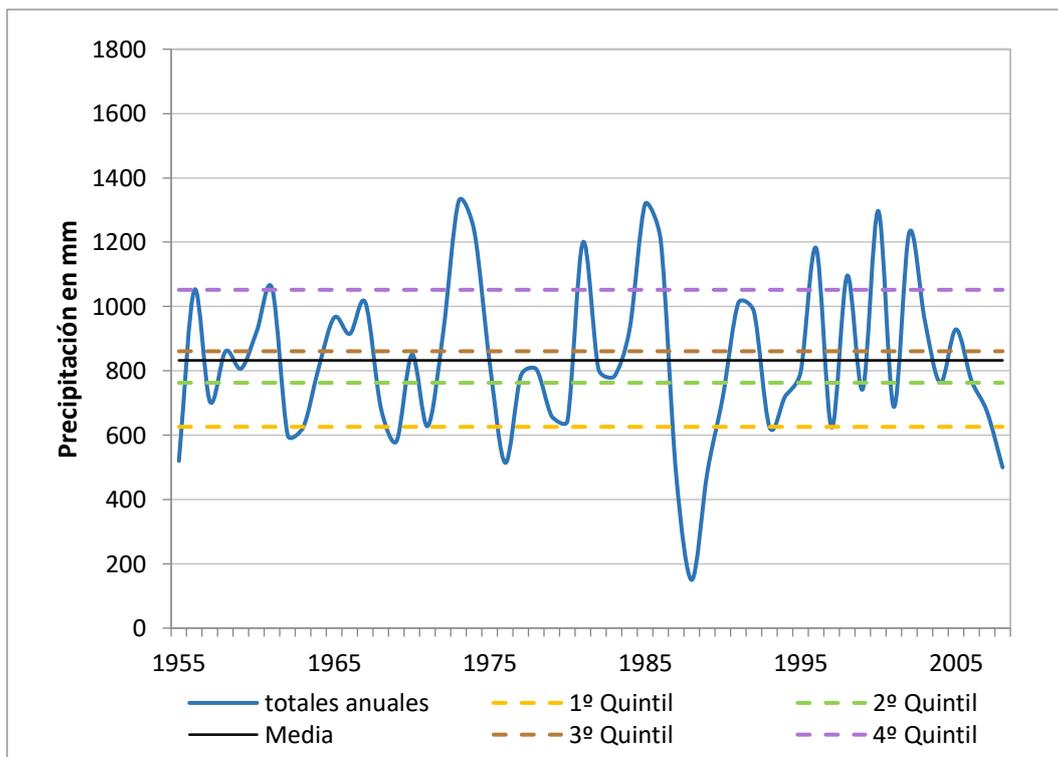


Figura 58. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2008) para la estación Chorotis. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

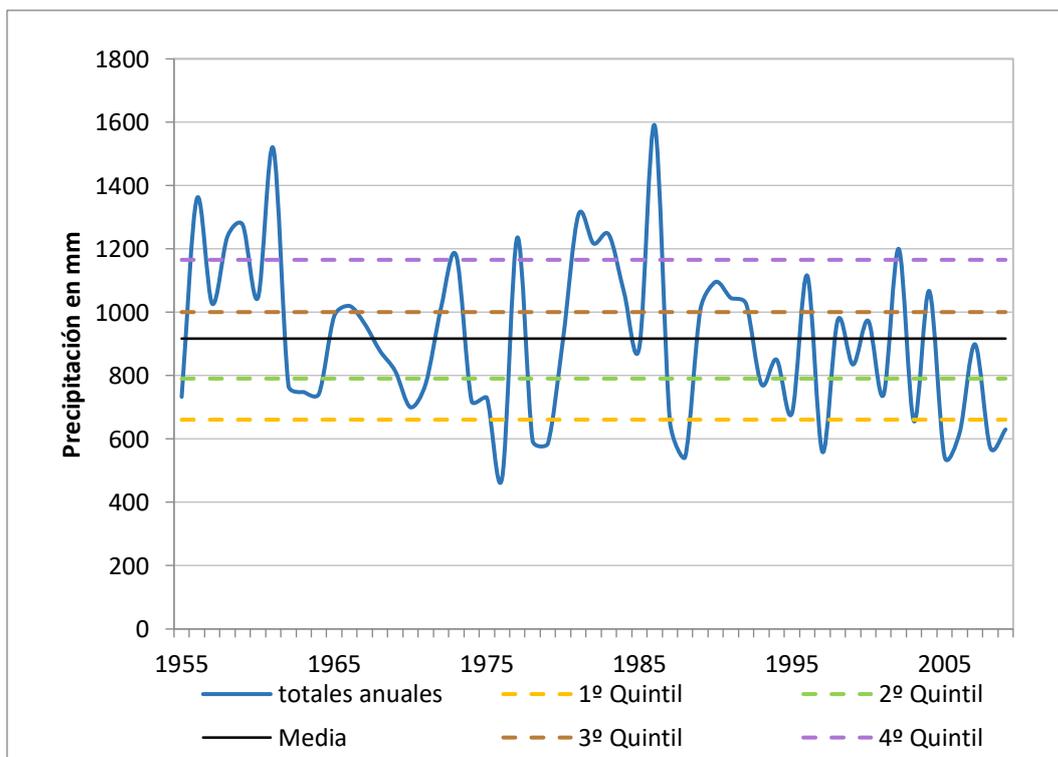


Figura 59. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Corzuela. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

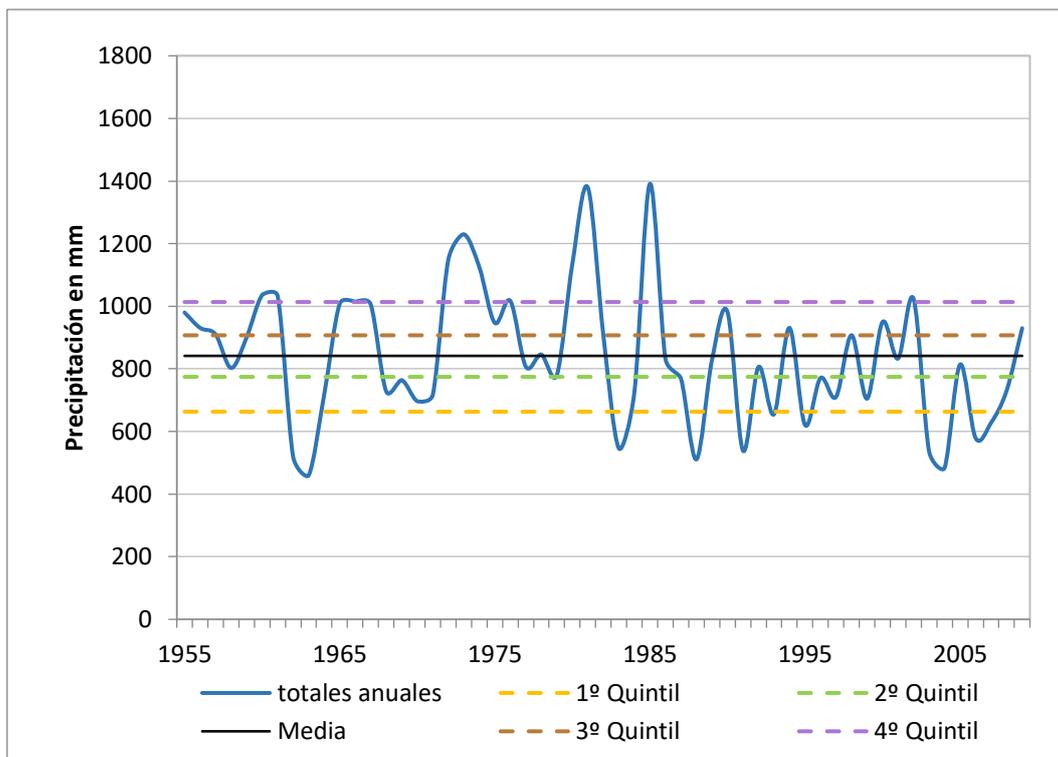


Figura 60. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Gancedo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

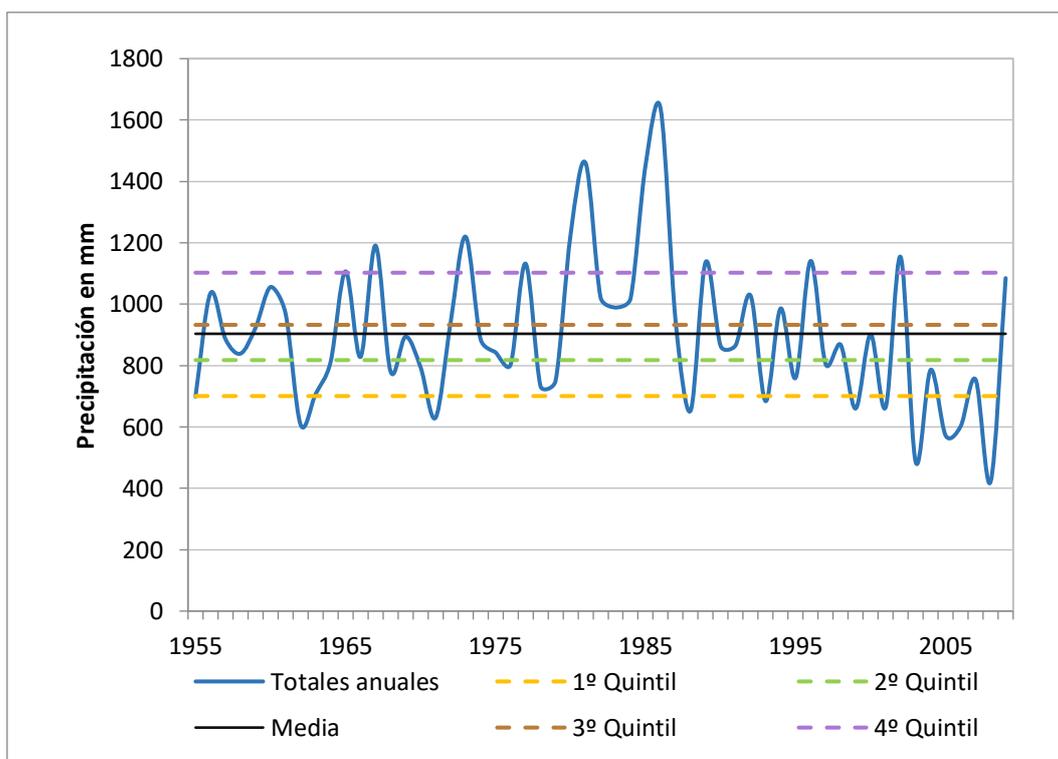


Figura 61. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación General Pinedo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

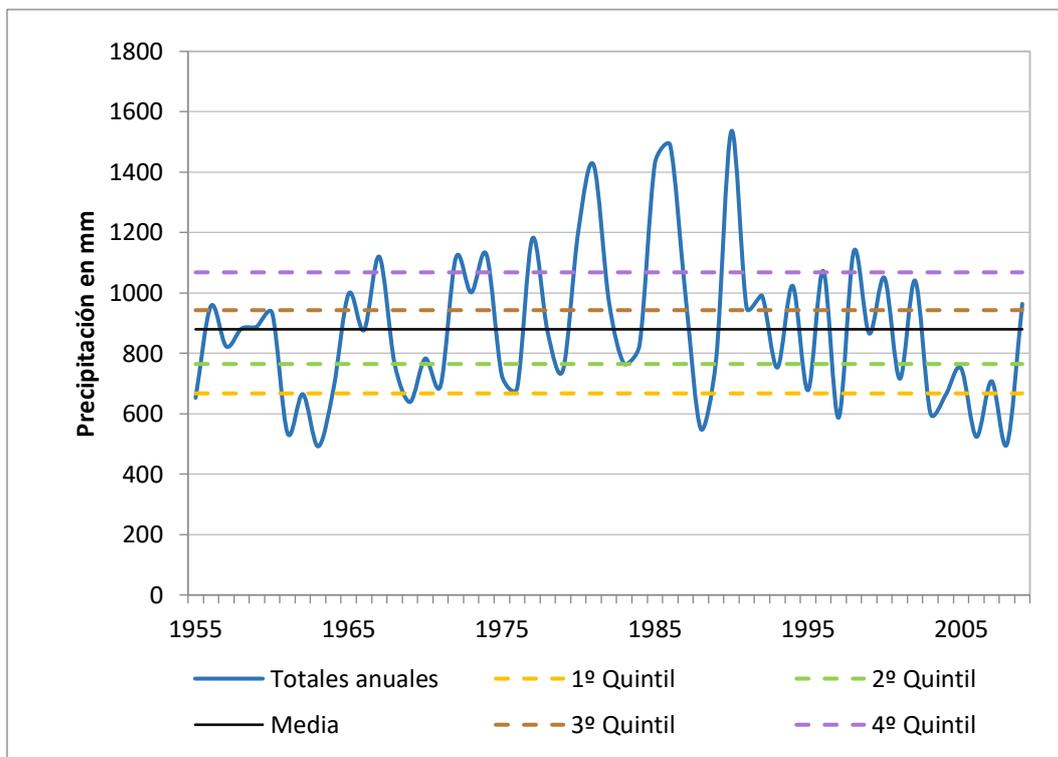


Figura 62. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación de Hermoso Campo. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

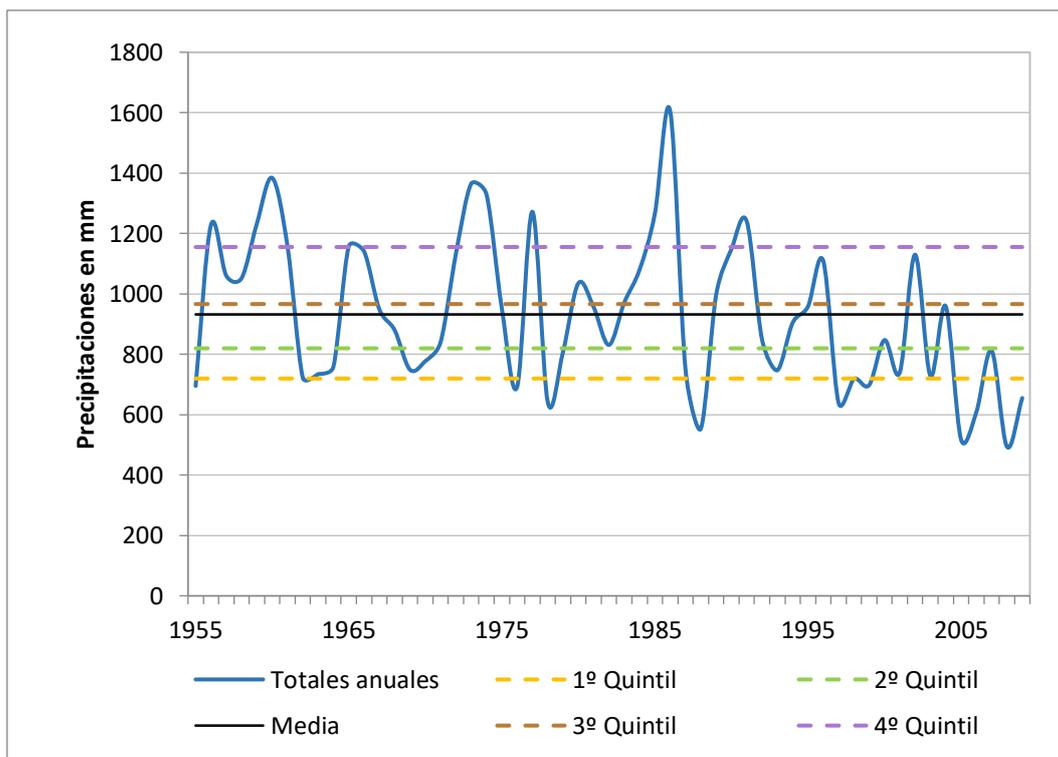


Figura 63. Precipitación media anual y quintiles (1955 a 2009) para la estación Las Breñas. Fuente: Insaurralde Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

2.1. La variabilidad interanual de las precipitaciones en el suroeste chaqueño

Para determinar la variabilidad interanual de las precipitaciones se empleó el cálculo de las anomalías pluviométricas relativas, las cuales mostraron la variación de las precipitaciones con respecto a la media con valores expresados en porcentajes.

Se observó que durante el período inicial, desde 1955 hasta 1980 existió una leve variación interanual para todas las estaciones pluviométricas (Figura 64 a Figura 69), con excepción de las estaciones de Corzuela (Figura 66) y Las Breñas (Figura 70), las cuales muestran una variación positiva moderada. A partir de la década de 1980 y hasta 1990 las anomalías pluviométricas relativas presentaron, en general, valores positivos (superiores al 40 %) con medias móviles más altas que la media de las precipitaciones (valor de 0 %). Como excepción se observa que la estación de Chorotis (Figura 65), si bien presentó anomalías positivas importantes, también mostró anomalías negativas muy significativas hacia finales de la década de 1990, el resto de las estaciones (Figura 64 a 65 y Figura 67 a 70) también lo hicieron, aunque de modo atenuado. A partir de 1990 en adelante, los valores de las anomalías pluviométricas relativas variaron entre 20 % y -20 %, aproximadamente. Esta situación se mantuvo hasta el año 2000, cuando los valores adquirieron tendencia descendente, con valores menores al -20 % y alcanzan hasta el -40 %, indicando períodos de importante anomalía negativa (períodos secos). Las medias móviles facilitaron el reconocimiento de los períodos anteriormente mencionados. Suavizaron las variaciones promediando dos observaciones y posibilitaron la identificación de variaciones cíclicas en la serie temporal. La inclusión de la tendencia lineal permitió identificar para todas las estaciones pluviométricas una dirección descendente en las anomalías pluviométricas relativas, más evidentes en las estaciones de Charata (Figura 64), Corzuela (Figura 66), Gancedo (Figura 67), General Pinedo (Figura 68) y Las Breñas (Figura 70).

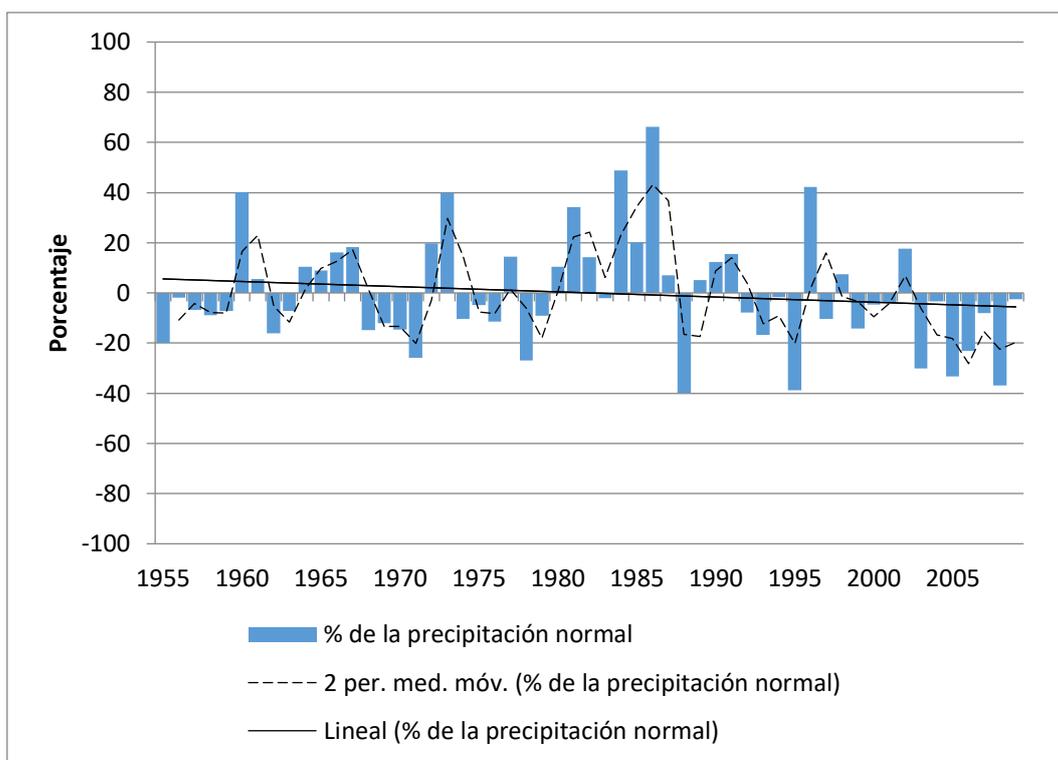


Figura 64. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Charata (1955 – 2009).
 Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

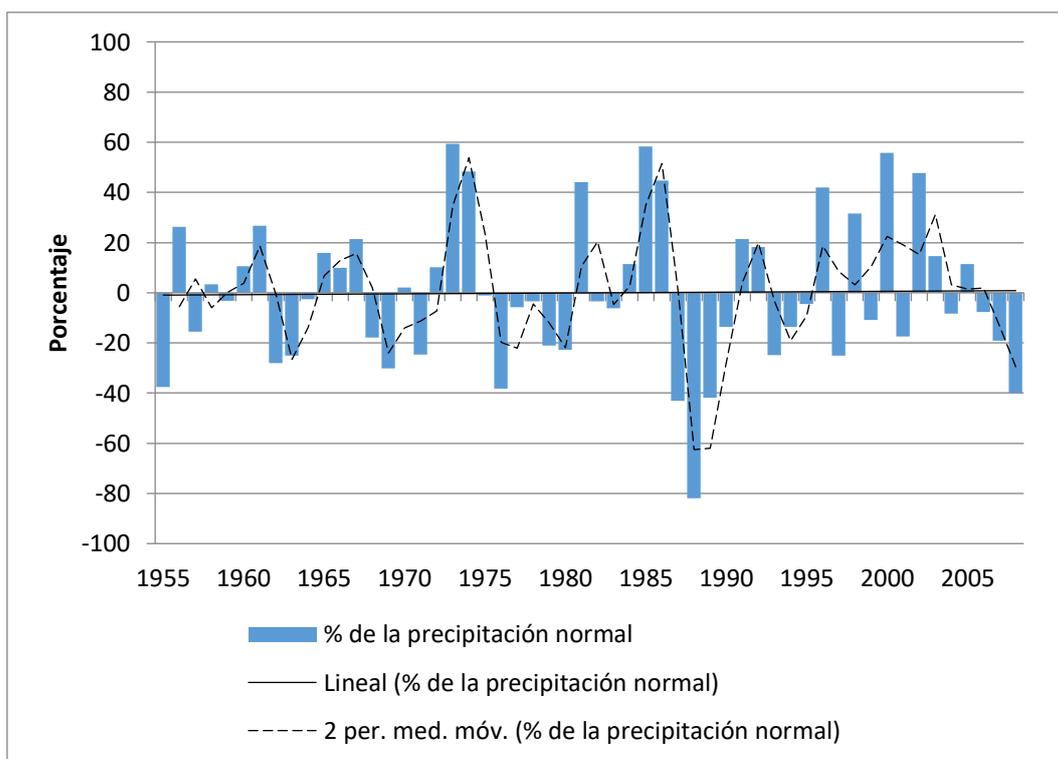


Figura 65. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Chorotis (1955 – 2008).
 Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

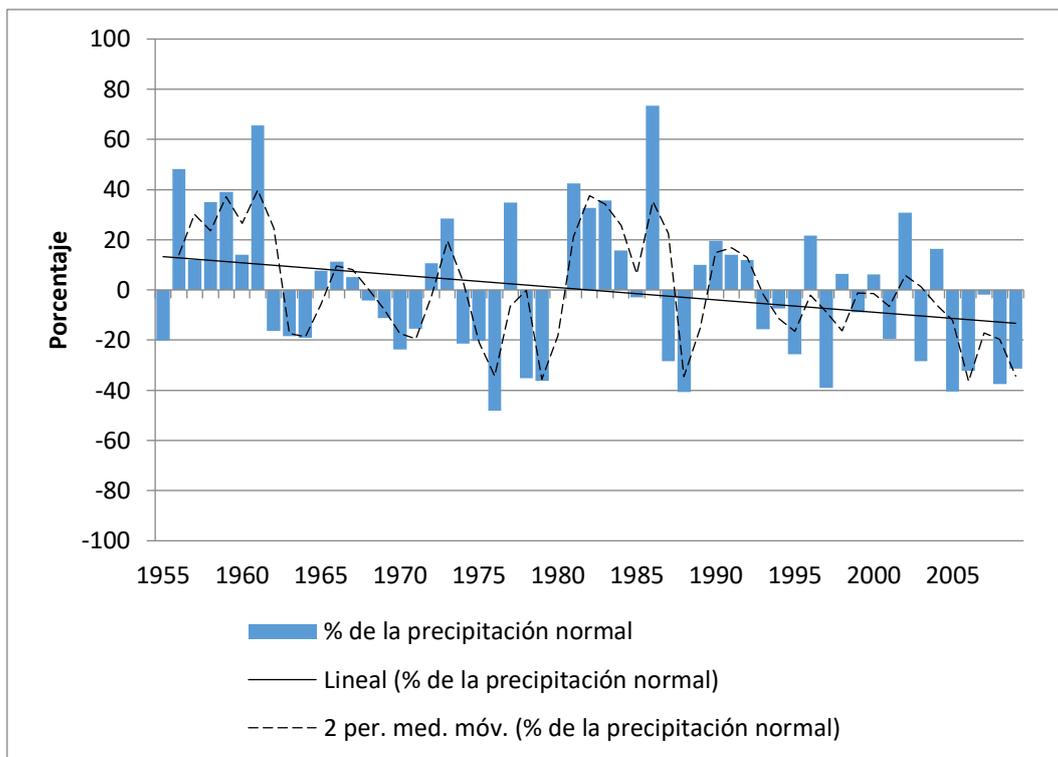


Figura 66. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Corzuela (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

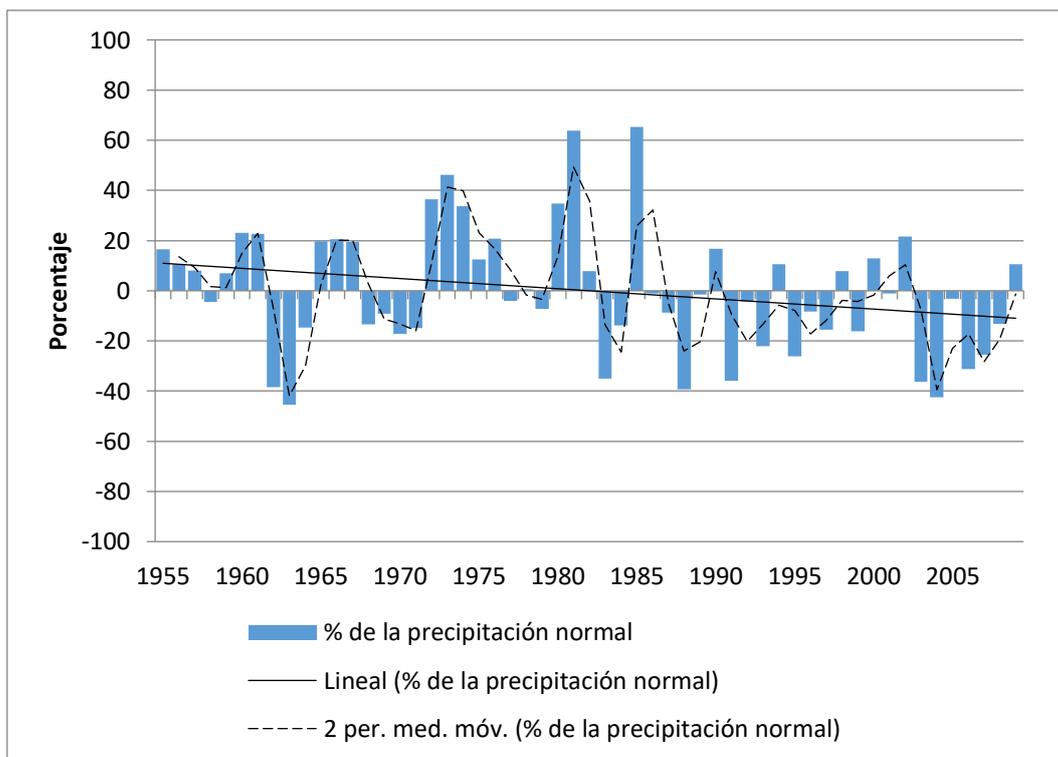


Figura 67. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Gancedo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

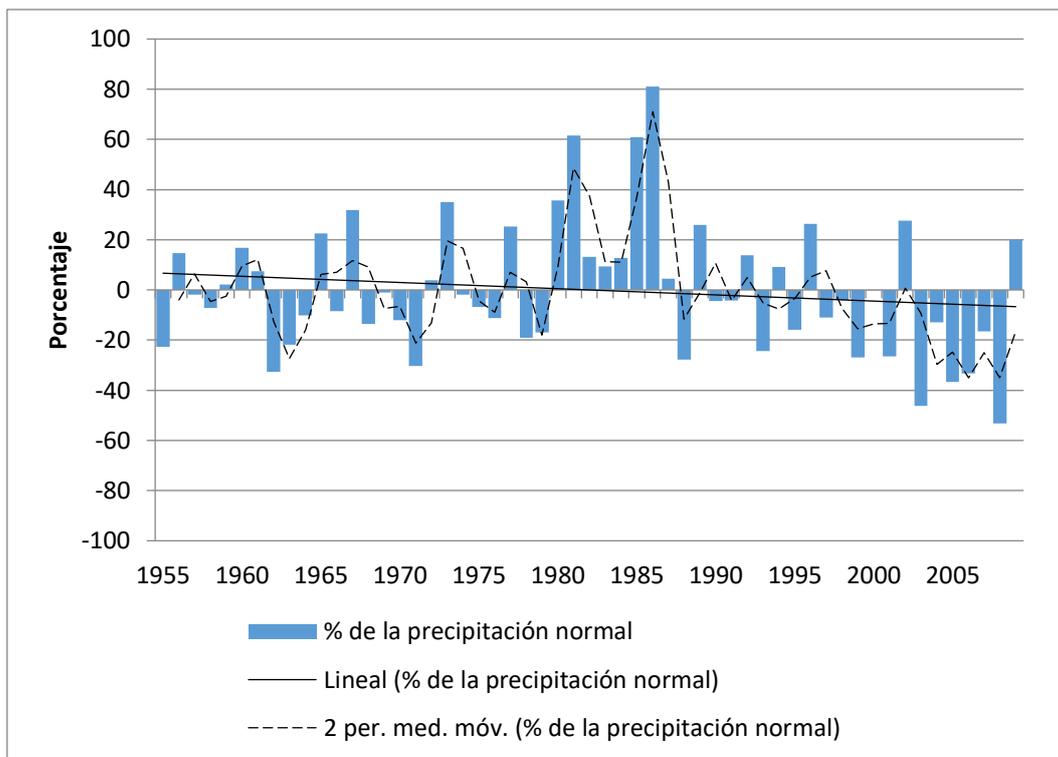


Figura 68. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica General Pinedo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

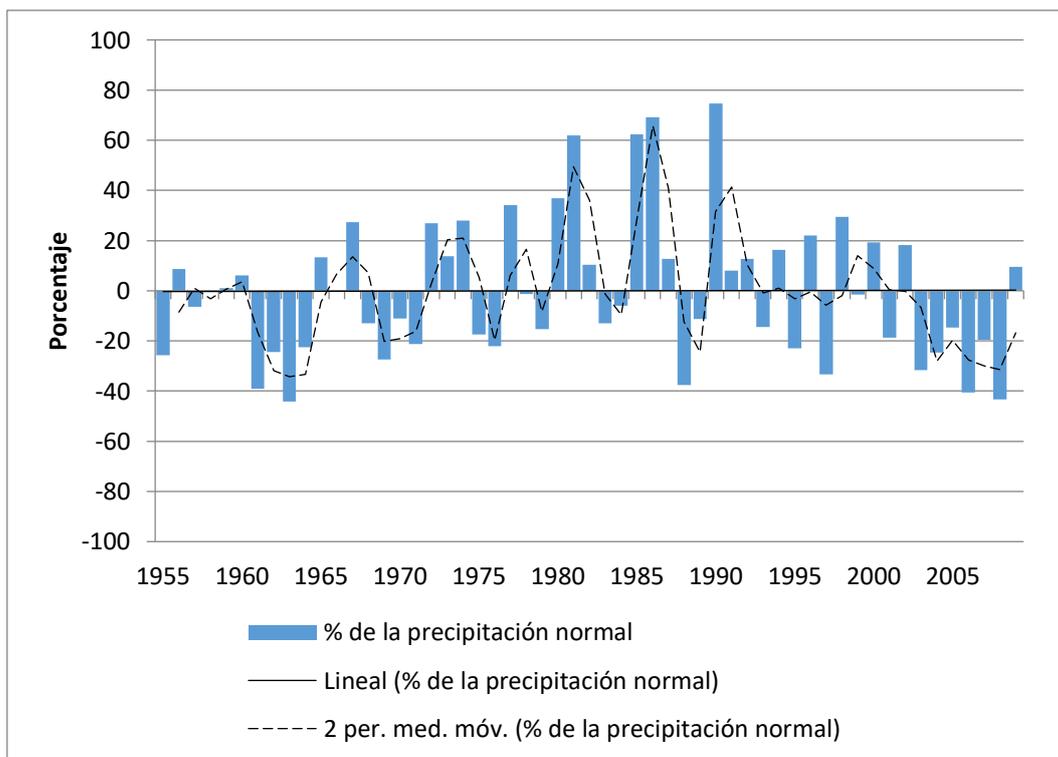


Figura 69. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Hermoso Campo (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

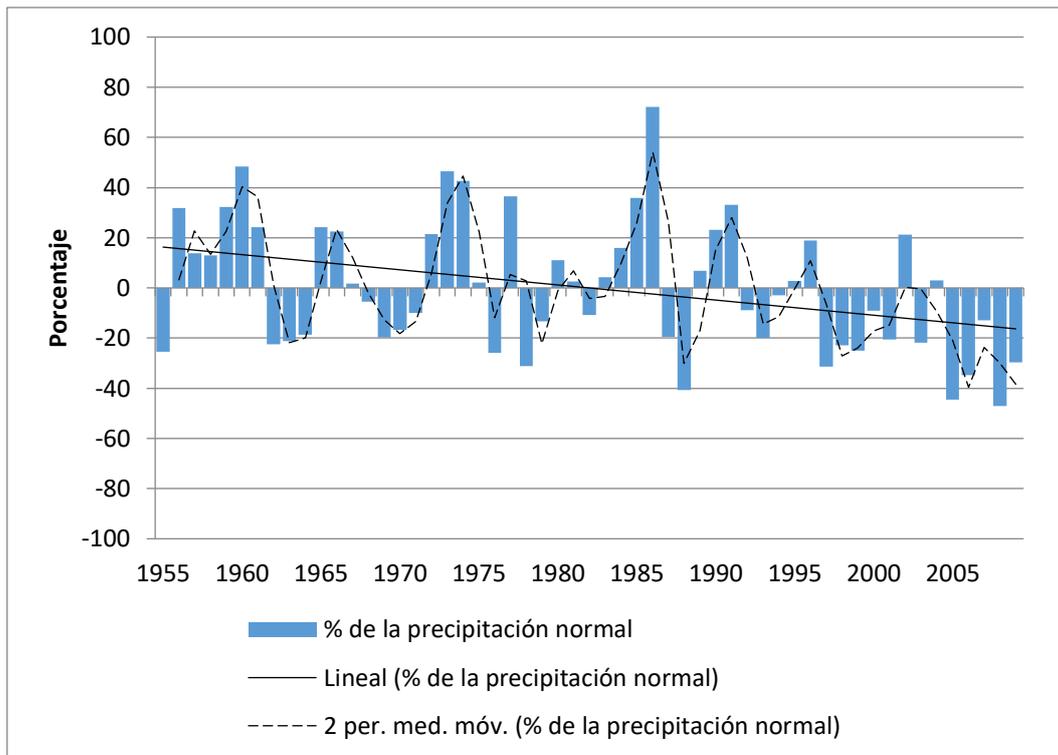


Figura 70. Anomalías pluviométricas relativas para la estación pluviométrica Las Breñas (1955 – 2009). Fuente: Insaurralde, Juan Ariel, sobre la base de los datos provistos por la Administración Provincial del Agua (APA).

CAPÍTULO VI:

DETECCIÓN DE COBERTURAS Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS ESPACIALES OCURRIDOS EN EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO EN 1987 Y 2011

El presente capítulo analiza las variaciones espaciales y temporales en las coberturas del sector suroeste de la provincia de Chaco mediante la aplicación de métodos y técnicas de percepción remota. Se trata de un estudio multitemporal que permite cuantificar las coberturas y su magnitud de cambio. Se presta especial atención a la cobertura natural de bosque nativo, información que ha sido empleada como insumo para la comparación de los órdenes y subórdenes de suelos con los usos actuales según las coberturas espaciales identificadas.

1. ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS ESPACIALES OCURRIDOS EN EL SUROESTE CHAQUEÑO EN 1987 Y 2011

Este capítulo se centró, específicamente, en las variaciones espacio-temporales de las diferentes coberturas y en especial de las correspondientes a bosque nativo y cultivos. Comprendió un análisis bajo un enfoque cuantitativo basado en la geografía digital o las Geotecnologías, más precisamente mediante el uso de métodos y técnicas de análisis propias de la Teledetección y de los Sistemas de Información Geográficas.

El análisis de los cambios espaciales en las coberturas del suroeste chaqueño en 1987 y 2011 se realizó mediante la técnica de tabulación cruzada la cual permitió identificar las variaciones espaciales y temporales de las coberturas superficiales. Posteriormente con los productos resultantes de la aplicación de esta técnica se procedió al análisis de comparación entre los órdenes y capacidades de uso de los suelos con las coberturas espaciales del suroeste chaqueño identificadas.

La selección temporal de las imágenes cubre un lapso de 24 años, período considerado como suficiente para detectar variaciones espaciales, en particular las antropogénicas. El período inicial se corresponde con un período en el que no se producía el avance de la frontera agropecuaria y el período final se corresponde a una instancia en el que se evidencia claramente las variaciones espaciales producidas por el avance de la frontera agropecuaria en el área de estudio.

1.1. Cambios espaciales en las coberturas del suroeste chaqueño en 1987 y 2011

Comprende el análisis de las variaciones espacio-temporales de las coberturas naturales y antropogénicas presentes en el sector suroeste de la provincia de Chaco. Este estudio de carácter multitemporal puso en evidencia las transformaciones ocurridas en dicho sector en relación con los procesos económicos imperantes. Estos serán desarrollados en el capítulo IX.

La inspección e interpretación visual de las escenas son de importancia

para la correcta identificación de los procesos de cambio existentes. Se trata de una evaluación entre el estado inicial y final de las escenas y de las posibles coberturas afectadas, según los momentos seleccionados.

1.1.1. El estado de las coberturas para el año 1987

Para el año 1987 (Figura 71) en la imagen en falso color RGB 543 se advirtió la presencia de cubiertas con zonas agrícolas al este del área de estudio. En general, estas comprenden la continuación del área agrícola central chaqueña. Además, fue posible identificar el bosque nativo que se extendió como una cubierta homogénea y sin demasiadas discontinuidades por el sector noroeste, mientras que por el suroeste se pudo advertir una zona con presencia de humedales y cuerpos de agua, como también suelos desnudos. El área deprimida corresponde a los Bajos de Chorotis y sus alrededores, mientras que por el sector sureste se observaron sabanas compuestas por palmares y pastizales.

Mediante la clasificación de la imagen se obtuvieron seis cubiertas: bosque nativo, cultivos, suelo desnudo, pastizales, cuerpos de agua y áreas húmedas. A partir de estas se observaron diferentes patrones de distribución espacial. Al este se identificó una porción correspondiente al núcleo agrícola chaqueño, caracterizado por parcelas de pequeñas superficies. Estas exhibieron tanto cubiertas de suelo desnudo como de cultivos con parches de bosque nativo dispersos; la presencia de esta última cubierta en estos sectores es moderada a baja debido a la intensidad de la actividad agrícola presente en dicho sector. Al oeste y norte, la cubierta que predominó fue la de bosque nativo, seguida por la de pastizales, mientras que al sur, por la presencia de los Bajos de Chorotis, un área deprimida con cuerpos de agua, se observó el predominio de la cubierta de pastizales y de suelos desnudos y áreas húmedas.

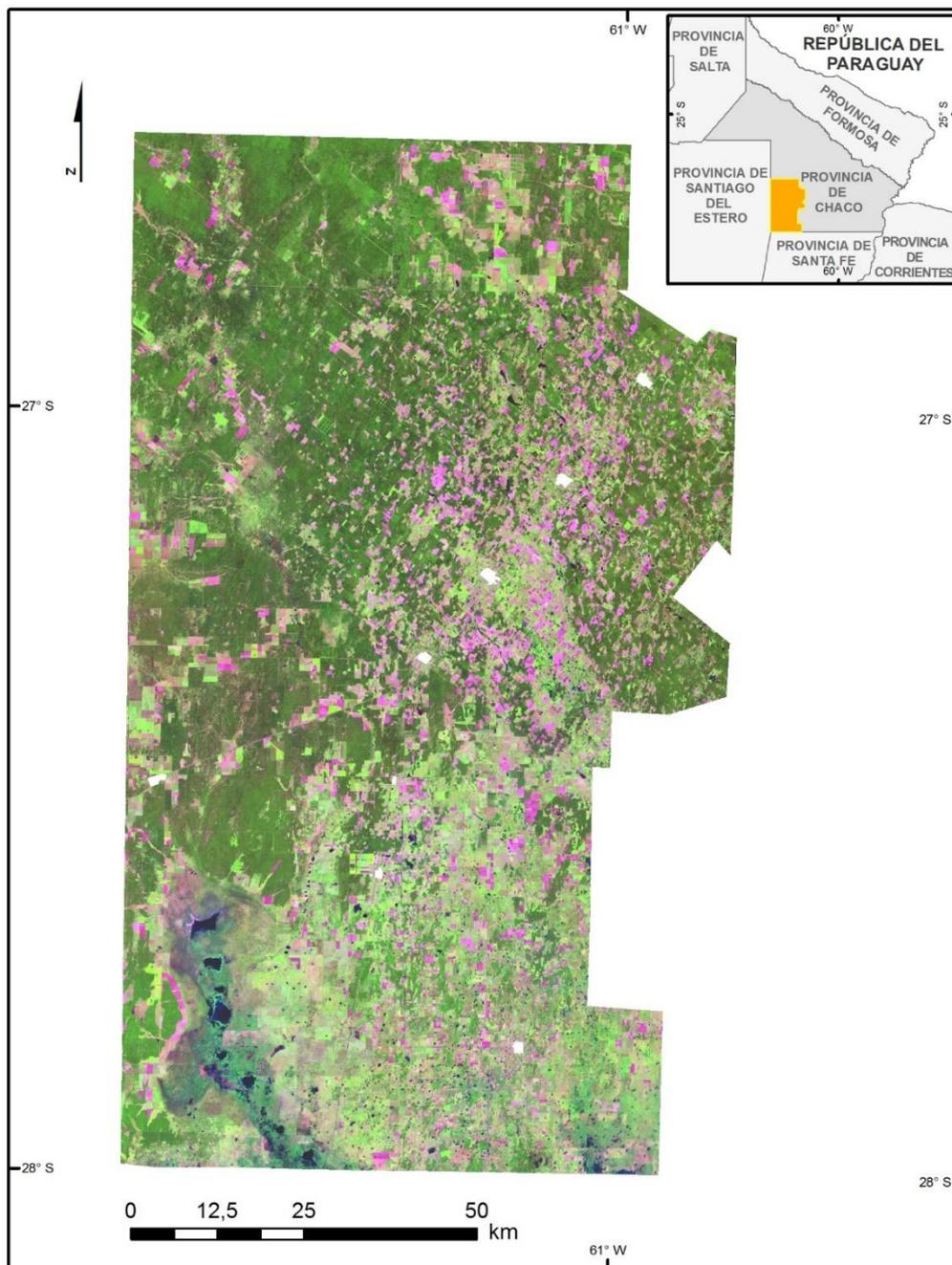


Figura 71. Imagen satelital Landsat 5 TM RGB 543 correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

1.1.2. El estado de las coberturas para el año 2011

Mediante la interpretación visual de la imagen en falso color RGB-543 del año 2011 (Figura 72) se advirtió la presencia de áreas agrícolas con pequeñas parcelas al este y de gran tamaño al oeste, mientras que las áreas con bosque nativo se presentaron con proporciones disminuidas y fragmentadas, la misma se distribuyó principalmente en el noroeste del área de estudio. Hacia el suroeste

se reconocieron zonas con humedales y cuerpos de agua y también suelos desnudos, mientras que en el sureste se observó la presencia de las sabanas de palmeras y pastizales.

Un primer análisis visual puso de manifiesto dos situaciones contrastantes entre una etapa inicial para el año 1987 y una final para el año 2011. Por un lado se apreció una considerable disminución de las superficies cubiertas por bosque nativo al punto tal de reconocer pequeños fragmentos dentro del área de estudio para el año 2011, en contraste con la distribución continua que presentaba en el año 1987 esta misma cobertura. Por otra parte se destaca el aumento significativo de las áreas cultivadas, entendiendo a las mismas como aquellas que en el momento de captura de la información satelital, correspondiente al mes de febrero de 2011, presentaban una determinada cantidad de superficie con efectivo uso agrícola más las áreas con suelo desnudo que, se infiere, contribuyen a aumentar la cantidad de superficie de este uso.

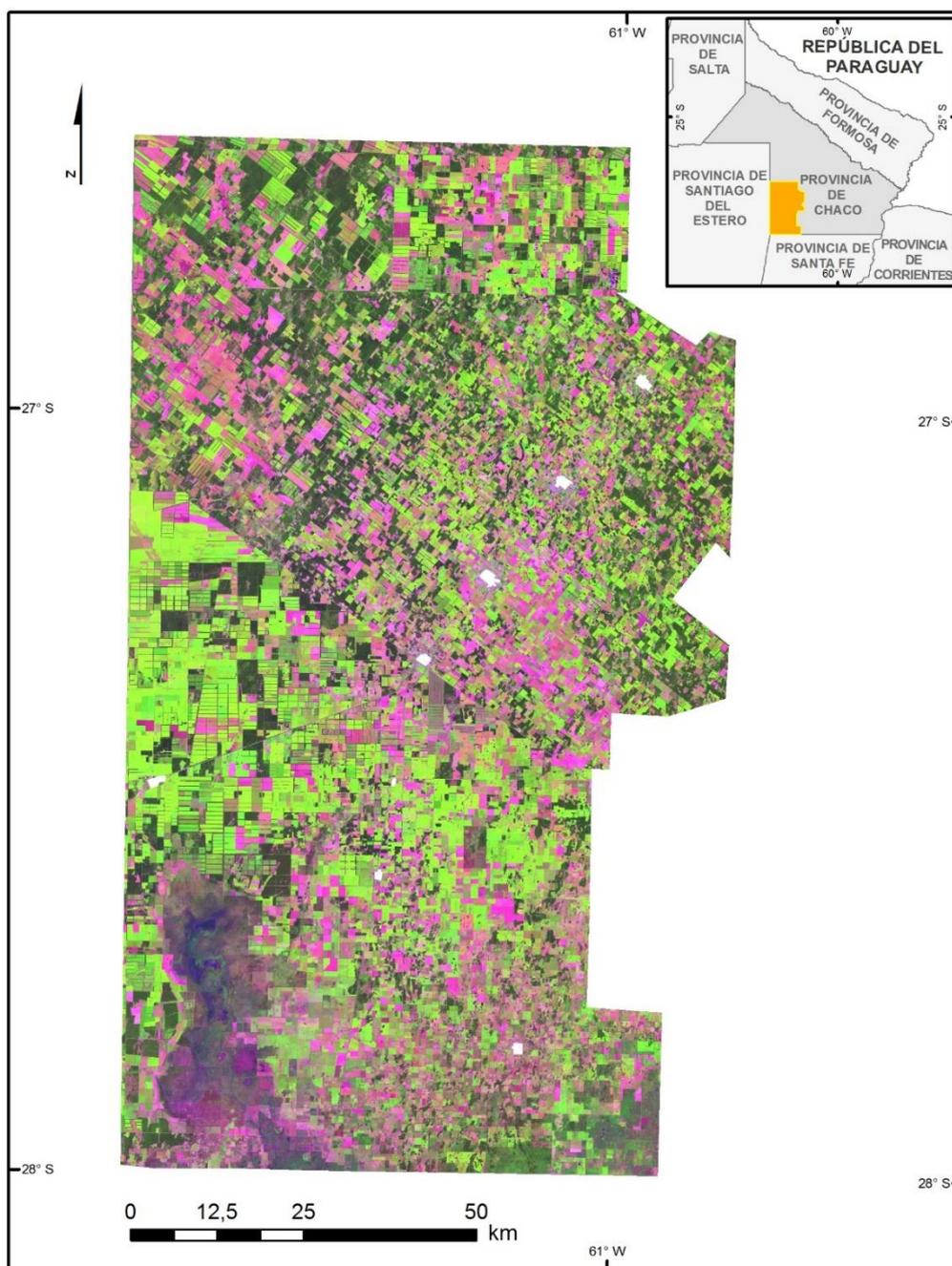


Figura 72. Imagen satelital Landsat 5 TM RGB 543 correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011. Fuente: Insaurrealde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

1.2. La variación de las coberturas entre los períodos 1987-2011

Mediante la comparación entre ambas imágenes se advirtió que el parcelamiento agrícola avanzó hacia el oeste del área de estudio, con la particularidad de que estas nuevas parcelas presentaron grandes extensiones ocupadas por un cultivo o con suelo desnudo de uso agrícola. Para tener una clara visión de la evolución de la superficie dedicada a los cultivos, se deben

sumar a los suelos desnudos, generalmente preparados para la actividad agrícola, con las superficies que presentan cultivos logrando de ese modo una aproximación a la magnitud del avance agropecuario.

Por otra parte, se observó la presencia de cultivos que se caracterizaron por presentar para el año 1987 pequeñas extensiones y localizarse particularmente al este del área de estudio. Para el año 2011 este tipo de parcelas aumentaron en cuanto a su cantidad aunque siempre localizadas en el sector este del área de estudio.

Mediante el proceso de clasificación de las imágenes satelitales se obtuvieron mapas temáticos con clases informacionales o categorías de las coberturas observadas. De este modo se generaron dos mapas correspondientes a las coberturas del año 1987 y 2011 (Figura 73 y 74). La categorización permitió cuantificar la superficie que cada una de estas clases informacionales presentaba sobre el área de estudio. Así, las cubiertas que se identificaron correspondieron a: bosque nativo, cultivos, suelo desnudo, pastizales, áreas húmedas y cuerpos de agua. Para poder identificar las coberturas se calcularon los índices de vegetación NDVI y de agua MNDWI, los cuales junto con las combinaciones de bandas correspondientes a RGB 543 y RGB 753 facilitaron el proceso de clasificación mediante el método de máxima probabilidad.

En los mapas temáticos (Figura 73 y 74) se puede apreciar que la cubierta de bosque nativo se vio reducida y en su reemplazo apareció la cobertura de suelo desnudo y cultivo. Los cultivos para 1987 presentaban un predominio en el este del territorio, para 2011 pasaron a ocupar superficies al oeste del área de estudio reemplazando principalmente cubiertas de bosque nativo y pastizales. Estos últimos si bien se hallaron presentes en toda la imagen, correspondiente a 1987, presentaron una particular distribución en el suroeste del área de estudio, correspondiente a los Bajos de Chorotis, porción perteneciente a los Bajos Sudmeridionales.

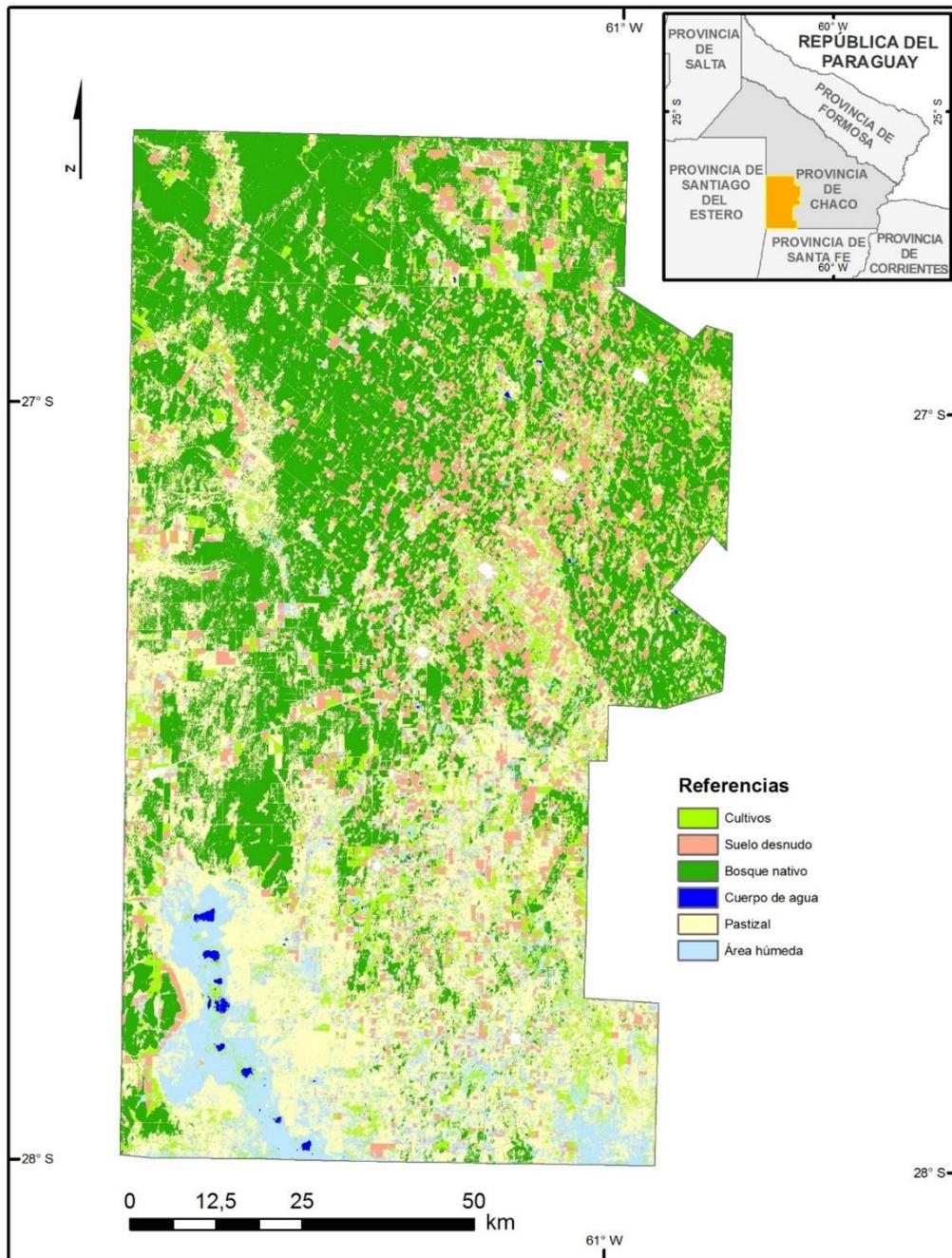


Figura 73. Imagen clasificada correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurrealde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

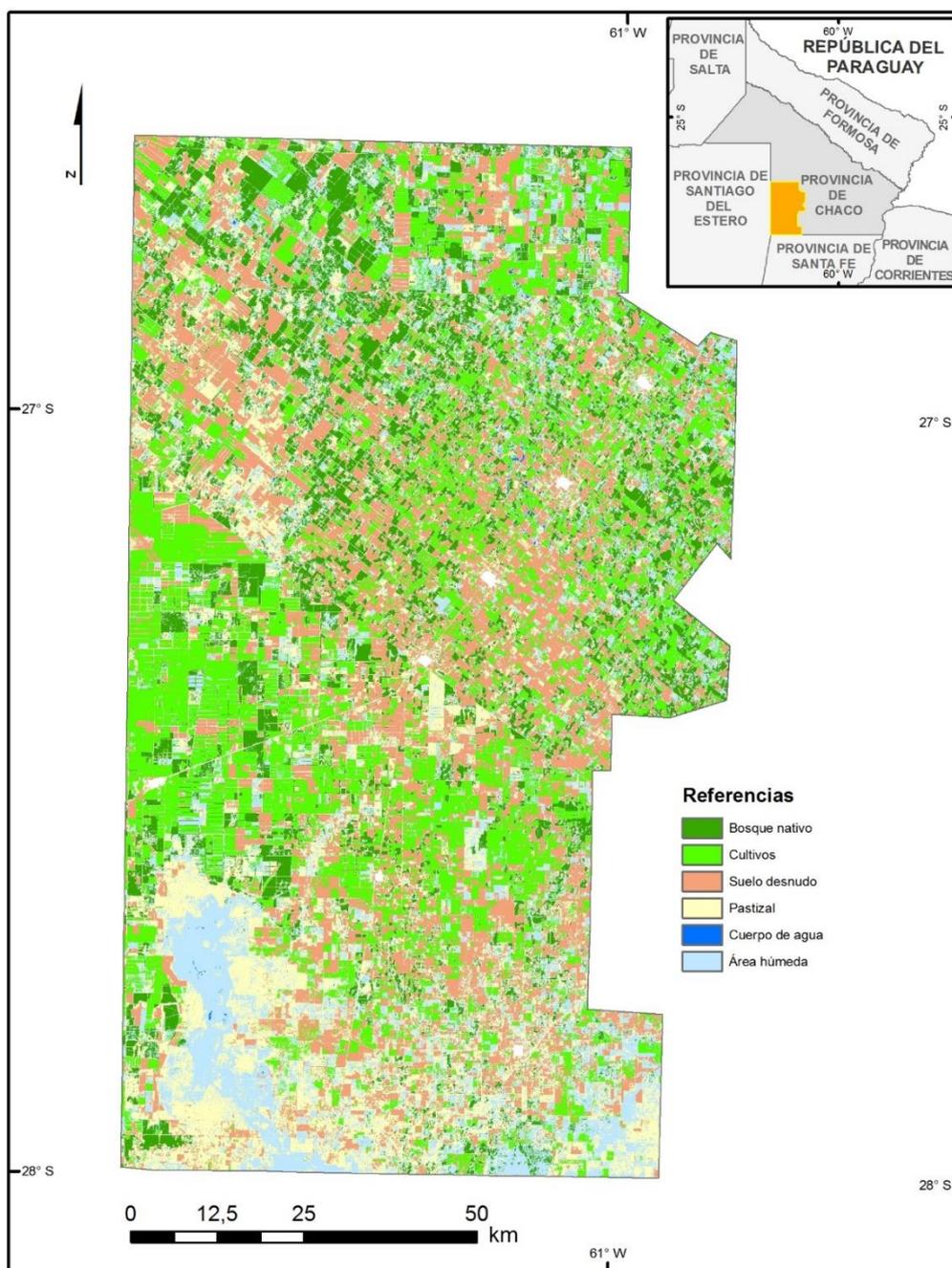


Figura 74. Imagen clasificada correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

1.3. El aumento de las superficies destinadas a los cultivos y la reducción de los bosques

Teniendo en cuenta la cubierta de bosque nativo para los años de estudio, se identificó una clara tendencia descendente en las superficies ocupadas por la misma. Para 1987 (Figura 75) esta cobertura presentaba una superficie total de

429.943 ha mientras que en el año 2011 (Figura 76) disminuyó a 171.063 ha lo que representó un total de 60,2 %, Este hecho generó la ruptura de su continuidad espacial y un aumento en su nivel de fragmentación. Esta situación se relaciona con el avance de la frontera agropecuaria siendo una consecuencia directa de la misma.

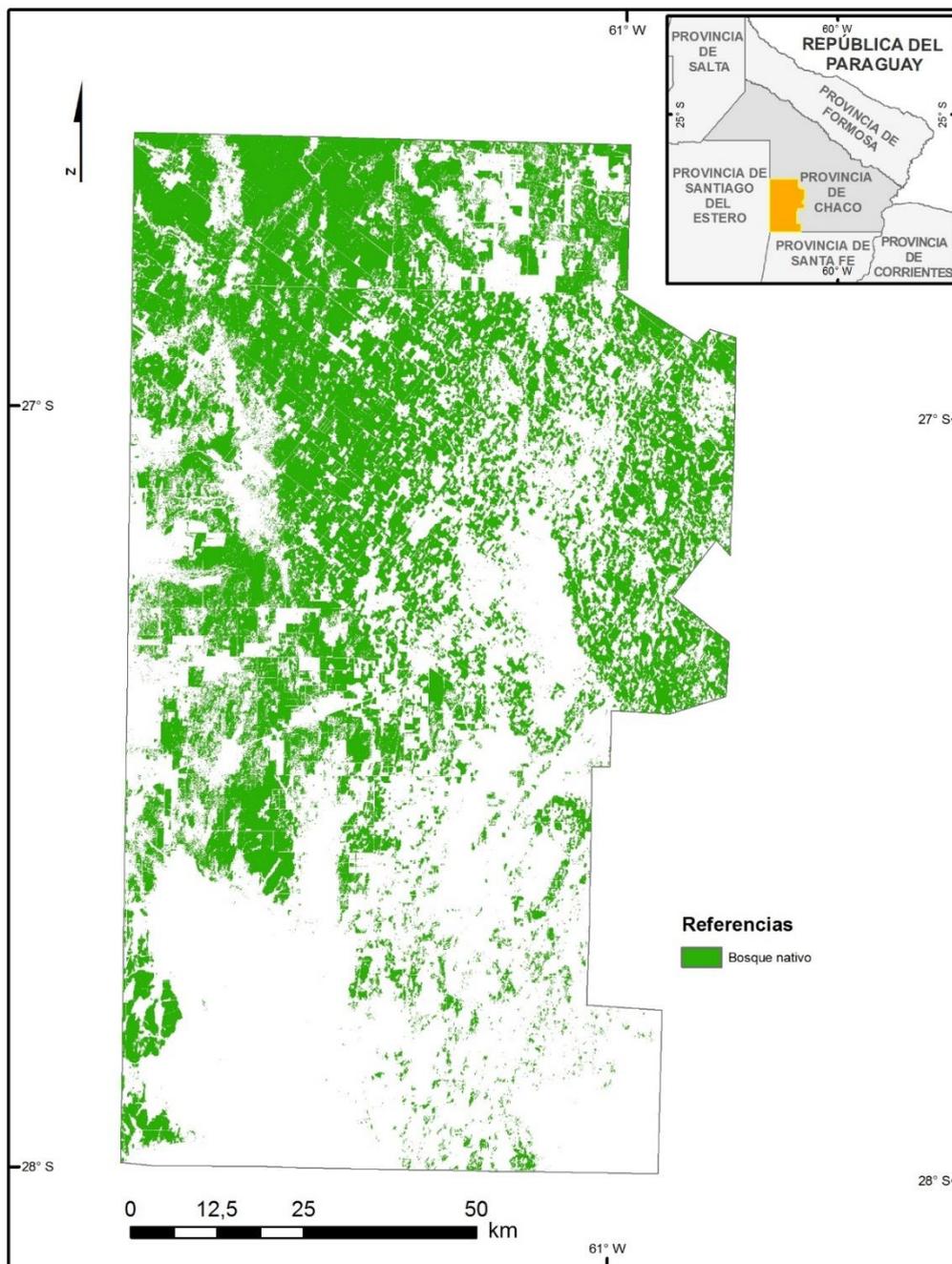


Figura 75. Cobertura de bosque nativo correspondiente al suroeste chaqueño para el año 1987. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

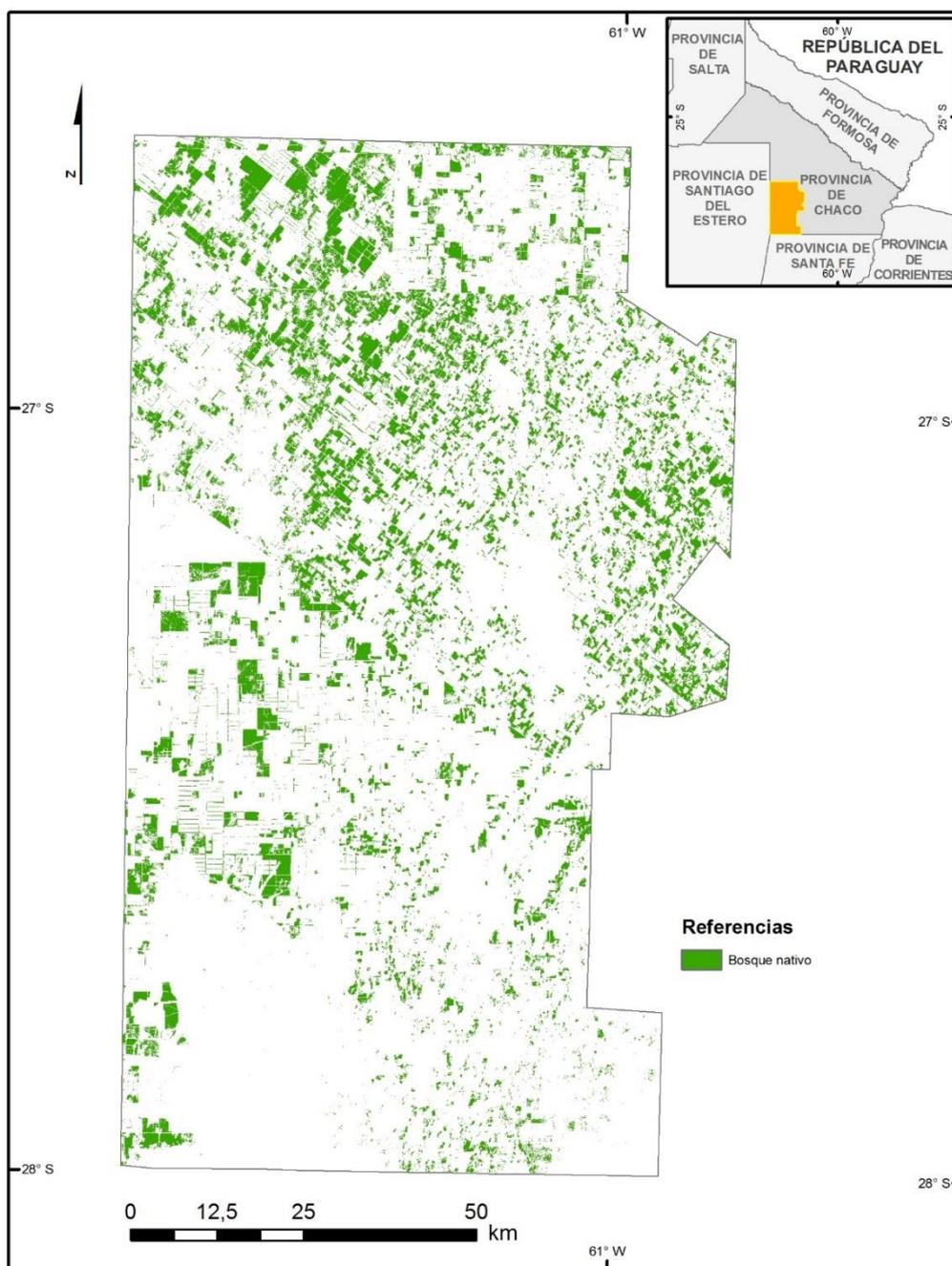


Figura 76. Cobertura de bosque nativo correspondiente al suroeste chaqueño para el año 2011.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

Por otra parte, cabe destacar la distribución espacial que esta cobertura presentaba en 1987 y 2011. Las mayores masas forestales se localizaban en el sector norte del área de estudio y en el sur predominaban áreas bajas con pastizales y ambiente húmedos.

1.4. Determinación de cambios en las cubiertas clasificadas entre los años 1987 y 2011

El análisis cuantitativo, mediante el método de la tabulación cruzada de las clases informacionales, permitió establecer una relación temporal y espacial en la variación de las coberturas existentes en el año 1987 y 2011. Además, se logró determinar la permanencia o variación de las cubiertas clasificadas tomando como unidad mínima el pixel.

En la tabla 10 se muestran los valores de la matriz expresados en hectáreas, donde aquellos que se encuentran en la diagonal corresponden a las superficies de las cubiertas que permanecieron sin cambios durante los períodos considerados, mientras que los valores ubicados a sus lados corresponden a las variaciones hacia otras coberturas.

Si se considera la cubierta de bosque nativo (Tabla 10, 11 y Figura 77), se observa que la misma poseía para el año 1987 un total de 429.943 ha, mientras que para el 2011 presentaba 171.063 ha, es decir que entre ambos años redujo su superficie un 60,2 % equivalente a 258.880 ha. Si se observa la tabulación en el sentido de las columnas 154.555 ha de esta cobertura permanecieron sin alteraciones mientras que 87.530 ha pasaron a formar parte de cultivos, 62.310 ha hacia suelo desnudo, 41.568 ha hacia pastizales, 45 ha hacia cuerpos de agua y 83.936 ha hacia áreas húmedas; en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 275.389 ha (64 %).

La cobertura de cultivos (Tabla 10, 11 y Figura 78) presentó para 1987 un total de 107.542 ha y en 2011 un total de 260.361 ha, lo cual significó un aumento de 152.819 ha (142,1 %). Por otra parte, esta cobertura mantuvo un total de 31.540 ha sin cambios entre los años mencionados, no obstante varió hacia la cobertura de bosque nativo con 1.000 ha, hacia suelo desnudo con 35.892 ha, hacia pastizales con 19.536 ha, hacia cuerpos de agua con 119 ha y hacia áreas húmedas con 19.456 ha; en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 76.002 ha (71 %).

La cobertura de suelo desnudo (Tabla 10, 11 y Figura 79) presentó en 1987 un total de 122.686 ha, mientras que en 2011 registró un total de 282.442 ha, es decir aumentó 159.756 ha (130,2 %). Por otra parte esta permaneció estable con un total de 54.409 ha, mientras que varió hacia otras coberturas con

36.478 ha hacia cultivos, 275 ha hacia bosque nativo, 17.995 ha hacia pastizales, 120 ha hacia cuerpos de agua y 13.410 ha hacia áreas húmedas, en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 68.278 ha (56 %).

La cobertura de pastizal (Tabla 10, 11 y Figura 80) presentó en 1987 un total de 364.097 ha y en 2011 un total de 207.678 ha, es decir que disminuyó 156.419 ha (43 %), a su vez permaneció estable con un total de 95.156 ha, mientras que varió hacia otras coberturas con 99.424 ha hacia suelo desnudo, 86.079 ha hacia cultivos, 13.395 ha hacia bosque nativo 122 ha hacia cuerpo de agua y 69.921 hacia áreas húmedas; en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 268.914 ha (74 %).

Para 1987 la cobertura de cuerpo de agua (Tabla 10, 11 y Figura 81) presentó un total de 2.127 ha y en 2011 disminuyó a 866, es decir, se redujo 1.261 ha (59,3 %), permaneció estable con un total de 92 ha, mientras que varió hacia otras coberturas con 127 ha hacia suelo desnudo, 57 ha hacia cultivos, 9 ha hacia bosque nativo, 260 ha hacia pastizales y hacia áreas húmedas con 1.583 ha; en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 2.035 ha (96 %).

La cobertura de área húmeda (Tabla 10, 11 y Figura 82) presentó en 1987 un total de 124.932 ha mientras que en 2011 ascendió a 228.917 ha es decir 103.986 ha (83,2 %). Permaneció estable con un total de 40.611 ha, mientras que varió hacia otras coberturas con 1.829 ha hacia bosque nativo, 18.678 ha hacia cultivos, 30.281 ha hacia suelo desnudo, 33.163 ha hacia pastizales y hacia cuerpos de agua 369 ha, en total se registraron cambios hacia otras coberturas por 84.320 ha (67 %).

Coberturas (en ha)	Bosque nativo	Cultivo	Suelo desnudo	Pastizal	Cuerpo de agua	Área húmeda	Total 2011
Bosque nativo	154.555	1.000	275	13.395	9	1.829	171.063
Cultivos	87.530	31.540	36.478	86.079	57	18.678	260.361
Suelo desnudo	62.310	35.892	54.409	99.424	127	30.281	282.442
Pastizales	41.568	19.536	17.995	95.156	260	33.163	207.678
Cuerpo de agua	45	119	120	122	92	369	866
Áreas Húmedas	83.936	19.456	13.410	69.921	1.583	40.611	228.917
Total 1987	429.943	107.542	122.686	364.097	2.127	124.932	1.151.327

Tabla 10. Tabulación cruzada de las coberturas correspondientes al año 1987 y 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

Coberturas (en ha)	Bosque nativo	Cultivo	Suelo desnudo	Pastizal	Cuerpo de agua	Área húmeda
Cambios totales hacia otras coberturas	275389	76002	68278	268941	2035	84320
Cambios totales hacia otras coberturas (%)	64,1	70,7	55,7	73,9	95,7	67,5
Cambio total de la cobertura	-258880	152819	159756	-156419	-1261	103986
Cambio total de la cobertura (%)	-60,2	142,1	130,2	-43	-59,3	83,2

Tabla 11 Cambios totales y hacia otras coberturas (en ha y %). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

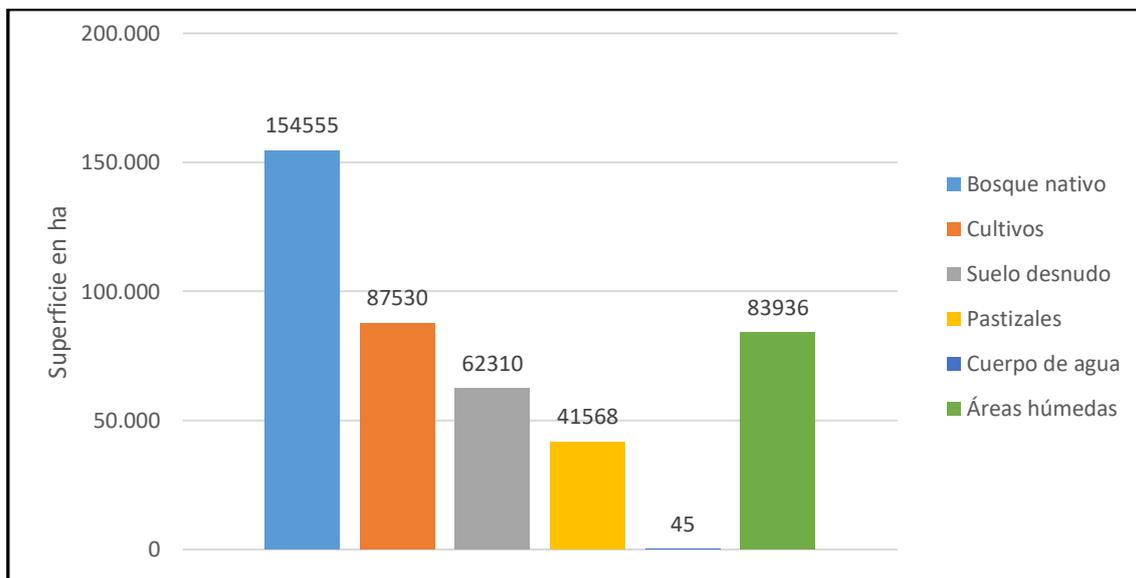


Figura 77. Evolución de la cobertura de bosque nativo de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

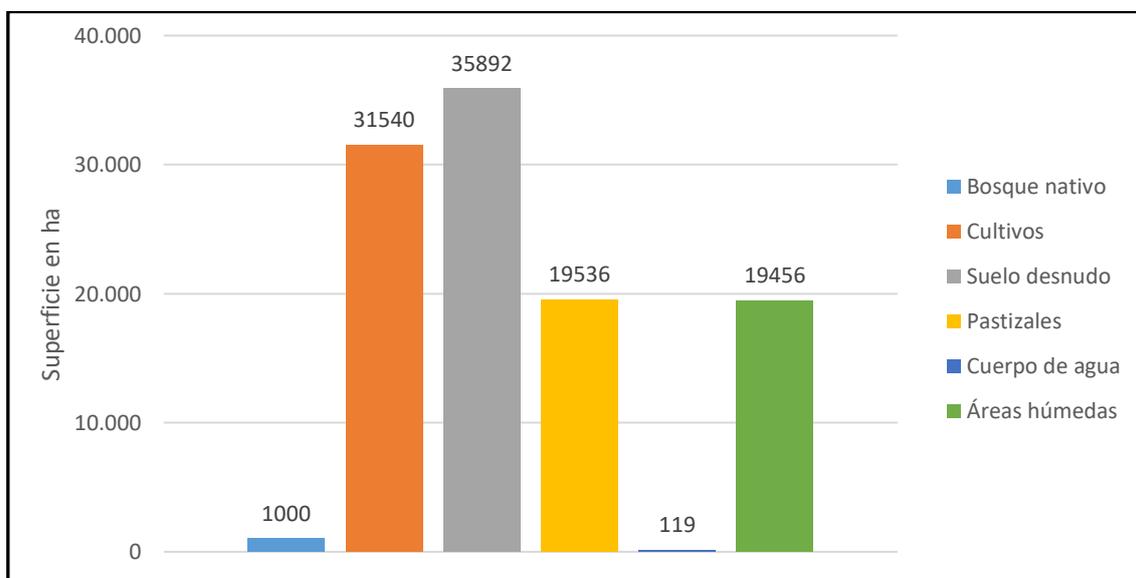


Figura 78. Evolución de la cobertura de cultivos de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

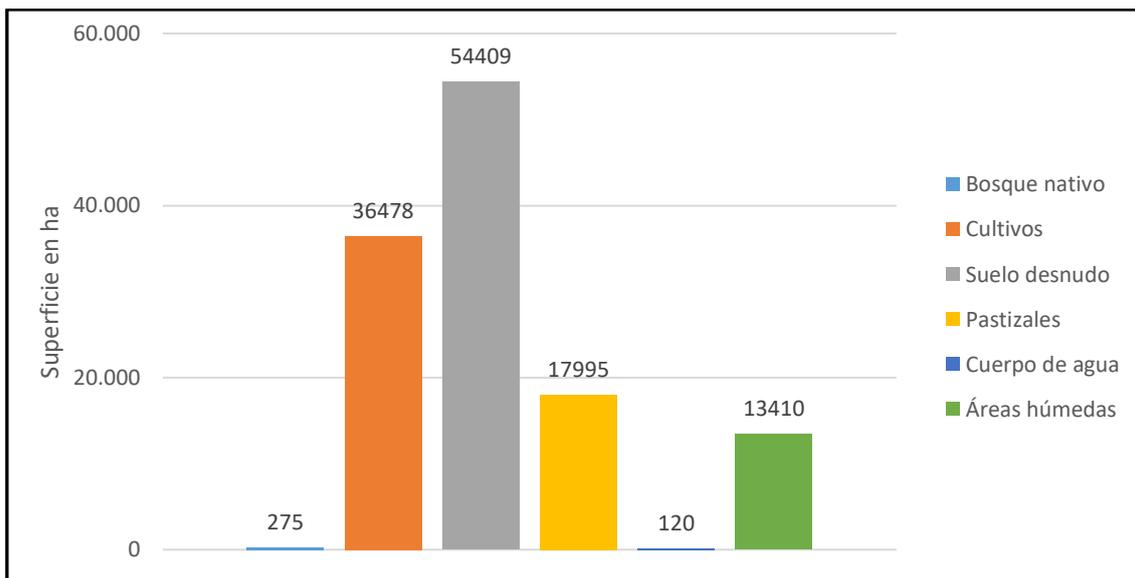


Figura 79. Evolución de la cobertura de suelo desnudo de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

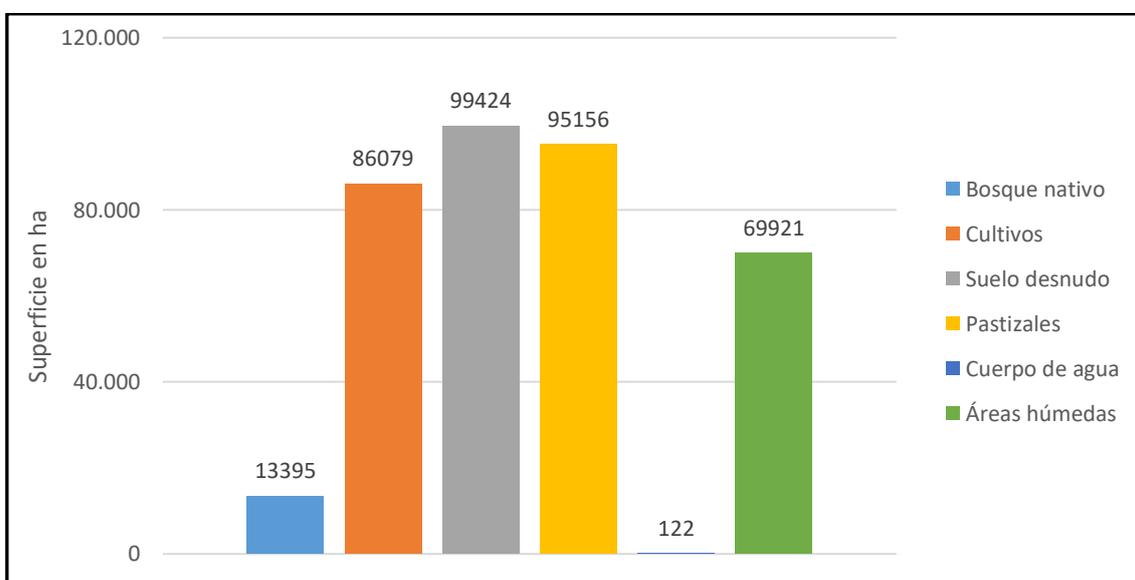


Figura 80. Evolución de la cobertura de pastizal de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

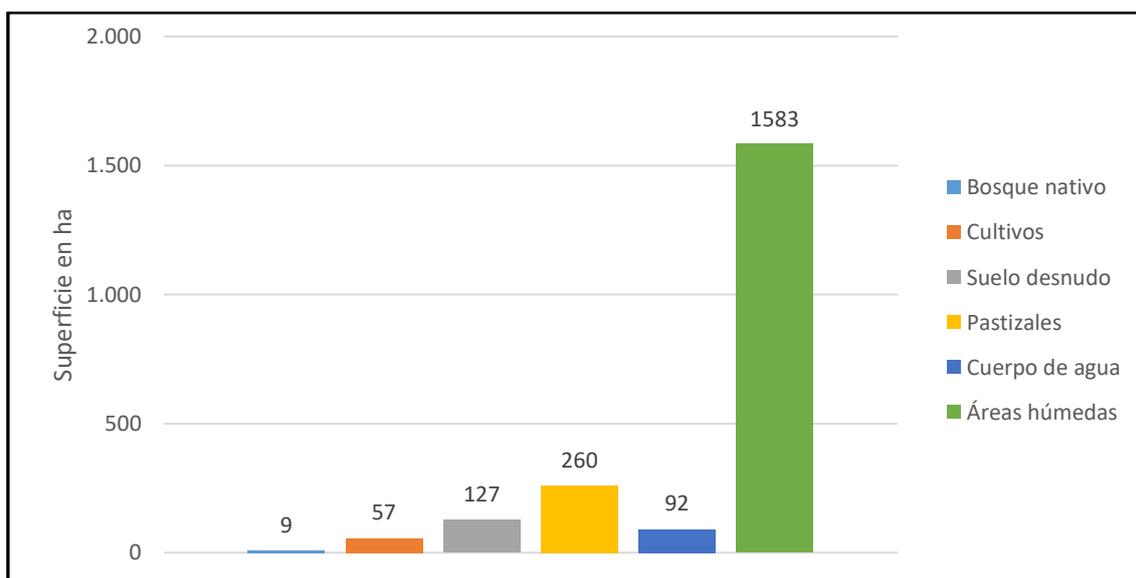


Figura 81. Evolución de la cobertura de cuerpo de agua de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

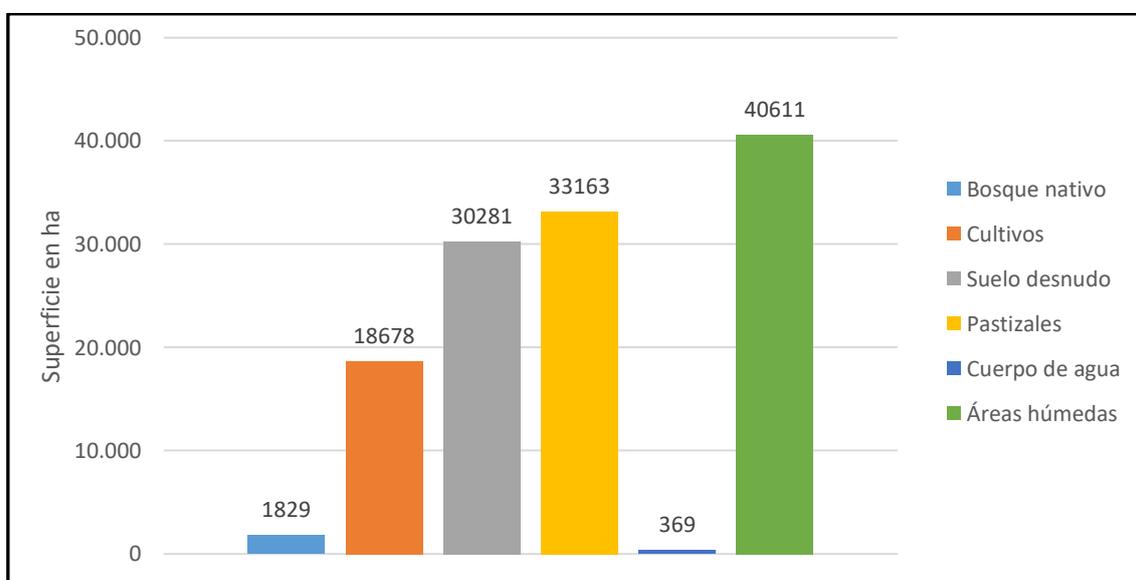


Figura 82. Evolución de la cobertura de áreas húmedas de 1987 a 2011. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

Para una mejor visualización de los resultados se confeccionaron dos mapas, uno de cambios y otro de permanencia de las cubiertas clasificadas. En el mapa correspondiente a los cambios de las coberturas (Figura 83) se puede observar la distribución espacial de los cambios en las coberturas clasificadas. En la misma se pudo observar que la cubierta de cultivos presentó importantes cambios espaciales, especialmente hacia el sector centro oeste del área de estudio. A su vez, la cobertura de suelo desnudo también presentó un

desplazamiento hacia el sector noroeste del área de estudio. Debe entenderse que las coberturas que figuran en este mapa vienen a reemplazar a otras que formaron parte de la escena correspondiente al año 1987 y son las que fueron analizadas anteriormente. Las variaciones en el resto de las cubiertas son relativamente menores, se trata de las coberturas de bosque nativo, pastizales, cuerpos de agua y áreas húmedas.

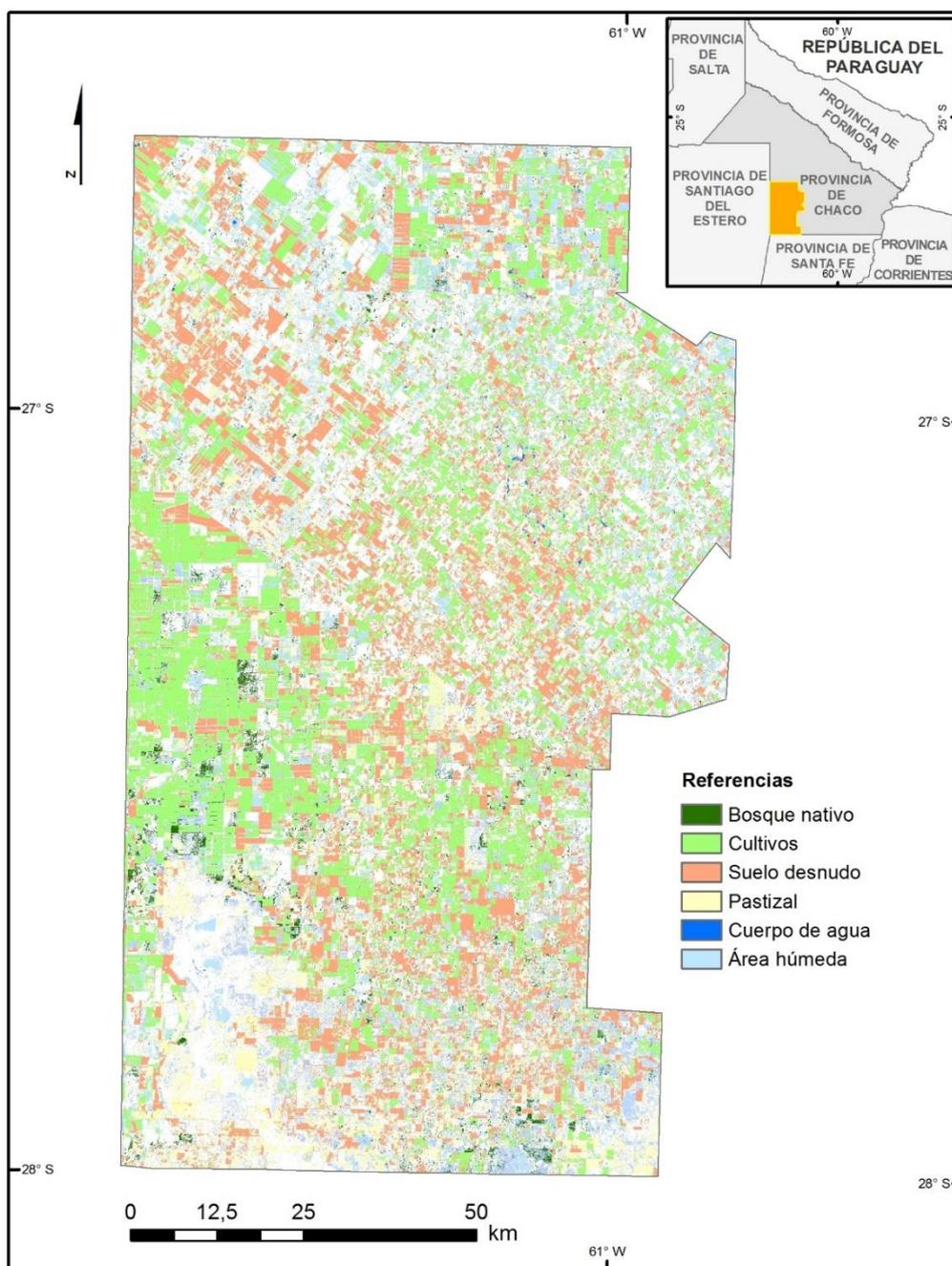


Figura 83. Mapa de cambio de coberturas (1987 - 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

En el caso de las coberturas que permanecieron estables, es decir, sin variación entre 1987 y 2011, se pudo observar el predominio de los bosques nativos que, si bien manifestaron una reducción del 64 % en su superficie, siguió siendo la cobertura de mayor permanencia. Cabe destacar también las áreas de pastizales y áreas húmedas que presentaron una cierta permanencia debido a las características del terreno inundable, por lo que las actividades agrícolas se ven limitadas en la zona suroeste del área de estudio.

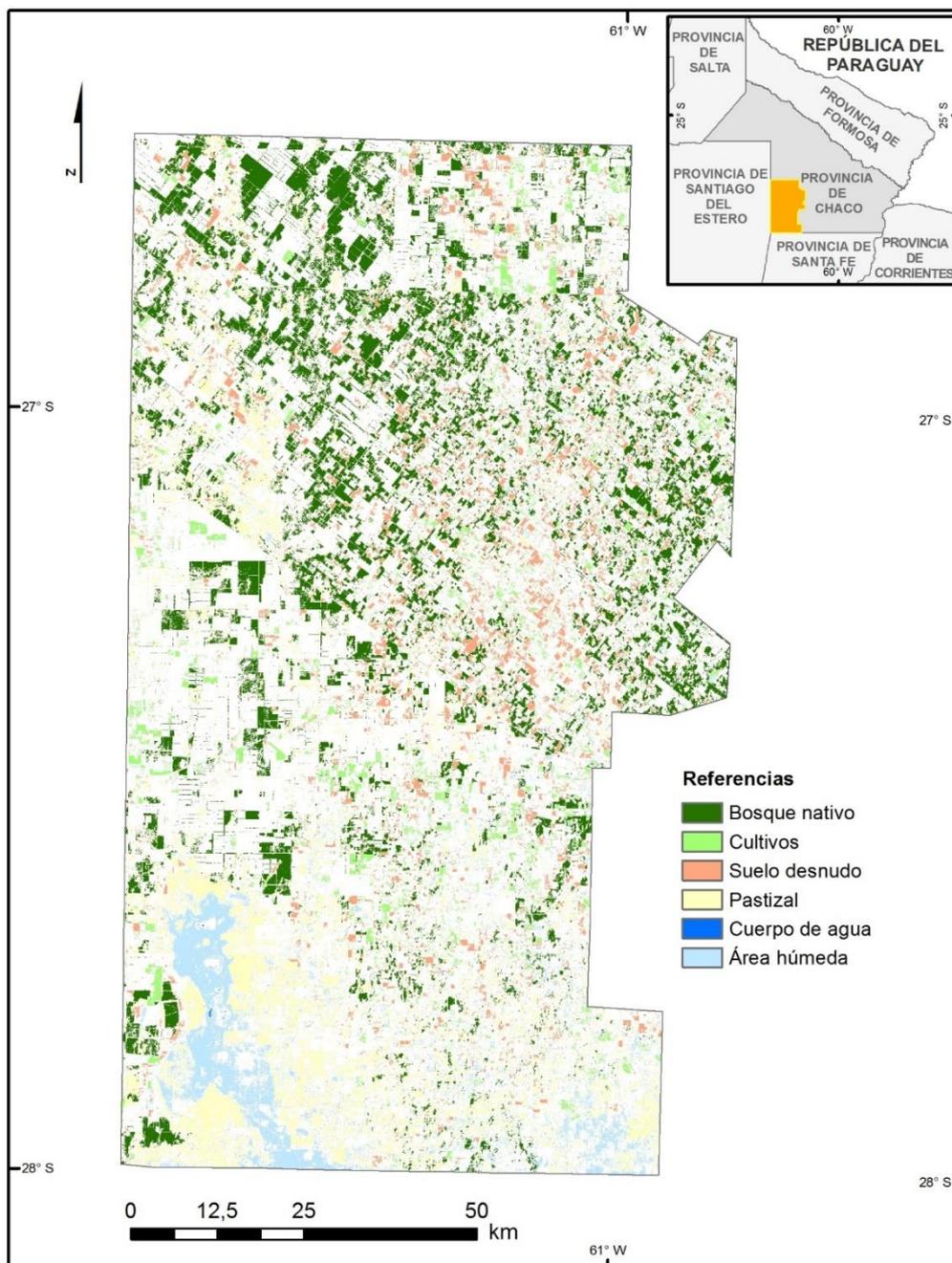


Figura 84. Mapa de permanencia de coberturas (1987 - 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

Para poder tener una visión de la magnitud de los cambios y permanencias en las cubiertas, en la tabla 12 se presentaron las superficies en hectáreas que, para cada cubierta, permanecieron como tal o variaron a otras. Aquellas que presentaron mayores superficies de cambio corresponden al bosque nativo con 275.389 ha, seguido por la de pastizales con 268.941 ha, luego por áreas húmedas con 84.320 ha, luego por cultivos con 76.002 ha, luego por suelo desnudo con 68.278 ha y finalmente por cuerpos de agua con 2.035 ha.

Coberturas (en ha)	Superficies de cambio	Superficies de permanencia
Bosque nativo	275.389	154.555
Cultivos	76.002	31.540
Suelo desnudo	68.278	54.409
Pastizales	268.941	95.156
Cuerpo de agua	2.035	92
Áreas Húmedas	84.320	40.611
Total	774.965	376.363

Tabla 12. Superficies de cambio y de permanencia de las coberturas espaciales identificadas (1987- 2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de la información proporcionada por el Servicio Geológico Minero de Estados Unidos (USGS) proveedor de imágenes Earth explorer.

En el caso de las cubiertas sin variaciones se observó que la categoría de bosque nativo presentó un total de 154.555 ha en total, mientras que la cobertura de pastizales mostró 95.156 ha, seguido por suelo desnudo con 54.409 ha, luego por áreas húmedas con 40.611, luego por cultivos con 31.540 ha y finalmente por cuerpos de agua con 92 ha. En total las superficies que permanecieron sin cambios entre 1987 hasta 2011 hacen un total de 367.363 ha, mientras que aquellas que han experimentado modificaciones suman un total de 774.965 ha.

CAPÍTULO VII:

LA DISPOSICIÓN DE LAS COBERTURAS ESPACIALES Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LOS USOS ACTUALES

La componente edáfica es un elemento de importancia en el presente estudio, dado que las características de las mismas determinan los riesgos asociados, así como las limitaciones para la producción. Un suelo agrícola se encuentra bajo un sistema o agroecosistema simplificado, por lo que los riesgos de erosión son elevados si no existe una buena práctica de manejo de los mismos.

El avance de la frontera agropecuaria supone la modificación de las coberturas existentes en el suroeste de la provincia de Chaco. De la comparación entre las características de los suelos y las coberturas existentes es posible determinar los riesgos asociados a esta actividad y poner en evidencia el potencial efecto de las transformaciones espaciales en el área de estudio.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO

Se consideraron características que presentan los suelos del área de estudio: los órdenes de suelo, las limitantes, la erosión hídrica, el índice de productividad y las capacidades de uso y se estableció una relación con las coberturas superficiales detectadas mediante técnicas de sensores remotos en dos momentos diferentes. En 1987 la distribución de las coberturas se presentó de forma diferente respecto a 2011, por ello el análisis de la superposición de las características del suelo y las coberturas permitieron identificar potenciales riesgos asociados a los usos y a las características de los suelos.

A partir de la cartografía de suelos del INTA (1990) se calcularon las superficies correspondientes a los órdenes de suelo localizados en el área de estudio. En la misma se identificaron: Alfisoles, Entisoles, Molisoles, Inceptisoles, y Complejo Indiferenciado (Figura 85). Según el INTA (1990) los Alfisoles son suelos que presentan por un horizonte subsuperficial enriquecido con arcillas formadas en condiciones de acidez o alcalinidad sódica, se asocia con un horizonte superficial claro y poco espeso, pobre en materia orgánica con elevada saturación de bases en todo el perfil. Los Entisoles son suelos con escaso o ausencia de un horizonte pedogenético, solo presenta un horizonte superficial claro de poco espesor y con escasa materia orgánica. Los Molisoles son suelos negros a pardos desarrollados a partir de sedimentos minerales en climas templados-húmedos a semiáridos. Se trata de suelos con buena estructura, lo que los hace de utilidad para las actividades agrícolas.

En el área de estudio los Alfisoles ocuparon un total de 375.822 ha lo que representa un 32,8 % de la superficie total, estos se encontraron bien distribuidos, preferentemente en el centro norte. Los Entisoles ocuparon un total de 8.059 ha lo que representa un 0,7 % y se encuentran en el extremo noroeste. Los Molisoles ocuparon 683.276 ha lo que representa 59,6 %. Se trata del tipo de suelo con mayor superficie y se lo identificó con mayor dominancia en el sector centro sur del área de estudio, aunque se lo pudo reconocer en toda el área. Los Inceptisoles ocuparon 79.305 ha es decir 6,9 % del área y se los localizó en el sector extremo noreste y sureste. Finalmente, los suelos Complejos Indiferenciados ocuparon una superficie de sólo 0,02 % en el sector sur.

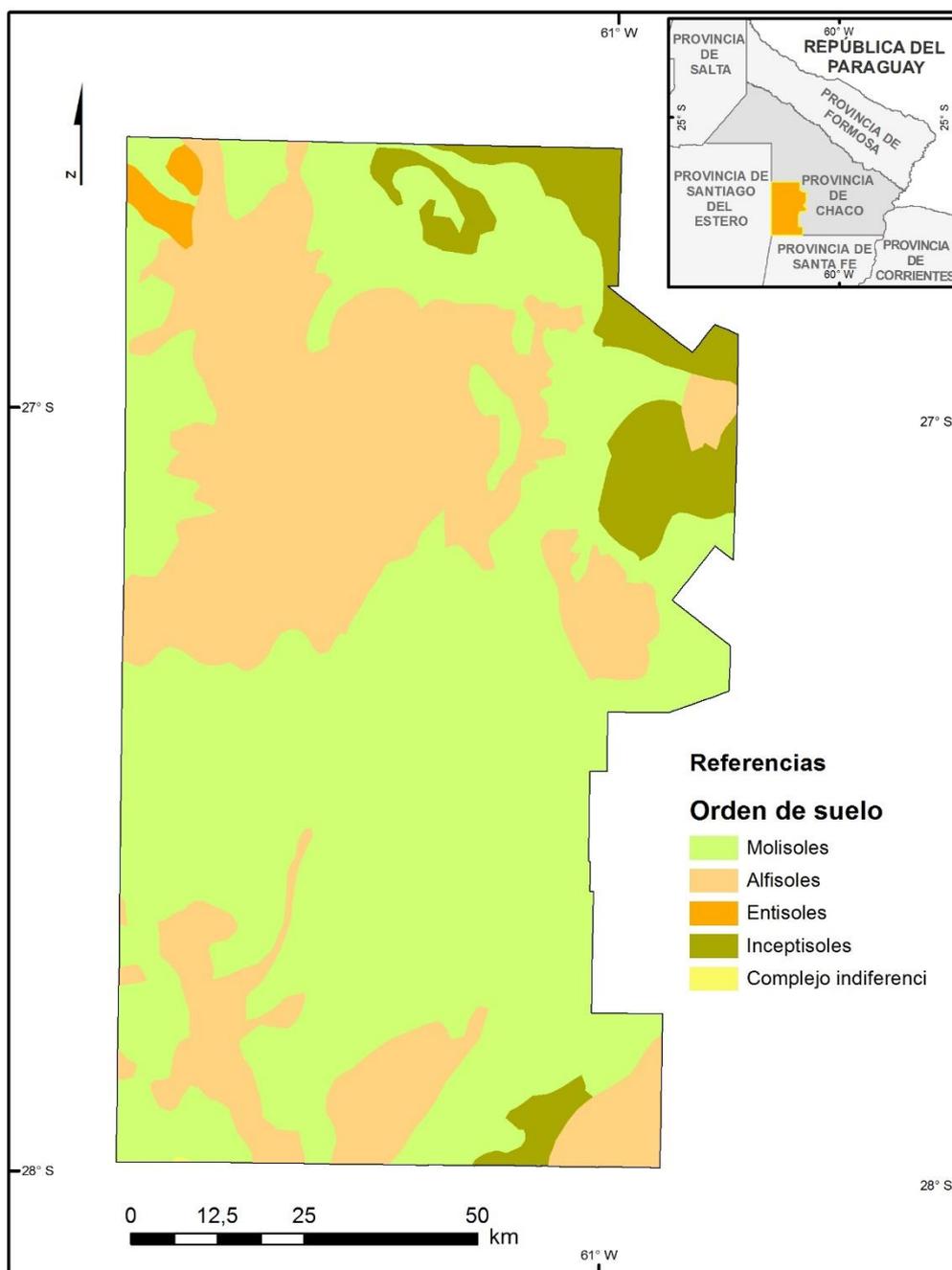


Figura 85. Ordenes de suelo del área de estudio. Fuente: Insaruralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

En cuanto a las limitantes principales de los suelos se pudieron reconocer (Figura 86): alcalinidad a menos de 50 cm, el cual ocupa un total de 60.564 ha que representan un 5,3 %; drenaje deficiente que ocupa un total de 172.658 ha que representan 15,1 %; erosión hídrica actuante con 539.855 ha que representan 47,1 %; salinidad en los primeros 50 cm de profundidad con un total de 130.621 ha que hacen un 11,4 %; susceptibilidad de erosión hídrica con

237.253 ha que representa un 20,7 % y, finalmente, susceptibilidad de inundación o anegamiento con 5.679 ha que representan 0,5 %.

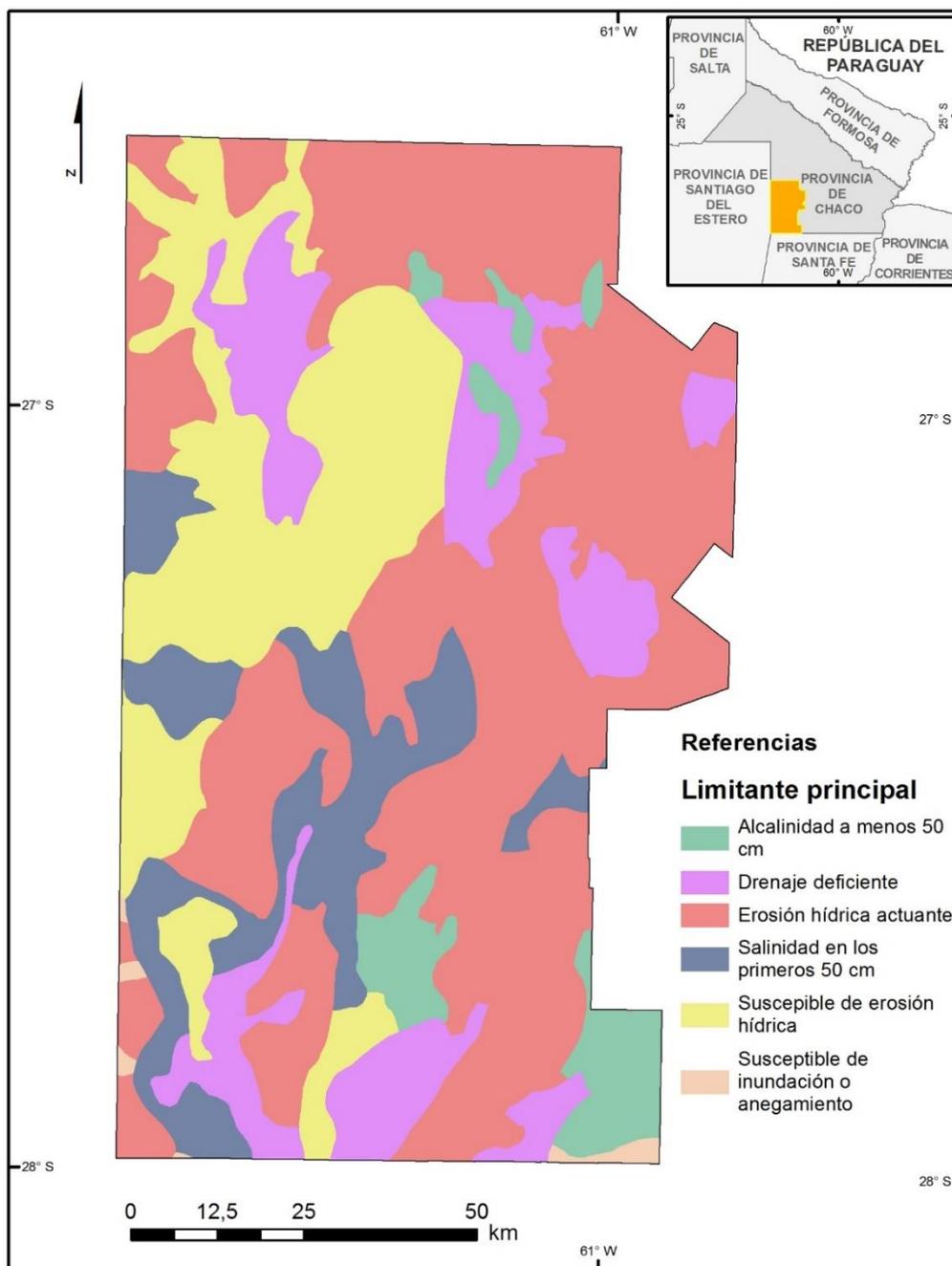


Figura 86. Limitante principal de los suelos del área de estudio. Fuente: Insarurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

La erosión hídrica (Figura 87) presentó áreas con categoría ligera en 424.944 ha (37,1 %) distribuida, principalmente, en el norte y noreste del área. La erosión hídrica moderada abarcó una superficie de 478.160 ha que representan 41,7 % total del área y se localizó en el sector centro y sur. La

erosión hídrica severa ocupó una superficie de 159.641 ha que representaron 13,9 % total del área y se ubicó en el sector centro y noroeste del área de estudio.

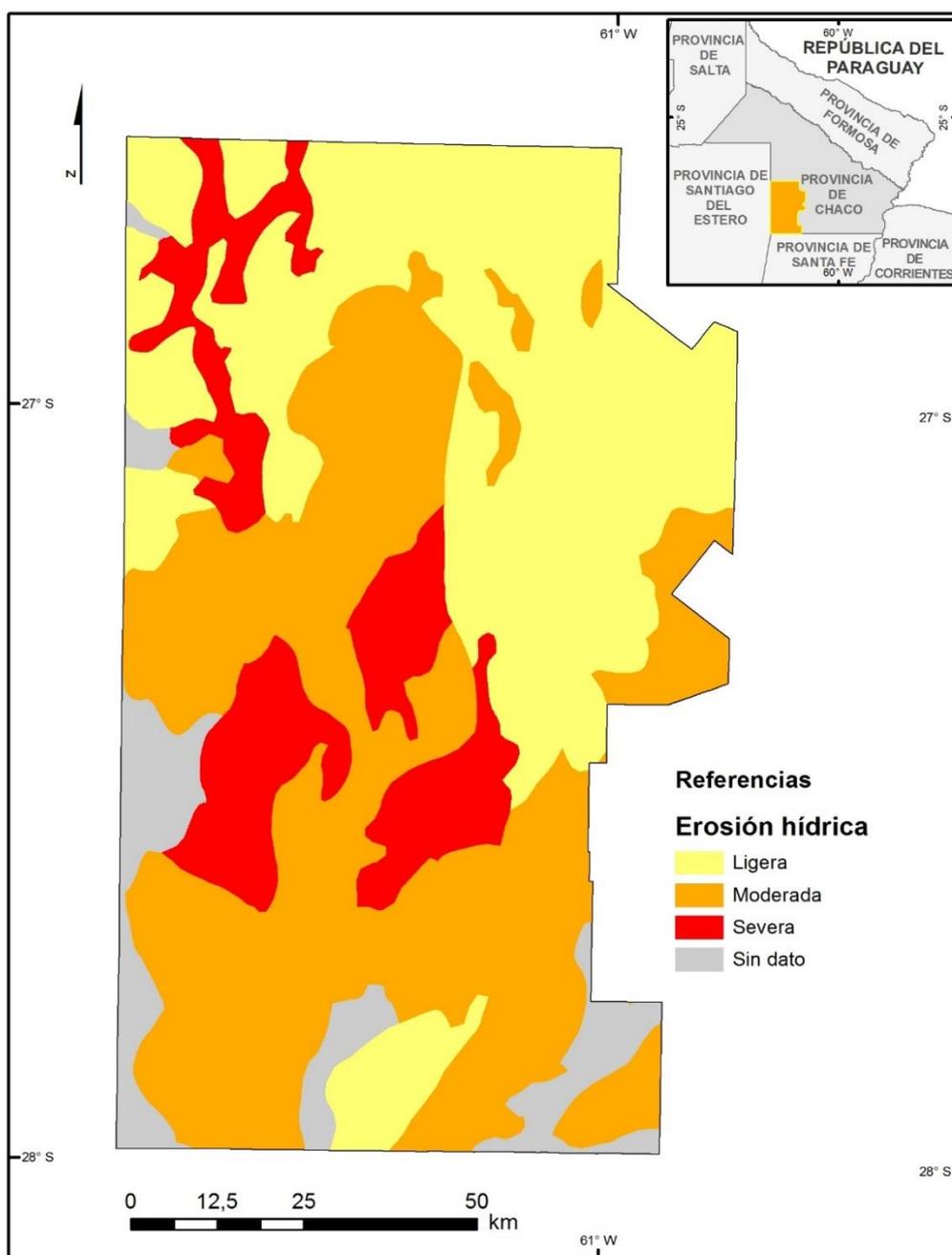


Figura 87. Erosión hídrica actuante de los suelos del área de estudio. Fuente: Insarrralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El índice de productividad de los suelos para el área del suroeste de la provincia de Chaco (Figura 88) mostró que como máximo se registraron valores de 52. Se considera que a mayor valor de índice mejores condiciones para la producción sobre los suelos. En general los índices bajos (menores a 20) se

localizaron en áreas deprimidas al sur, mientras que los valores altos (mayores a 30) se localizaron en el sector este, sureste y porciones dispersas por el noroeste y centro oeste.

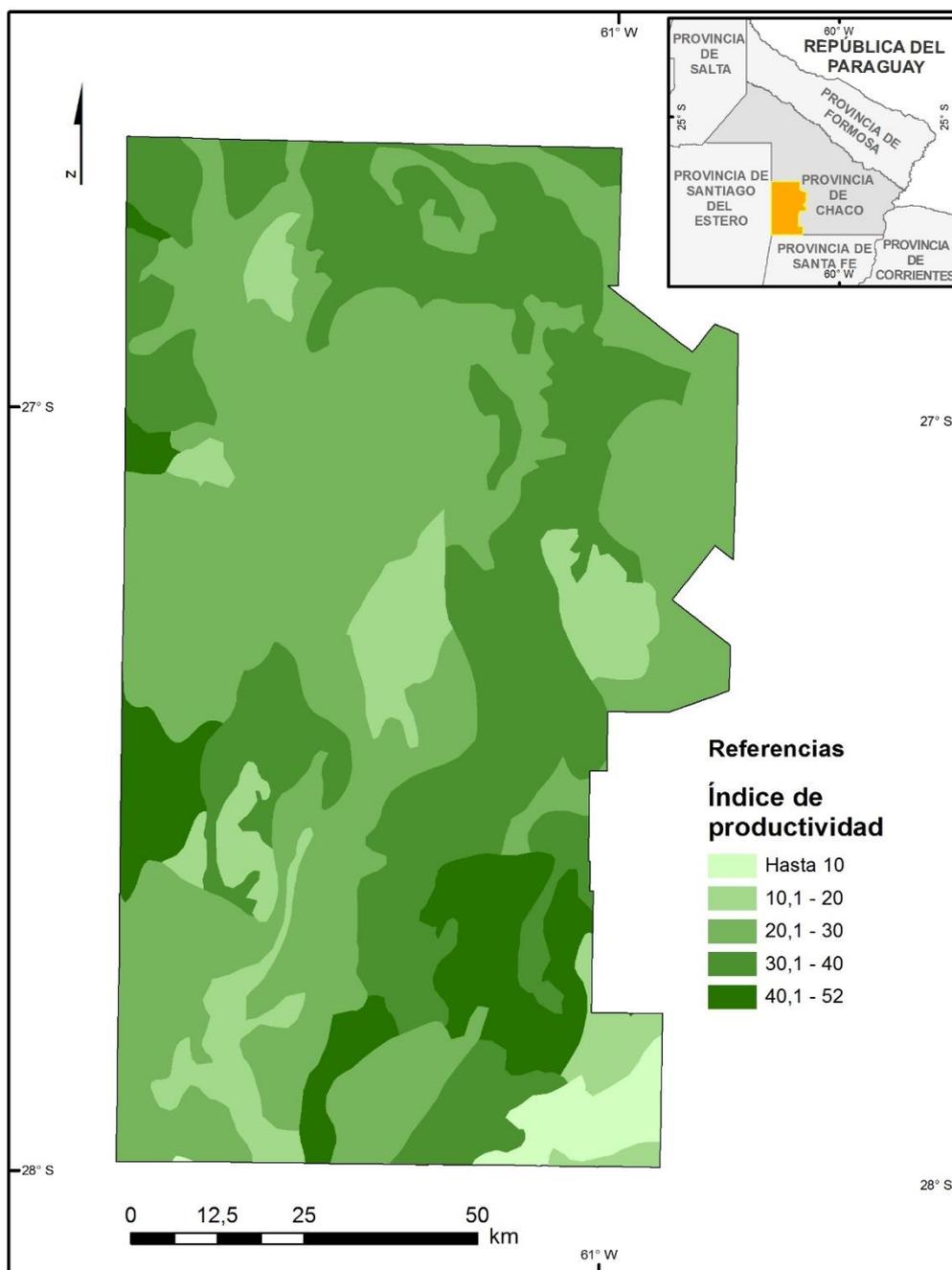


Figura 88. Índice de productividad de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaruralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

En la Figura 89 se registraron capacidades de uso: II, III, IV, V, VI y VII. No se advirtió la presencia de la capacidad de uso tipo I considerada como la más apta para las actividades agropecuarias. La capacidad de tipo II ocupó un

total de 137.624 ha, lo que hace un 12 % del total ubicada en el sector este, sureste y en menor medida suroeste. La capacidad de uso III ocupó un total de 527.622 ha equivalente a 46 % del total, esta presentó una distribución homogénea sobre toda el área de estudio. La capacidad de uso IV ocupó una superficie total de 425.269 ha correspondientes a 37 % de la superficie, esta categoría se distribuyó de forma homogénea por toda el área, aunque se la identificó agrupada en el sector centro oeste del área. La capacidad de uso V presentó una superficie total de 37.812 ha que representaron 3 % del total y se distribuyó por el sector sur del área de estudio. Las categorías de uso VI y VII presentaron superficies de 18.133 y 166 ha respectivamente ambas con porcentajes totales inferiores a 2 % y se distribuyeron por el sureste del área de estudio.

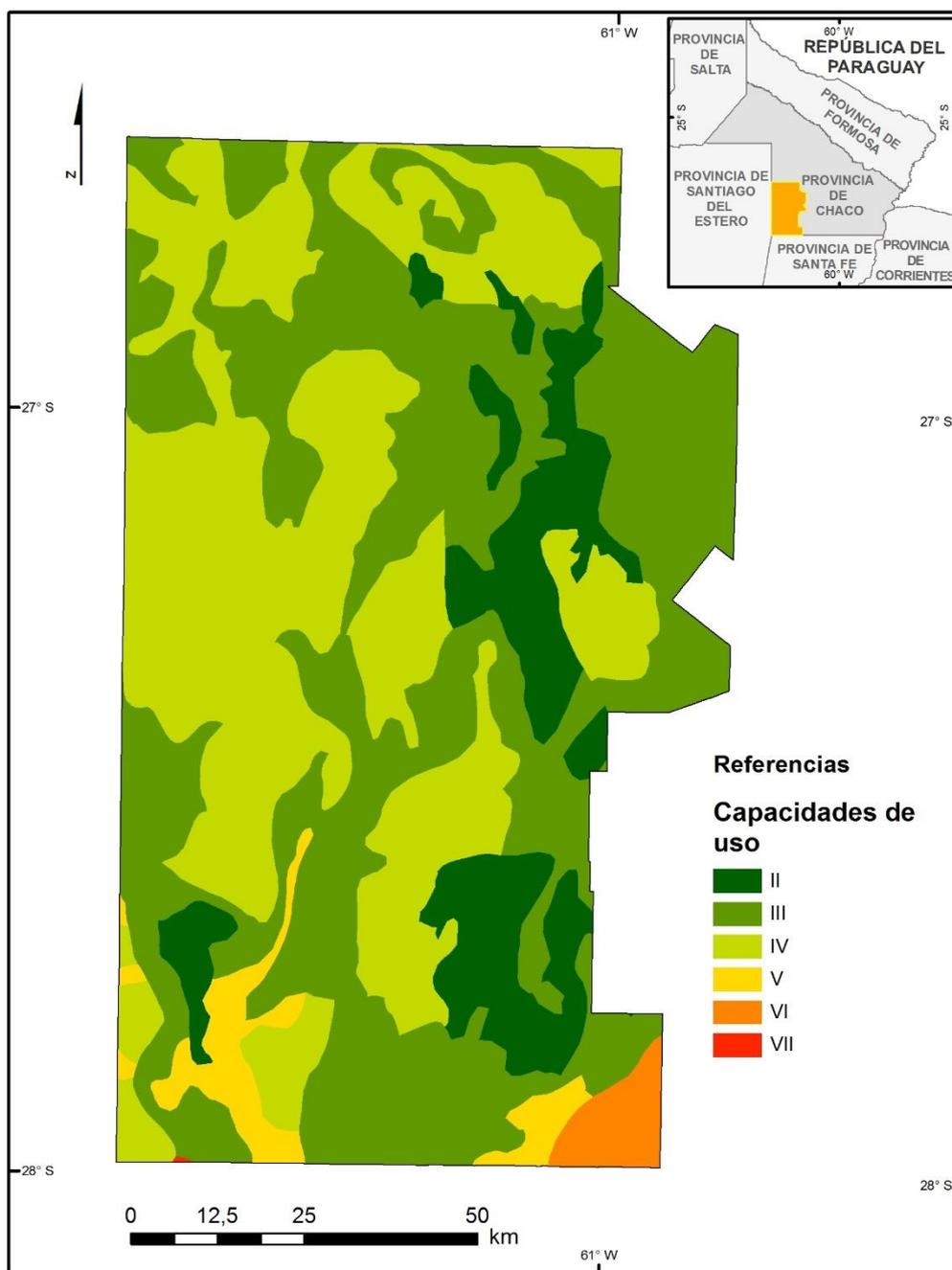


Figura 89. Capacidades de uso de los suelos del área de estudio. Fuente: Insaruralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

A partir de las descripciones realizadas en los párrafos anteriores se puede afirmar, teniendo en cuenta las características de los suelos que se identificaron el área de estudio, que existen ciertos tipos de suelos con mayor riesgo a la degradación. Se trata de suelos que presentan, por ejemplo, órdenes de suelo poco aptos para la agricultura, recomendables para el pastoreo, actividad forestal o su conservación. De este modo se puede afirmar que los Molisoles son los más valorados para la actividad agropecuaria y luego, con

menor importancia, figuran otros órdenes como los Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles y Complejos Indiferenciados.

De la descripción de las características referidas a las limitantes principales se pudo deducir que la erosión hídrica actuante es la limitante que, dadas las características del área se conforma en una de las limitantes de mayor riesgo de degradación. Se suma a este hecho otras limitantes como susceptibilidad de erosión hídrica, salinidad y alcalinidad en los primeros 50 cm de profundidad, drenaje deficiente y susceptibilidad de inundación o anegamiento.

Al considerar a la erosión hídrica como variable única se pudo establecer que la condición severa presenta sobre el área mayor riesgo de degradación seguido por las condiciones de moderada y ligera erosión hídrica. Este aspecto es de gran importancia dada las características de la zona de estudio y los procesos incidentes. Se trata de una zona con difícil hídrico tal como lo señalara Bruniard y Rey (1979) en donde la agricultura ha transformado grandes superficies de bosque nativo a cultivos, aumentando la exposición de los suelos a la acción erosiva de las precipitaciones como también a las altas temperaturas y elevada evapotranspiración, contribuyendo en la salinización de los suelos.

Si bien las condiciones taxativas asociadas a los órdenes de suelos, las limitantes o la erosión hídrica no restringen completamente las oportunidades de producción contribuyen a evaluar el nivel de riesgo asociado a las oportunidades de explotación de los suelos. Ante estas características se observaron que el Índice de Productividad para el área de estudio presentó valores medios a bajos si se considera el umbral teórico que varía entre 0 y 100. No obstante, ello, se consideró que aquellos que presentaron valores superiores a 30 IP presentaban condiciones aceptables para la producción. También se distinguieron capacidades de uso a partir de la categoría II y hasta la VII. Se considera que la situación favorable se acerca a una categoría tipo II.

Sobre la ase de estas consideraciones se identificó, mediante una evaluación multicriterio, el riesgo potencial de los suelos según las características que fueron trabajadas. En primera instancia se realizó una valoración de las categorías que constituyen cada variable y luego se ponderaron

las variables según pesos en función a su importancia dentro del modelo de evaluación (Tabla 13).

	Características	Valoración	Ponderación
Órdenes de suelos	Molisoles	0	0,333
	Alfisoles	2	
	Entisoles	4	
	Inceptisoles	7	
	Complejo Indiferenciado	2	
Limitante principal	Erosión hídrica actuante	10	1
	Susceptible de erosión hídrica	8	
	Salinidad en los primeros 50 cm	7	
	Alcalinidad en los primeros 50 cm	5	
	Drenaje deficiente	4	
	Susceptibilidad de inundación o anegamiento	3	
Erosión hídrica	Severo	10	1
	Moderado	5	
	Ligero	3	
	S/D	0	
Índice de productividad	0-10	8	0,50
	10,1-20	5	
	20,1-30	3	
	30,1-40	2	
	40-52	1	
Capacidades de uso	II	1	0,5
	III	3	
	IV	4	
	V	5	
	VI	8	
	VII	9	

Tabla 13. Evaluación multicriterio del riesgo potencial de degradación de los suelos en el suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel.

A partir de la valoración y ponderación se aplicó una fórmula de evaluación multicriterio para la identificación de las áreas con mayor riesgo potencial de degradación de los suelos. La evaluación consistió en una suma de las valoraciones multiplicadas por su correspondiente ponderación. Se obtuvo como resultado un mapa de riesgo potencial en el que valores elevados de índice ponen en evidencia áreas con mayor riesgo producto de la suma de criterios en condiciones desfavorables.

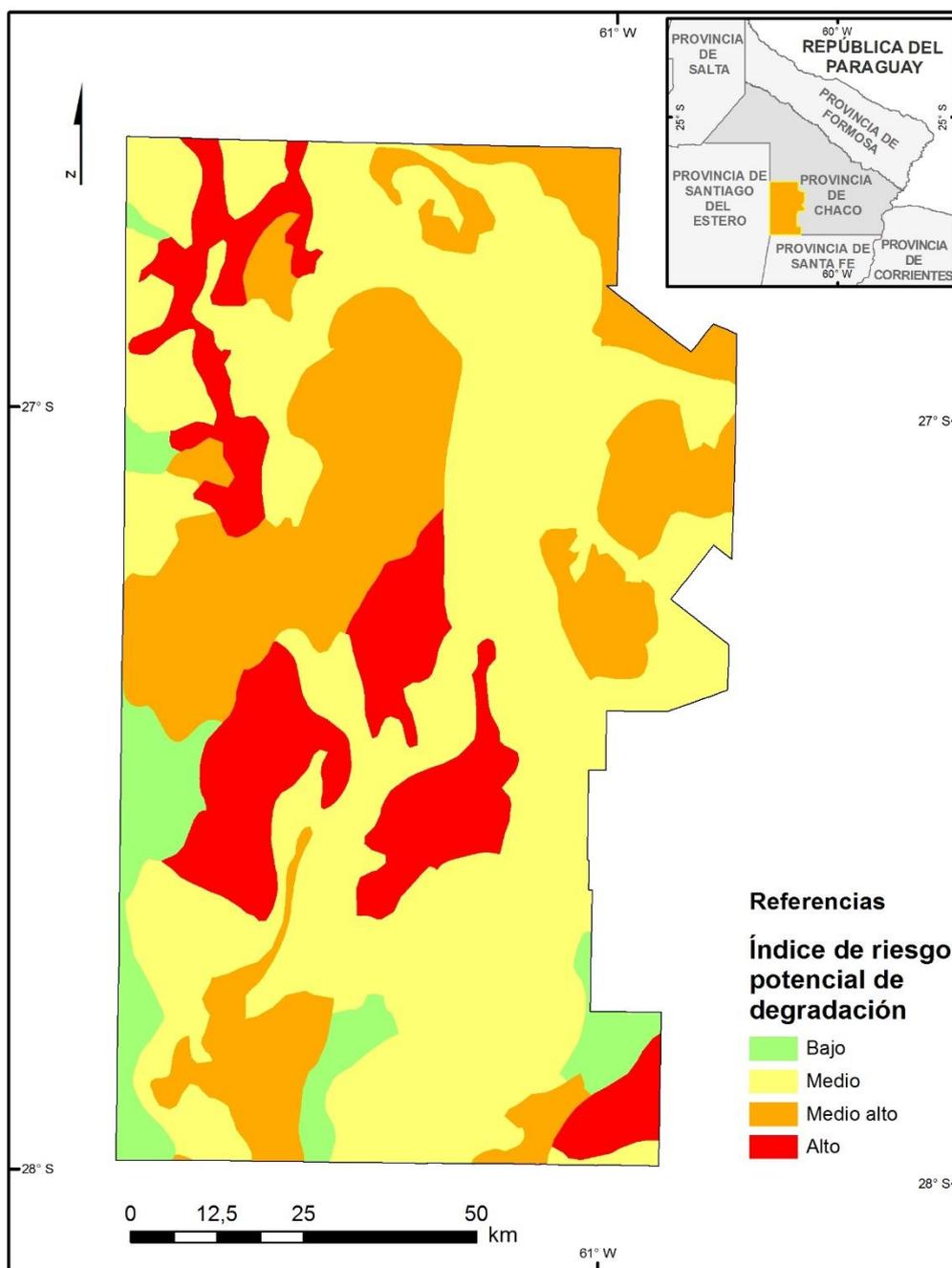


Figura 90. Índice de riesgo potencial de degradación de los suelos en el suroeste chaqueño. Fuente: Insaurralde Juan Ariel.

En la figura 90 se observa que las áreas que presentaron mayores riesgos potenciales de degradación, identificadas como de alto riesgo, se localizaron en el sector centro y sur del área de estudio. Estas ocuparon un total de 174.350 ha. Con la categoría de riesgo medio alto se identificaron suelos localizados en el sector central con un total de 299.334 ha. La categoría de riesgo medio ocupó la mayor superficie respecto de las demás categorías con un total de 601.529 ha

distribuida por gran parte del área. Los suelos con bajo riesgo se localizaron en el sector oeste y sur del área de estudio con un total de 71.416 ha.

2. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL SUROESTE CHAQUEÑO CON LAS COBERTURAS ESPACIALES (1987 Y 2011)

A partir de la información cartográfica de suelos del INTA y junto a la cartografía de coberturas espaciales se aplicaron geoprocesos estadísticos que permitieron recabar información referida a las superficies ocupadas por las coberturas espaciales, tomando como criterio de selección las principales características de los suelos.

Cabe aclarar que debido a los diferentes orígenes de la información cartográfica el análisis geoestadístico por superposición arroja valores que se aproximan a los totales expuestos en la tabla 10. Características como sistema de referencia y proyección, calidad del dato geográfico en el proceso de digitalización, entre otros factores como el tipo de datos a superponer, raster y vectorial, producen las mencionadas diferencias en los valores finales.

En dicho análisis se compararon las coberturas existentes con las características de los suelos para el área de estudio y además se calculó la diferencia absoluta y porcentual que cada cobertura presentó sobre cada característica de suelo. Se analizó la existencia de incremento o disminución de superficie de cada cobertura por cada característica de suelo. Debe entenderse que, de un total de superficie afectada por erosión ligera, por ejemplo, se incrementó o disminuyó un determinado porcentaje que suma o resta al total existente al finalizar el período de análisis (año 2011).

Por otra parte, las coberturas de cuerpos de agua y de áreas húmedas presentan un dinamismo caracterizado por la estacionalidad y la disponibilidad de humedad o agua en el momento de captura de la información. Es por ello que el análisis realizado de las mismas estuvo en función de tales características fortuitas. Por tal motivo no se las analizó de manera minuciosa, no obstante, quedaron plasmadas en las correspondientes tablas.

2.1. Comparación entre las coberturas espaciales y los órdenes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011)

En cuanto a la comparación entre las coberturas y los órdenes de suelos, se observó que la cobertura de cultivos (Tabla 14) presentó en 1987 un total de 104.231 ha, de las cuales 25.289 ha se desarrollaron sobre suelos Alfisoles, 185 ha sobre suelos Entisoles, 7.948 ha sobre suelos Inceptisoles y 70.796 ha sobre suelos Molisoles; mientras que en 2011 (Tabla 15) la superficie que ocupó esta cobertura ascendió a un total de 260.756 ha, distribuidas entre suelos Alfisoles con 65.217 ha, Entisoles con 1.296 ha, Inceptisoles con 19.020 ha y Molisoles con 175.224 ha. Entre 1987 y 2011 la cobertura de cultivos experimentó variaciones según ordenes de suelos (Tabla 16 y 17). Se advirtió que, para esta cobertura, los tipos de suelos que experimentaron mayor aumento en su superficie son los Molisoles, donde se registró un aumento de 67 % (104.428 ha), seguido por suelos Alfisoles con un aumento de 26 % (39.928 ha).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Alfisol	25.289	32.213	170.410	1.469	99.960	48.073	377.416
Complejo Indiferenciado	12	0	0	0	160	25	197
Entisol	185	210	7.294	0	444	12	8.146
Inceptisol	7.948	10.022	41.396	74	15.243	3.950	78.633
Molisol	70.796	78.781	212.535	592	249.661	70.141	682.506
Total	104.231	121.226	431.636	2.135	365.469	122.201	114.6898

Tabla 14. Comparación entre coberturas y órdenes de suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Alfisoles	65.217	88.100	64.822	407	76.029	82.829	377.404
Complejo Indiferenciado	0	37	0	0	86	74	197
Entisoles	1.296	1.259	2.987	0	1.148	1.456	8.146
Inceptisoles	19.020	16.329	16.218	62	6.554	20.451	78.633
Molisoles	175.224	176.557	87.717	469	121.597	120.918	682.481
Total	260.756	282.281	171.743	938	205.413	225.729	1146.861

Tabla 15. Comparación entre coberturas y órdenes de suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Por su parte, la cobertura de suelo desnudo presentó para 1987 (Tabla 14) una superficie total de 121.226 ha, repartidas en suelos Alfisoles con 32.213

ha, Complejo Indiferenciado con 0 ha, Entisoles con 210 ha, Inceptisoles con 10.022 ha y Molisoles con 78.781 ha; mientras que en 2011 (Tabla 15) la superficie ocupada por esta cobertura se mantuvo en 282.281 ha, distribuidas entre suelos Alfisoles con 88.100 ha, Complejos Indiferenciados con 37 ha, Entisoles con 1.259 ha, Inceptisoles con 16.329 ha y Molisoles con 176.557 ha. La diferencia tanto absoluta como porcentual de esta cobertura (Tabla 16 y 17) indicó que los suelos desnudos presentaron en general un aumento en las superficies y que los mismos se produjeron sobre suelos Alfisoles con un 36 % (55.887 ha).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Alfisoles	39.928	55.887	-105.588	-1.062	-23.931	347.56
Complejo Indiferenciado	-12	37	0	0	-74	49
Entisoles	1.111	1.049	-4.307	0	704	1.444
Inceptisoles	11.072	6.307	-25.178	-12	-8.689	16.501
Molisoles	104.428	26	-124.818	-123	-128.064	507.77
Total	156.525	161.055	-259.893	-1.197	-160.056	103.528

Tabla 16. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y órdenes de suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Alfisoles	26	36	-67	-1	-15	22
Complejo Indiferenciado	0	0	0	0	0	0
Entisoles	1	1	-3	0	0	1
Inceptisoles	7	4	-16	0	-6	11
Molisoles	67	0	-80	0	-82	32
Total	100	103	-166	-1	-102	66

Tabla 17. Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y órdenes de suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

La cobertura de bosque nativo presentó en 1987 (Tabla 14) una superficie total de 431.636 ha distribuidas entre suelos Alfisoles con 170.410 ha, Complejos Indiferenciados con 0 ha, Entisoles con 7.294 ha, Inceptisoles con 41.390 ha y Molisoles con 212.535 ha; mientras que en 2011 (Tabla 15) la superficie ocupada por esta cobertura fue de 171.743 ha distribuidas entre suelos Alfisoles con 64.822 ha, Complejos Indiferenciados con 0 ha, Entisoles con 2.987 ha, Inceptisoles con 16.218 ha y Molisoles con 87.717 ha. La diferencia tanto absoluta como porcentual de esta cobertura (Tabla 16 y 17) indicó que el bosque nativo presentó en general un descenso en las superficies y que los mismos se produjeron, principalmente, sobre suelos Molisoles con un 80 % de reducción

(124.818 ha) seguidos por suelos Alfisoles con un 67 % de reducción (105.588 ha).

La cobertura de pastizal presentó en 1987 (Tabla 14) una superficie total de 365.469 ha distribuidas entre los órdenes de suelos Alfisoles con 99.960 ha, Complejos Indiferenciados con 160 ha, Entisoles con 444 ha, Inceptisoles con 15.243 ha y Molisoles con 249.661 ha, mientras que en 2011 (Tabla 15) la superficie ocupada por esta cobertura presentó 205.413 ha, repartidas entre suelos Alfisoles con 76.029 ha, Complejos Indiferenciados con 86 ha, Entisoles con 1.148 ha, Inceptisoles con 6.554 ha, Molisoles 121.597 ha. La diferencia tanto absoluta como porcentual de esta cobertura (Tabla 16 y 17) indicó que los pastizales presentaron en general un descenso en las superficies y que los mismos se produjeron, principalmente, sobre suelos Molisoles con un 82 % de reducción (128.064 ha) seguidos por suelos Alfisoles con un 15 % de reducción (23.931 ha).

2.2. Comparación entre las coberturas espaciales y las limitantes de suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011)

Mediante la comparación entre las coberturas y las limitantes del suelo se observó que la cobertura de cultivos (Tabla 18) presentaba en 1987 un total de 104.231 ha, de las cuales 54.886 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 13.342 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 14.391 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 9.430 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 11.873 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 309 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento; mientras que en 2011 (Tabla 19) la superficie ocupada por esta cobertura ascendió a un total de 260.756 ha, distribuidas entre 127.775 ha de suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 54.504 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 25.265 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 12.318 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 39.989 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 926 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento. Se advirtió que (Tabla 20 y 21) para esta cobertura la variación tanto absoluta como porcentual indicó que

el aumento de la superficie de cultivos lo hizo sobre suelos con erosión hídrica actuante en un 47 % (72.869 ha) seguidos por suelos con susceptibilidad de erosión hídrica en un 26 % (41.162 ha), salinidad en los primeros 50 cm con un 18 % (28.116 ha), drenaje deficiente con 7 % (10.874 ha), sobre suelos con alcalinidad a menos de 50 cm de profundidad con 2 % (2.888 ha) y finalmente sin grandes avances sobre suelos con susceptibilidad de erosión (617 ha).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Erosión hídrica actuante	54.886	66.562	201.908	333	165.881	47.777	537.348
Susceptibilidad de erosión hídrica	13.342	18.341	119.708	741	66.723	18.748	237.602
Drenaje deficiente	14.391	16.477	65.229	876	48.431	27.610	173.015
Alcalinidad en menos de los 50 cm	9.430	5.850	9.059	62	26.264	12.108	62.773
Salinidad en los primeros 50 cm	11.873	13.774	34.731	123	55.800	14.070	130.372
Susceptibilidad de inundación o anegamiento	309	222	1.000	0	2.370	1.888	1141.110
Total	104.231	121.226	431.636	2.135	365.469	122.201	1.744.872

Tabla 18. Comparación entre coberturas y limitantes principales del suelo (1987, en hectáreas).
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Erosión hídrica actuante	127.755	144.442	82.644	444	81.027	101.010	537.323
Susceptibilidad de erosión hídrica	54.504	54.269	47.024	173	38.780	42.853	237.602
Drenaje deficiente	25.265	40.125	25.413	247	38.409	43.544	173.002
Alcalinidad en menos de 50 cm	12.318	13.984	4.974	74	13.219	18.205	62.773
Salinidad en los primeros 50 cm	39.989	29.116	11.441	0	31.658	18.168	130.372
Susceptibilidad de inundación o anegamiento	926	346	247	0	2.320	1.950	5.788
Total	260.756	282.281	171.743	938	205.413	225.729	1.146.860

Tabla 19. Comparación entre coberturas y limitantes principales del suelo (2011, en hectáreas).
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Erosión hídrica actuante	72.869	77.880	-119.264	111	-84.854	53.233
Susceptibilidad de erosión hídrica	41.162	35.928	-72.684	-568	-27.943	24.105
Drenaje deficiente	10.874	23.648	-39.816	-629	-10.022	15.934
Alcalinidad menos 50cm	2.888	8.134	-4.085	12	-13.045	6.097
Salinidad en los primeros 50 cm	28.116	15.342	-23.290	-123	-24.142	4.098
Susceptibilidad de inundación o anegamiento	617	124	-753	0	-50	62
TOTAL	156.526	161.056	-259.892	-1.197	-160.056	103.529

Tabla 20. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y limitantes del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Erosión hídrica actuante	47	50	-76	0	-54	34
Susceptibilidad de erosión hídrica	26	23	-46	0	-18	15
Drenaje deficiente	7	15	-25	0	-6	10
Alcalinidad menos 50cm	2	5	-3	0	-8	4
Salinidad en los primeros 50 cm	18	10	-15	0	-15	3
Susceptibilidad de inundación o anegamiento	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	103	-166	-1	-102	66

Tabla 21 . Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y limitantes del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Por su parte, la cobertura de suelo desnudo (Tabla 18) presentaba en 1987 un total de 121.226 ha, de las cuales 66.562 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 18.341 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 16.477 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 5.850 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 13.774 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 222 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento; mientras que en 2011 (Tabla 19) la superficie ocupada por esta cobertura asciende a un total de 282.281 ha, distribuidas entre 144.442 ha de suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 54.269 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 40.125 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 13.984 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 29.116 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 346 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento. Se observó que (Tabla 20 y 21) para esta cobertura la variación tanto absoluta como porcentual indicó que el aumento de la superficie de cultivos lo hizo sobre suelos con erosión hídrica

actuante en un 50 % (77.880 ha) seguidos por suelos con susceptibilidad de erosión hídrica en un 23 % (35.928 ha), drenaje deficiente con 15 % (23.648 ha), salinidad en los primeros 50 cm con un 10 % (15.342 ha), sobre suelos con alcalinidad a menos de 50 cm de profundidad con 5 % (8.134 ha) y finalmente sin grandes avances sobre suelos con susceptibilidad de erosión (124 ha).

Por su parte, la cobertura de bosque nativo (Tabla 18) presentaba en 1987 un total de 431.636 ha, de las cuales 201.908 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 119.708 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 65.229 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 9.059 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 34.731 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 1.000 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento; mientras que en 2011 (Tabla 19) la superficie ocupada por esta cobertura descendió a un total de 171.743 ha, distribuidas entre 82.644 ha de suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 47.024 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 25.413 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 4.974 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 11.441 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 247 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento. Se observó que (Tabla 20 y 21) para esta cobertura la variación tanto absoluta como porcentual indicó que el descenso de la superficie de bosque nativo lo hizo cediendo suelos con erosión hídrica actuante en un 76 % (119.264 ha) seguidos por suelos con susceptibilidad de erosión hídrica en un 46 % (72.684 ha), drenaje deficiente con 25 % (39.816 ha), salinidad en los primeros 50 cm con un 15 % (23.290 ha), sobre suelos con alcalinidad a menos de 50 cm de profundidad con 3 % (4.085 ha) y finalmente sin grandes pérdidas sobre suelos con susceptibilidad de erosión (753 ha).

La cobertura de pastizal (Tabla 18) presentaba en 1987 un total de 365.469 ha, de las cuales 165.881 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 66.723 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 48.431 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 26.264 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 55.800 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 2.370 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento; mientras que en 2011 (Tabla 19) la superficie

ocupada por esta cobertura descendió a un total de 205.413 ha, distribuidas entre 81.027 ha de suelos con condiciones de erosión hídrica actuante, 38.780 ha sobre suelos con susceptibilidad de erosión hídrica, 38.409 ha sobre suelos con drenaje deficiente, 13.219 ha en suelos con alcalinidad en los primeros 50 cm, 31.658 ha sobre suelos con salinidad en los primeros 50 cm y 2.320 ha sobre suelos susceptibles a inundaciones o anegamiento. Se observó que (Tabla 20 y 21) para esta cobertura la variación tanto absoluta como porcentual indicó que el descenso de la superficie de pastizales lo hizo cediendo suelos con erosión hídrica actuante en un 54 % (84.854 ha) seguidos por suelos con susceptibilidad de erosión hídrica en un 18 % (27.943 ha), salinidad en los primeros 50 cm con un 15 % (24.142 ha), alcalinidad a menos de 50 cm de profundidad con 8 % (13.045 ha), sobre suelos con drenaje deficiente con 6 % (10.022 ha) y finalmente sin grandes pérdidas sobre suelos con susceptibilidad de erosión (50 ha).

2.3. Comparación entre las coberturas espaciales y la erosión hídrica en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011)

Mediante la comparación entre las coberturas y la erosión hídrica superficial de los suelos se observó que la cobertura de cultivos (Tabla 22) presentaba en 1987 un total de 104.231 ha, de las cuales 41.853 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 40.261 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 13.120 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y sobre 8.998 ha no se registraron datos de erosión. En 2011 (Tabla 23) la superficie ocupada por esta cobertura ascendió a un total de 260.756 ha, de las cuales 91.531 ha conformaron suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 103.811 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 42.334 ha sobre sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y 23.080 ha sobre suelos sin datos sobre las condiciones de erosión hídrica. Se advirtió que (Tabla 24 y 25) para esta cobertura y sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera se registró un aumento de 32 % de superficie (49.678 ha), mientras que sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada se registró un aumento de

41 % (63.550 ha) y sobre suelos con erosión hídrica severa se registró un aumento de 19 % (29.214 ha).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Ligera	41.853	56.787	204.833	259	95.715	24.290	423.737
Moderada	40.261	42.445	147.836	1.679	170.756	75.115	478.092
Severa	13.120	16.144	61.526	49	57.737	10.651	159.228
Sin dato	8.998	5.850	17.440	148	41.260	12.145	85.841
Total	104.231	121.226	431.636	2.135	365.469	122.201	1.146.898

Tabla 22. Comparación entre coberturas y la erosión hídrica superficial del suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
Ligera	91.531	117.363	77.485	605	57.836	78.904	423.724
Moderada	103.811	107.008	62.366	272	100.911	103.700	478.068
Severa	42.334	43.420	22.599	49	28.239	22.586	159.228
Sin dato	23.080	14.490	9.294	12	18.427	20.538	85.841
Total	260.756	282.281	171.743	938	205.413	225.729	1.146.861

Tabla 23. Comparación entre coberturas y la erosión hídrica superficial del suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Ligera	49.678	60.576	-127.348	346	-37.879	54.614
Moderada	63.550	64.563	-85.470	-1.407	-69.845	28.585
Severa	29.214	27.276	-38.927	0	-29.498	11.935
Sin dato	14.082	8.640	-8.146	-136	-22.833	8.393
TOTAL	156.525	161.055	-259.893	-1.197	-160.056	103.528

Tabla 24. Diferencia absoluta entre la comparación de las coberturas y la erosión hídrica del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
Ligera	32	39	-81	0	-24	35
Moderada	41	41	-55	-1	-45	18
Severa	19	17	-25	0	-19	8
Sin dato	9	6	-5	0	-15	5
TOTAL	100	103	-166	-1	-102	66

Tabla 25. Diferencia porcentual entre la comparación de las coberturas y la erosión hídrica del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

La cobertura de suelo desnudo (Tabla 22) presentaba en 1987 un total de 121.226 ha, de las cuales 56.787 ha se desarrollaron sobre suelos con

condiciones de erosión hídrica ligera, 42.445 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 16.144 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y sobre 5.850 ha no se registraron datos de erosión. En 2011 (Tabla 23) la superficie ocupada por esta cobertura ascendió a un total de 282.281 ha, de las cuales 117.363 ha conformaron suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 107.008 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 43.420 ha sobre sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y 14.490 ha sobre suelos sin datos sobre las condiciones de erosión hídrica. Se advirtió que (Tabla 24 y 25) para esta cobertura y sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera se registró un aumento de 39 % de superficie (60.576 ha), mientras que sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada se registró un aumento de 41 % (64.563 ha) y sobre suelos con erosión hídrica severa se registró un aumento de 17 % (27.276 ha).

La cobertura de bosque nativo (Tabla 22) presentaba en 1987 un total de 431.636 ha, de las cuales 204.833 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 147.836 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 61.526 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y sobre 17.440 ha no se registraron datos de erosión. En 2011 (Tabla 23) la superficie ocupada por esta cobertura descendió a un total de 171.743 ha, de las cuales 77.485 ha conformaron suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 62.366 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 22.599 ha sobre sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y 9.294 ha sobre suelos sin datos sobre las condiciones de erosión hídrica. Se advirtió que (Tabla 24 y 25) para esta cobertura y sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera se registró un descenso de 81 % de superficie (127.348 ha), mientras que sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada se registró un descenso de 55 % (85.470 ha) y sobre suelos con erosión hídrica severa se registró un descenso de 25 % (38.927 ha).

La cobertura de pastizal (Tabla 22) presentaba en 1987 un total de 365.469 ha, de las cuales 95.715 ha se desarrollaron sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 170.756 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 57.737 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y sobre 41.260 ha no se registraron datos de erosión. En 2011

(Tabla 23) la superficie ocupada por esta cobertura descendió a un total de 205.413 ha, de las cuales 57.836 ha conformaron suelos con condiciones de erosión hídrica ligera, 100.911 ha sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada, 28.239 ha sobre sobre suelos con condiciones de erosión hídrica severa y 18.427 sobre suelos sin datos sobre las condiciones de erosión hídrica. Se advirtió que (Tabla 24 y 25) para esta cobertura y sobre suelos con condiciones de erosión hídrica ligera se registró un descenso de 24 % de superficie (37.879 ha), mientras que sobre suelos con condiciones de erosión hídrica moderada se registró un descenso de 45 % (69.845 ha) y sobre suelos con erosión hídrica severa se registró un descenso de 19 % (29.498 ha).

2.4. Comparación entre las coberturas espaciales y las capacidades de uso de los suelos en el suroeste de la provincia de Chaco (1987 - 2011)

Mediante la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso de los suelo se observó que la cobertura de cultivos (Tabla 26) presentaba en 1987 un total de 104.231 ha, de las cuales 19.118 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 46.222 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 34.336 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 3.049 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 1.493 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 12 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. En 2011 (Tabla 27) la superficie ocupada por esta cobertura ascendió a un total de 260.756 ha, de las cuales 28.881 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 109.785 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 117.511 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 2.715 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 1.864 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 0 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. Se observó (Tabla 28 y 29) que para esta cobertura y sobre suelos con capacidades de uso II existió un aumento del orden del 6 % (9.763 ha), mientras que sobre suelos con capacidades de uso III un aumento de 41 % (63.563 ha), sobre suelos con capacidades de uso IV un aumento de 53 % (83.175 ha), sobre suelos con capacidades de uso V, VI y VII no se observó un incremento o disminución en las superficies existentes.

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
II	19.118	23.204	18.526	741	51.258	22.537	135.383
III	46.222	56.873	217.114	457	157.402	48.530	526.598
IV	34.336	39.619	194.034	160	132.816	25.586	426.551
V	3.049	938	1.950	778	14.811	16.983	38.508
VI	1.493	592	12	0	9.022	8.541	19.661
VII	12	0	0	0	160	25	197
Total	104.231	121.226	431.636	2.135	365.469	122.201	1.146.898

Tabla 26. Comparación entre coberturas y capacidades de uso suelo (1987, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda	Total
II	28.881	45.975	9.146	370	19.377	31.633	135.383
III	109.785	128.545	91.123	321	96.838	99.948	526.561
IV	117.511	101.800	70.141	222	68.722	68.154	426.551
V	2.715	3.974	1.135	25	12.713	17.946	38.508
VI	1.864	1.950	197	0	7.677	7.973	19.661
VII	0	37	0	0	86	74	197
Total	260.756	282.281	171.743	938	205.413	225.729	1.146.861

Tabla 27. Comparación entre coberturas y capacidades de uso suelo (2011, en hectáreas). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
II	9.763	22.771	-9.380	-371	-31.881	9.096
III	63.563	71.672	-125.991	-136	-60.564	51.418
IV	83.175	62.181	-123.893	62	-64.094	42.568
V	-334	3.036	-815	-753	-2.098	963
VI	371	1.358	185	0	-1.345	-568
VII	-12	37	0	0	-74	49
TOTAL	156.526	161.055	-259.894	-1.198	-160.056	103.526

Tabla 28. Diferencia absoluta de la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

	Cultivo	Suelo desnudo	Bosque nativo	Cuerpo de agua	Pastizal	Área húmeda
II	6	15	-6	0	-20	6
III	41	46	-80	0	-39	33
IV	53	40	-79	0	-41	27
V	0	2	-1	0	-1	1
VI	0	1	0	0	-1	0
VII	0	0	0	0	0	0
TOTAL	100	103	-166	-1	-102	66

Tabla 29. Diferencia porcentual de la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso del suelo (1987-2011). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

La cobertura de suelo desnudo (Tabla 26) presentaba en 1987 un total de 121.226 ha, de las cuales 23.204 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 56.873 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 39.619 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 938 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 592 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 0 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. En 2011 (Tabla 27) la superficie

ocupada por esta cobertura ascendió a un total de 282.281 ha, de las cuales 45.975 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 128.545 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 101.800 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 3.974 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 1.950 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 37 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. Se observó (Tabla 28 y 29) que para esta cobertura y sobre suelos con capacidades de uso II existió un aumento del orden del 15 % (22.771 ha), mientras que sobre suelos con capacidades de uso III un aumento de 46 % (71.672 ha), sobre suelos con capacidades de uso IV un aumento de 40 % (62.181 ha), sobre suelos con capacidades de uso V un aumento de 2 % (3.036 ha), sobre suelos con capacidades de uso VI un aumento de 1 % (1.358 ha) y sobre suelos con capacidades de uso VII se observó un leve incremento de 37 ha.

La cobertura de bosque nativo (Tabla 26) presentaba en 1987 un total de 431.636 ha, de las cuales 18.526 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 217.114 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 194.034 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 1.950 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 12 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 0 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. En 2011 (Tabla 27) la superficie ocupada por esta cobertura descendió a un total de 171.743 ha, de las cuales 9.146 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 91.123 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 70.141 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 1.135 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 197 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 0 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. Se observó (Tabla 28 y 29) que para esta cobertura y sobre suelos con capacidades de uso II existió un descenso del orden del 6 % (9.380 ha), mientras que sobre suelos con capacidades de uso III un descenso de 80 % (125.991 ha), sobre suelos con capacidades de uso IV un descenso de 79 % (123.893 ha), sobre suelos con capacidades de uso V un descenso de 1 % (815 ha), sobre suelos con capacidades de uso VI un aumento de 185 ha y sobre suelos con capacidades de uso VII no se observaron incrementos o disminuciones de las superficies existentes de 37 ha.

La cobertura de pastizal (Tabla 26) presentaba en 1987 un total de 365.469 ha, de las cuales 51.258 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 157.402 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 132.816 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 14.811 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 9.022 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 160 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. En 2011 (Tabla 27) la superficie ocupada por esta cobertura descendió a un total de 205.413 ha, de las cuales 19.377 ha se desarrollaron sobre suelos con capacidades de uso II, 96.338 ha sobre suelos con capacidades de uso III, 68.722 ha sobre suelos con capacidades de uso IV, 12.713 ha sobre suelos con capacidades de uso V, 7.677 ha sobre suelos con capacidades de uso VI y 86 ha sobre suelos con capacidades de uso VII. Se observó (Tabla 28 y 29) que para esta cobertura y sobre suelos con capacidades de uso II existió un descenso del orden del 20 % (31.881 ha), mientras que sobre suelos con capacidades de uso III un descenso de 39 % (60.564 ha), sobre suelos con capacidades de uso IV un descenso de 41 % (64.094 ha), sobre suelos con capacidades de uso V un descenso de 1 % (2.098 ha), sobre suelos con capacidades de uso VI un descenso de 1 % (1.345 ha) y sobre suelos con capacidades de uso VII un disminución de 74 ha.

CAPÍTULO VIII:

LA REDUCCIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES EN RELACIÓN CON LAS TRANSFORMACIONES TERRITORIALES Y EL AVANCE AGRÍCOLA EN EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DE CHACO

El avance de la frontera agropecuaria en el suroeste de la provincia de Chaco supone la transformación de las coberturas existentes a lo largo de 24 años de observación y también la modificación de la estructura espacial de las coberturas naturales tales como el bosque nativo o los pastizales. En el presente capítulo se analizaron los procesos de transformación y fragmentación de las principales coberturas naturales y antropogénicas que inciden en la degradación ambiental del suroeste chaqueño

1. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA ANTROPOGÉNICA CULTIVOS ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO

La cobertura espacial de cultivo presentó comportamientos basados en caracteres antropogénicos debido a que su existencia se configuró en función de las actividades que el ser humano realizó a través de la intervención en el territorio y generó modificaciones o transformaciones espaciales, las cuales fueron analizadas en el capítulo VI. Esta cobertura presentó una dinámica particular y con el fin de comprender el estado estructural, como su fracturación se la analizó bajo la óptica del estudio del paisaje, haciendo hincapié en el estado de conectividad, densidad y fracturación.

De este modo, esta cobertura presentó para el año 1987 un estado de conectividad tal como se puede observar en la figura 91. Si bien la misma se halló dispersa por toda el área de estudio las mayores conectividades se produjeron en el interior de cada segmento de cultivos. Situación similar es la que se pudo observar en la densidad de esta cobertura (Figura 92), en donde mientras más grande y homogéneo es el bloque de cultivos mayor es la densidad que estos presentan. En cambio para 2011 se observó claramente un aumento en los tamaños de las parcelas de cultivos, generando que las mismas presenten mayores valores de conectividad (Figura 93) y densidad (Figura 94). En general se advirtió que la cobertura de cultivos evolucionó hacia un aglomerado de parcelas rurales de grandes extensiones fuertemente contactadas y con elevada densidad, particularmente sobre el sector centro este del área de estudio.

En lo que respecta a la fragmentación para la cubierta de cultivos en 1987 (Figura 95) se observó que la superficie de núcleos de cultivos cubría un total de 9.005 ha (Tabla 30), estas se encontraban dispersas por toda el área de estudio sin conformar un mosaico homogéneo y continuo. Por el contrario, los parches que engloban o contienen las áreas de núcleo presentan una mayor distribución espacial sobre toda el área de estudio con un total de 170.464 ha y un área de borde de 31.317 ha (Tabla 30). Para el año 2011 (Figura 96) la situación para esta cobertura se modificó, con un aumento en las superficies de cultivos y en particular de áreas de núcleos con un total de 53.954 ha, mientras que las

superficies de parches también aumentó a 265.675 ha y la superficie de bordes aumentó a 155.020 ha (Tabla 31).

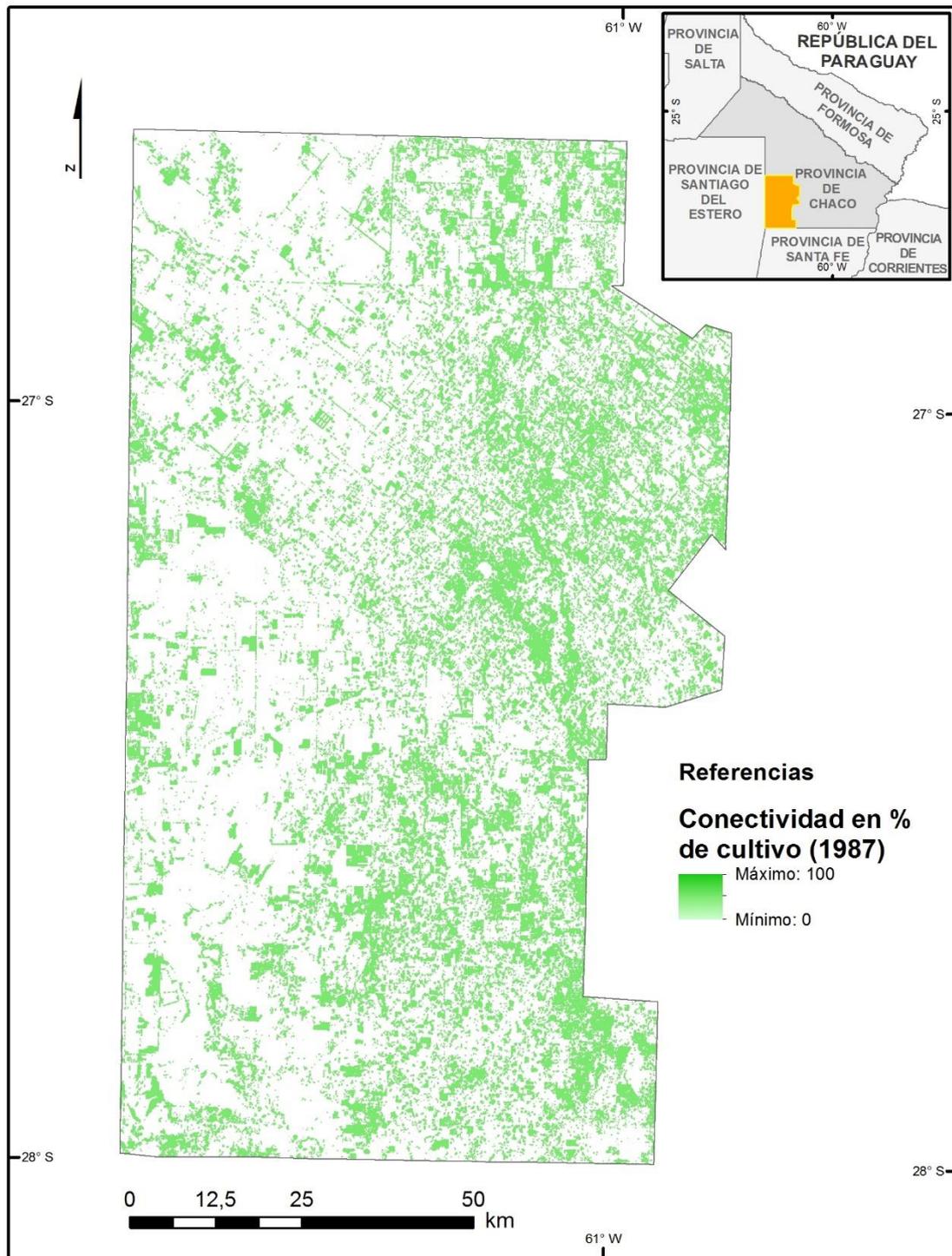


Figura 91. Conectividad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

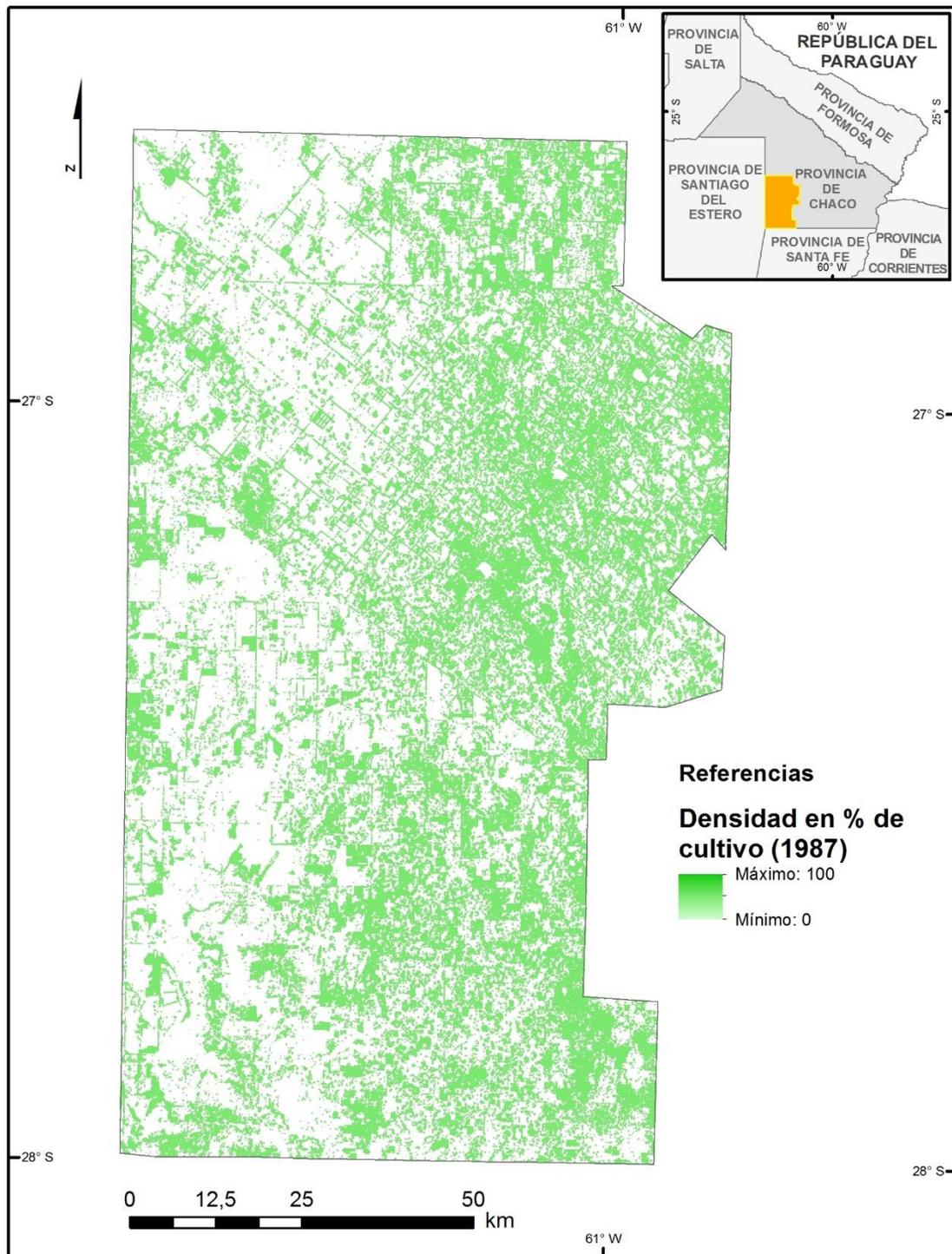


Figura 92. Densidad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

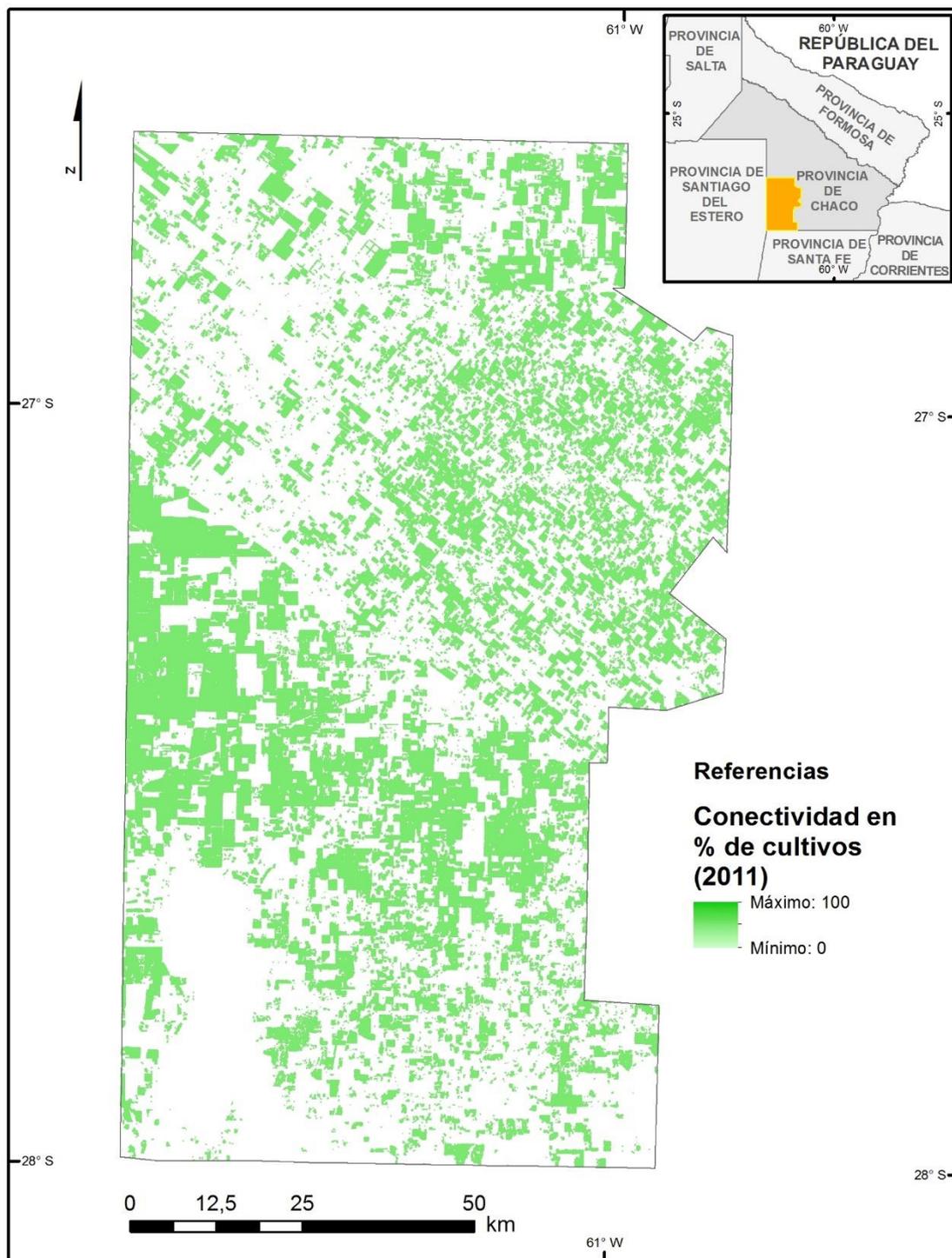


Figura 93. Conectividad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

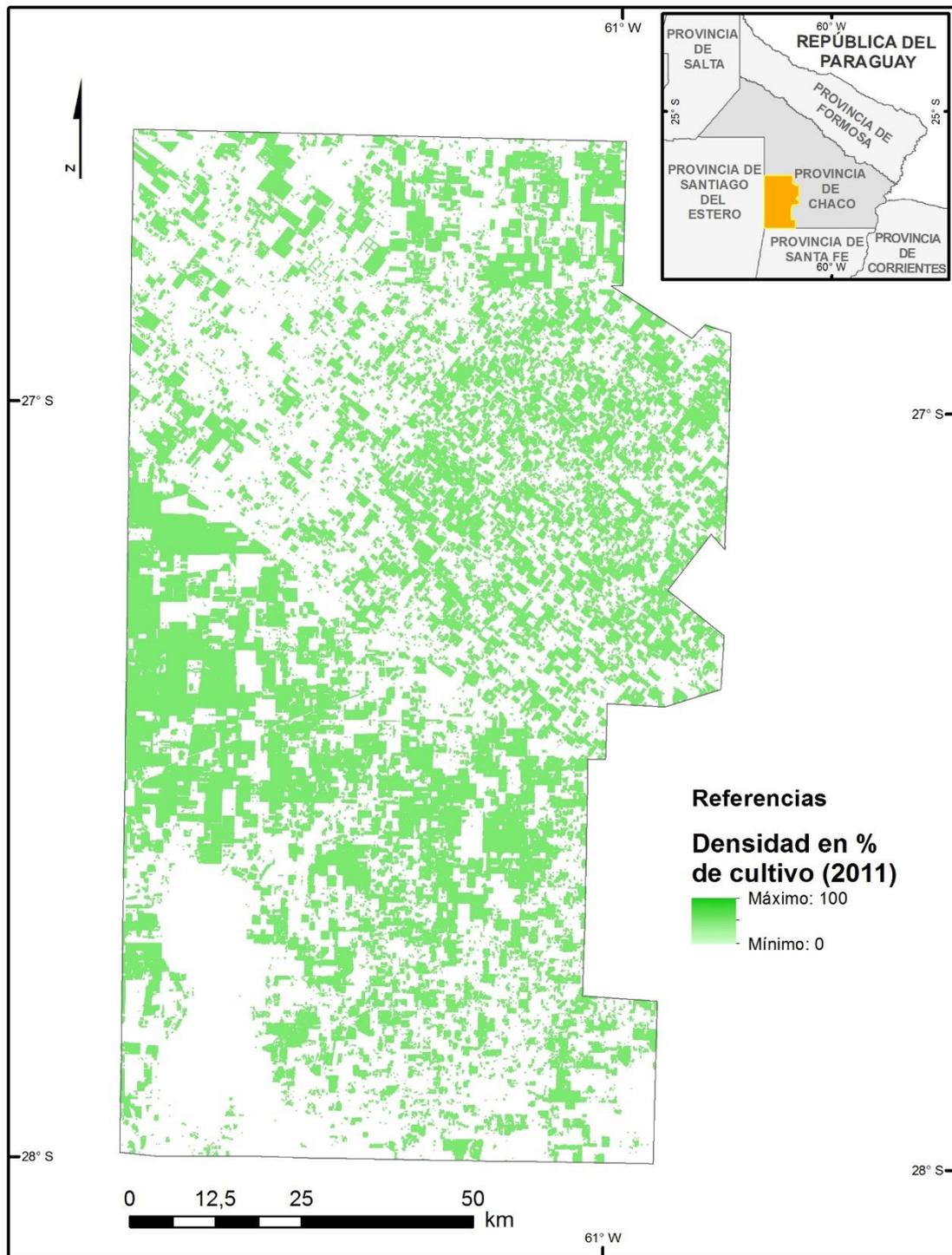


Figura 94. Densidad en porcentaje de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

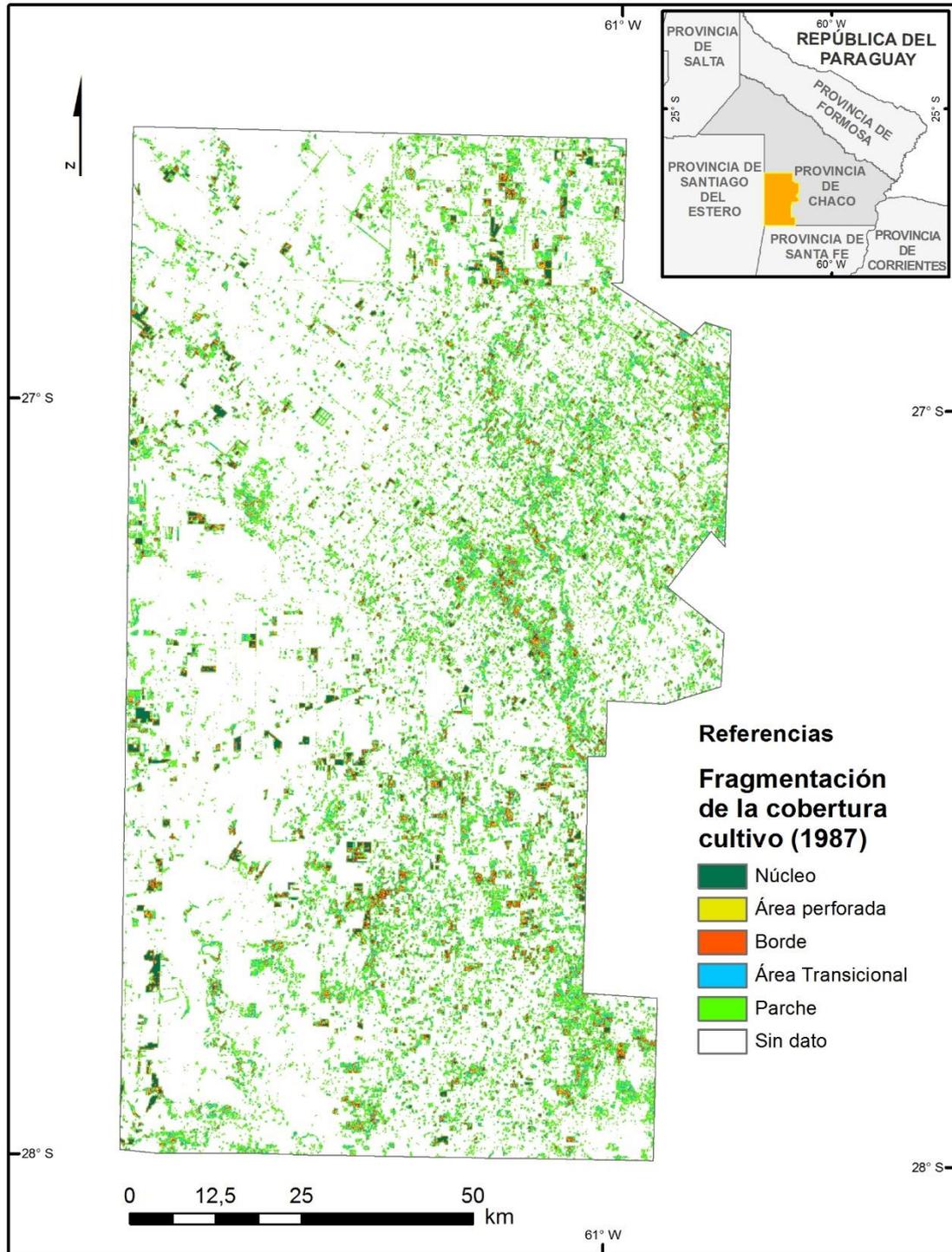


Figura 95. Fragmentación de la cubierta de cultivos para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

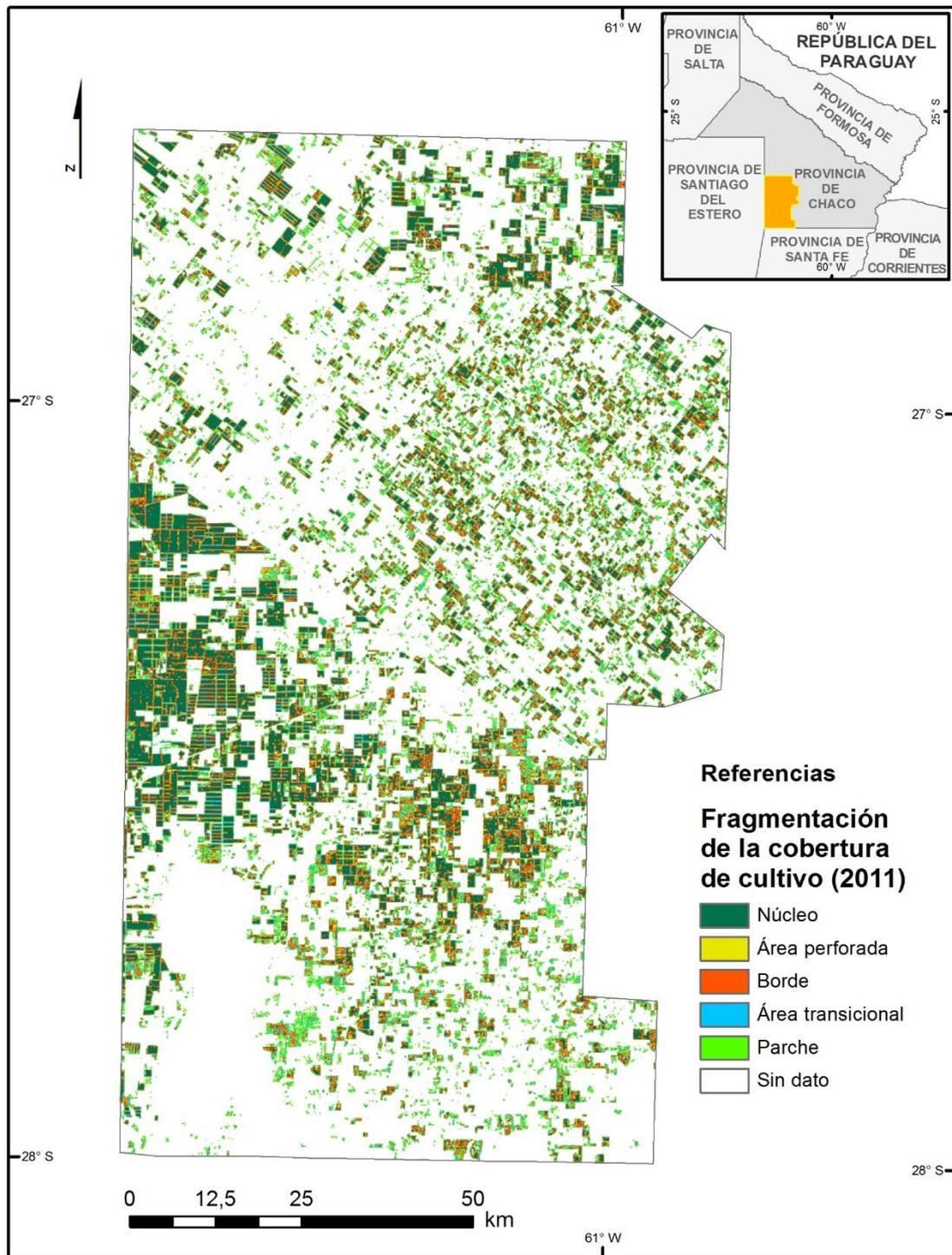


Figura 96. Fragmentación de la cubierta de cultivos para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	9.005	0,7
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	9.328	0,7
Borde	31.317	2,3
Transicional	43.777	3,3
Parche	170.464	12,7
Resto de la superficie	1.086.748	80,4

Tabla 30. Fragmentación de la cobertura de cultivo 1987

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	53.954	7,0
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	66.010	1,3
Borde	155.020	8,1
Transicional	126.925	4,9
Parche	265.675	8,5
Resto de la superficie	683.054	70,3

Tabla 31. Fragmentación de la cobertura cultivo 2011

2. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA NATURAL DE BOSQUE NATIVO ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO

La cubierta de bosque nativo fue la de mayor interés en el análisis, dado que conformó el hábitat natural para una variedad de especies vegetales y animales y en definitiva porque constituyó un sistema complejo bajo un determinado equilibrio natural. Se trató de una cobertura natural que ha sido reducida debido al accionar antropogénico, precisamente, disminuyó en su superficie durante el proceso de avance de la frontera agropecuaria, la cual bajo una necesidad económica desmontó áreas de bosques nativos que pasaron a constituir superficies agrícolas, estas variaciones han sido analizadas en el capítulo VI.

Para el año 1987, esta cobertura mostró un estado de conectividad tal como se puede observar en la figura 97. La misma presentó un importante agrupamiento en el sector centro y norte del área de estudio, esto dio como

resultado que la conectividad sea mayor mientras más grandes son los núcleos y más agrupados se presenten entre sí. Situación similar es la que se pudo observar en la densidad de esta cobertura (Figura 99), en donde mientras más grande y homogéneo es el bloque bosques nativos mayor es la densidad que presenta. En cambio para el año 2011 se observó una notoria disminución en las superficies ocupadas por bosque nativo y además en los tamaños de los núcleos y parches que se conformaron, así la conectividad para esta cobertura disminuyó y solo presentó valores elevados donde las masas de bosque nativos se hallaron agrupadas en grandes extensiones (Figura 98) como se pudo observar en el sector noroeste del área de estudio. Por su parte, las áreas de mayor densidad (Figura 100) coinciden con las de mayor conectividad, dado que mientras más agrupadas se encuentren los núcleos de bosque nativo, mayor será el valor de densidad y conectividad. En general se advirtió que la cobertura de bosques nativos evolucionó hacia un aglomerado de parcelas rurales de menores extensiones en relación con el año 1987 débilmente contactadas y con baja densidad, salvo casos particulares en donde el agrupamiento de las mismas lo permitió.

En lo que respecta a la fragmentación para la cubierta de bosque nativo en 1987 (Figura 101) se pudo observar que la superficie de núcleos de bosques nativos cubría un total de 210.874 ha (Tabla 32) las cuales se encontraron agrupadas en el sector centro norte del área de estudio, conformando un mosaico homogéneo y continuo sobre el espacio. Por el contrario, los parches que engloban o contienen las áreas de núcleo presentan una menor distribución espacial sobre toda el área de estudio con un total de 114.924 ha y un área de borde de 156.430 ha (Tabla 32). Para el año 2011 (Figura 102Figura 96) la situación para esta cobertura se modificó, con una importante reducción las superficies de bosque nativo y en particular de áreas de núcleos con un total de 45.714 ha, mientras que las superficies de parches también disminuyeron, aunque levemente a 112.294 ha y la superficie de bordes disminuyó a 74.991ha (Tabla 33).

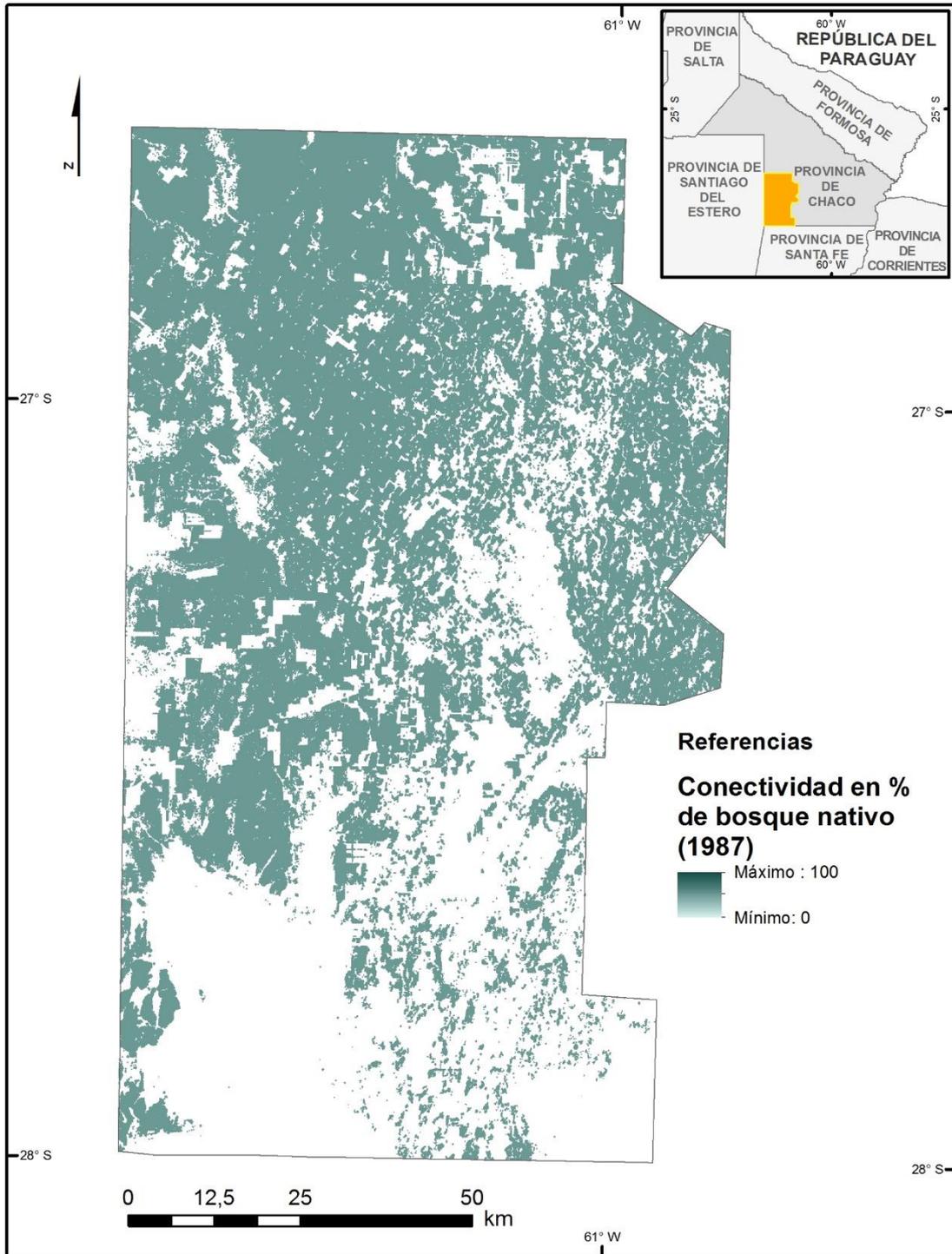


Figura 97. Conectividad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

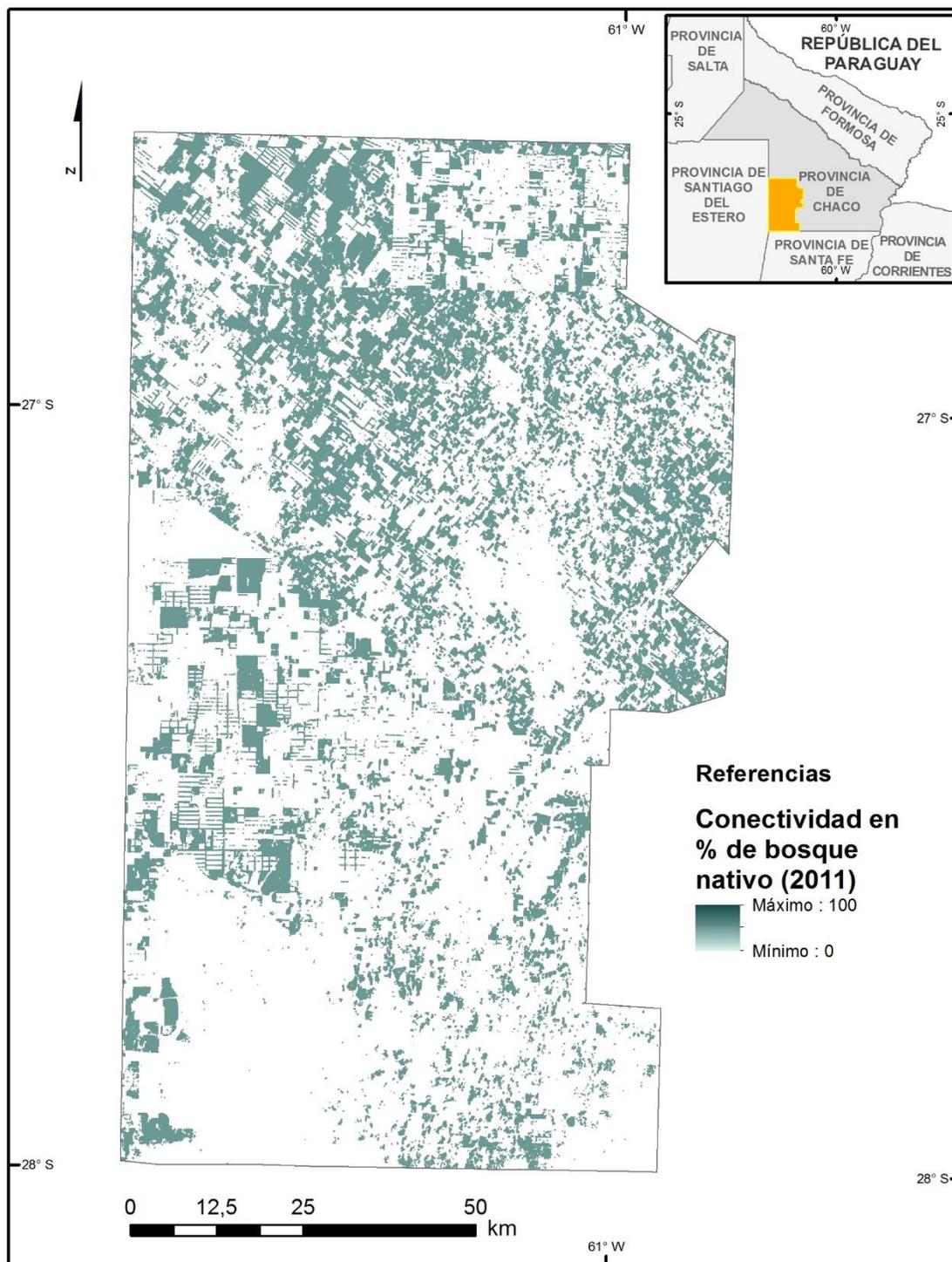


Figura 98. Conectividad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

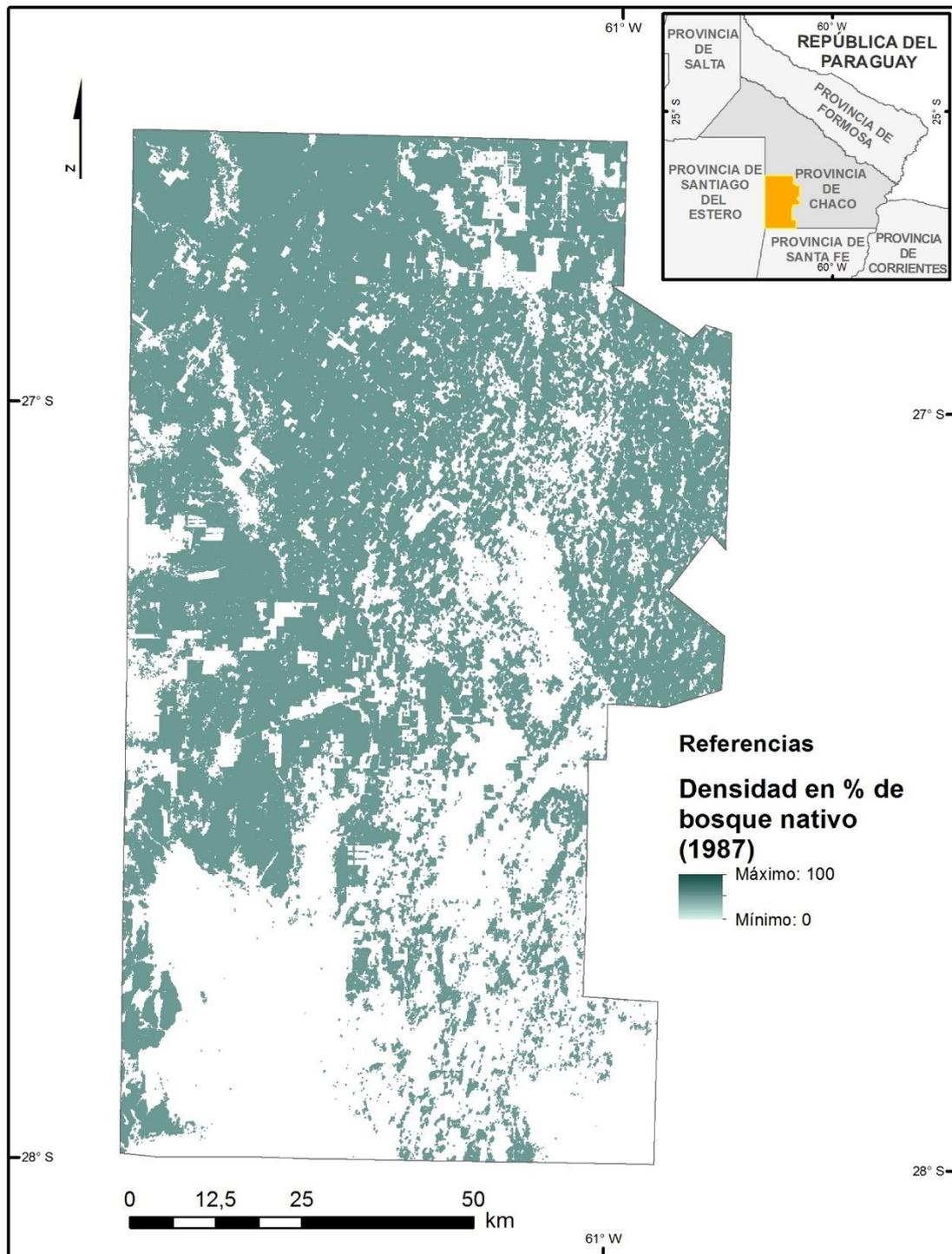


Figura 99. Densidad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

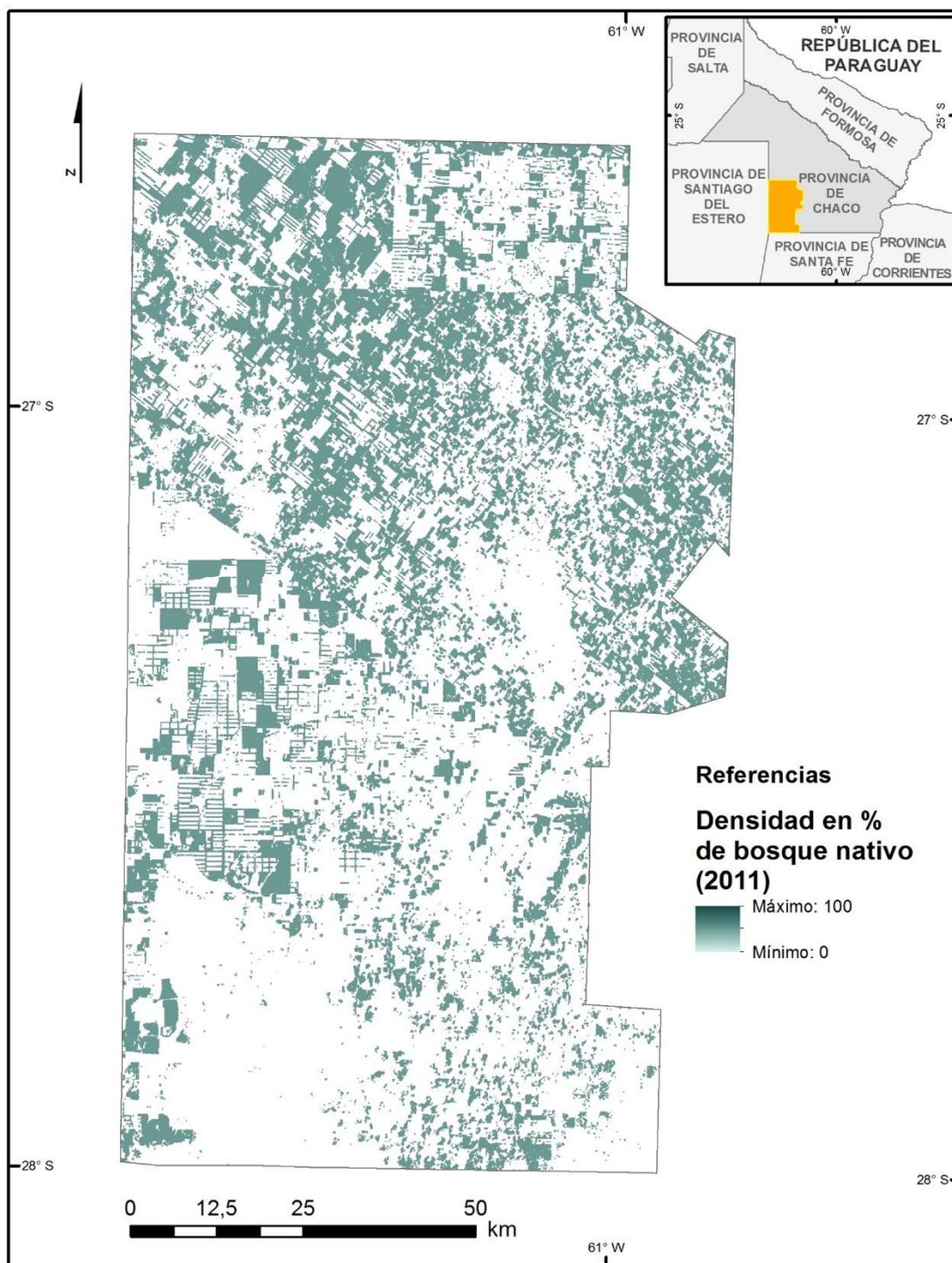


Figura 100. Densidad en porcentaje de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

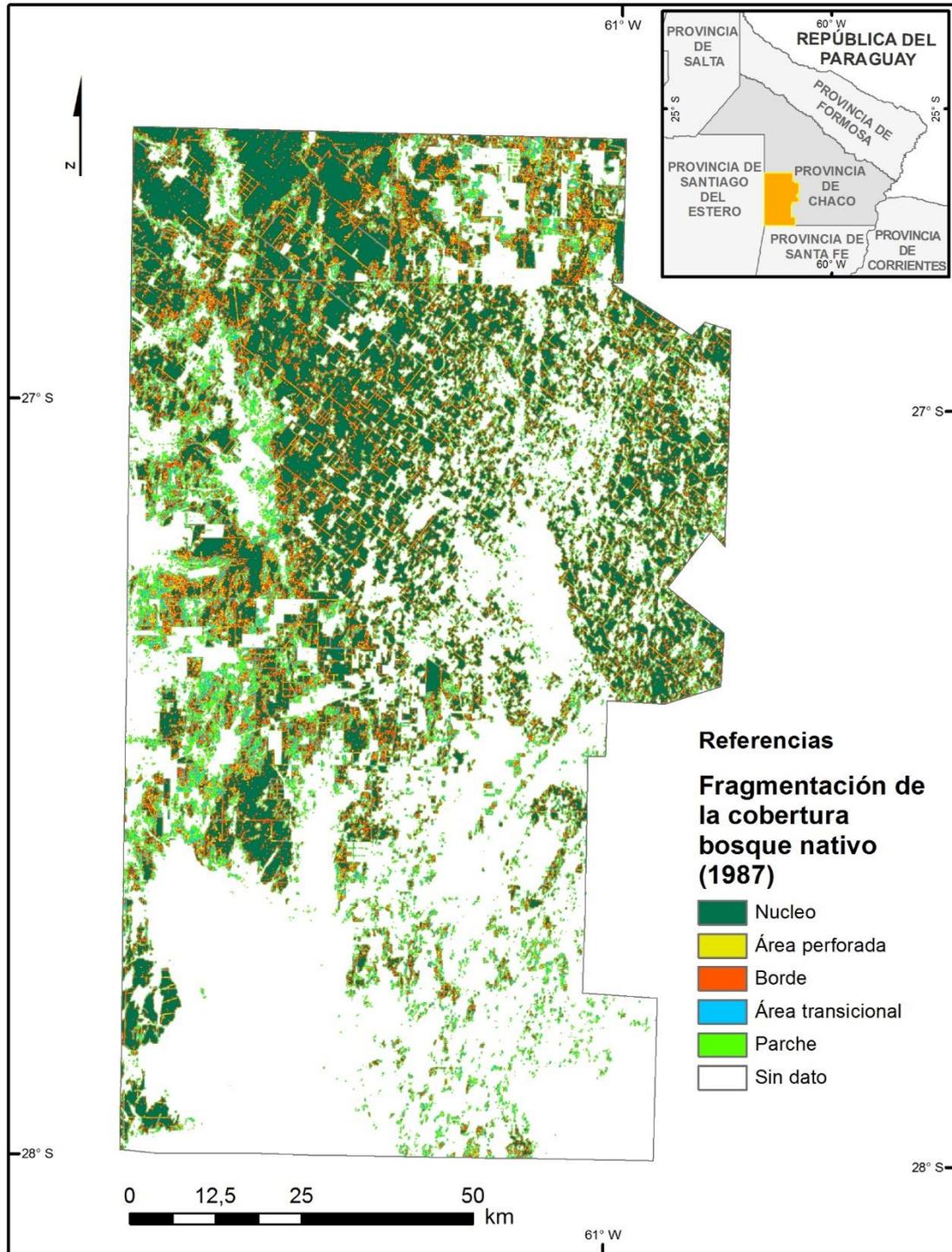


Figura 101. Fragmentación de la cubierta de bosque nativo para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

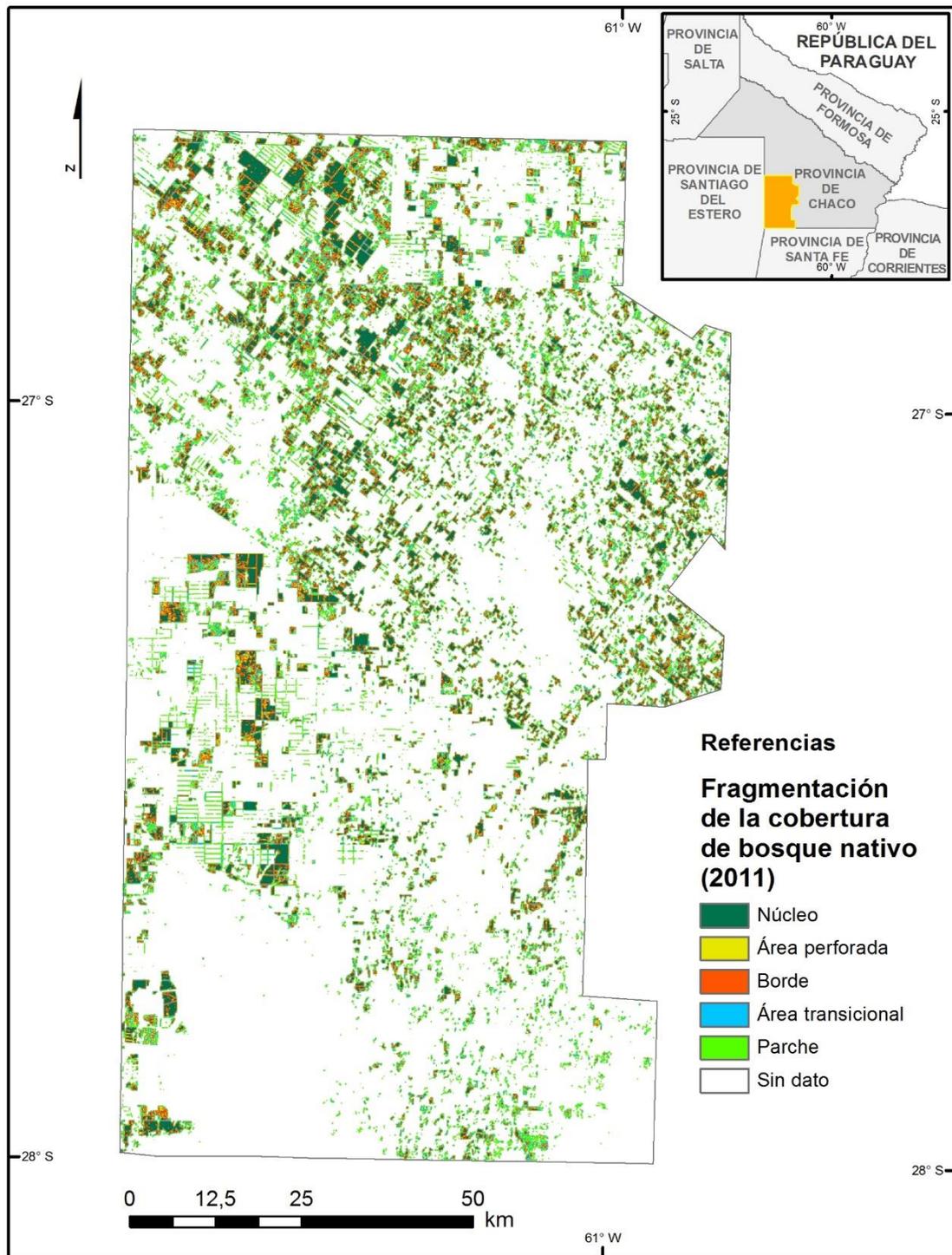


Figura 102. Fragmentación de la cubierta de bosque nativo para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	210.874	15,6
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	28.425	2,2
Borde	156.430	11,5
Transicional	72.313	5,4
Parche	114.924	8,5
Resto de la superficie	767.671	56,8

Tabla 32. Fragmentación de la cobertura de bosque nativo en 1987.

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	45.714	3,4
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	11.787	0,9
Borde	74.991	5,5
Transicional	51.439	3,8
Parche	112.294	8,3
Resto de la superficie	1.054.412	78,0

Tabla 33. Fragmentación de la cobertura de bosque nativo en 2011.

3. EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA NATURAL DE PASTIZAL ENTRE 1987 Y 2011 EN EL SUROESTE CHAQUEÑO

La cubierta de pastizal presentó la particularidad de asumir una distribución homogénea sobre el área de estudio, aunque con mayor presencia en el sector sur de la misma. Al igual que la cobertura de bosque nativo, esta ha sido reducida debido al accionar antropogénico durante el proceso de avance de la frontera agropecuaria.

Para el año 1987, esta cobertura mostró un estado de conectividad tal como se puede observar en la figura 103. La misma presentó moderado agrupamiento en el sector sur y oeste del área de estudio, aunque también se la pudo hallar en el resto del área. Los sectores con mayor conectividad se localizaron preferentemente en el sur oeste y centro oeste del área de estudio. A las mismas se las puede relacionar con áreas deprimidas como los bajos de Chorotis. Situación similar es la que se observó en la densidad de esta cobertura

para el mismo año (Figura 105), en donde mientras más grandes y homogéneos son los bloques de pastizales, mayor es la densidad que presenta, tal como se mencionara anteriormente, las áreas con mayor densidad se localizan en el suroeste y centro oeste del área de estudio, en coincidencia con la conectividad de esta cubierta.

Para el año 2011 se observó una notoria disminución en las superficies ocupadas por pastizales y además en los tamaños de los núcleos y parches que se conformaron, así la conectividad para esta cobertura disminuyó y solo presentó valores elevados donde las mismas se hallaron agrupadas en grandes extensiones (Figura 104) como se pudo observar, principalmente, en el sector sur oeste del área de estudio. Por su parte las áreas de mayor densidad (Figura 106) coinciden con las de mayor conectividad, dado que mientras más agrupadas se encuentren los núcleos de pastizales, mayor será el valor de densidad y conectividad.

En lo que respecta a la fragmentación para esta cubierta en 1987 (Figura 107) se pudo observar que la superficie de núcleos de pastizales cubría un total de 53.954 ha (Tabla 34) las cuales se encontraron agrupadas en el sector suroeste y oeste del área de estudio, conformando un mosaico disperso si solo se consideran las áreas de núcleos y a su vez sin conexión entre ellas. Por el contrario, los parches que engloban o contienen las áreas de núcleo, presentan una gran distribución espacial sobre toda el área de estudio con un total de 265.675 ha y un área de borde de 155.020 ha (Tabla 34). Se observó que las áreas de parche se encontraron distribuidas homogéneamente por toda el área de estudio, a diferencia de los mencionados núcleos de pastizales.

Para el año 2011 (Figura 108) la situación para esta cobertura se modificó, con una importante reducción las superficies de pastizales y en particular de áreas de núcleos con un total de 11.526 ha, mientras que las superficies de parches aumentaron a 290.325 ha y la superficie de bordes disminuyeron a 57.391 ha (Tabla 35).

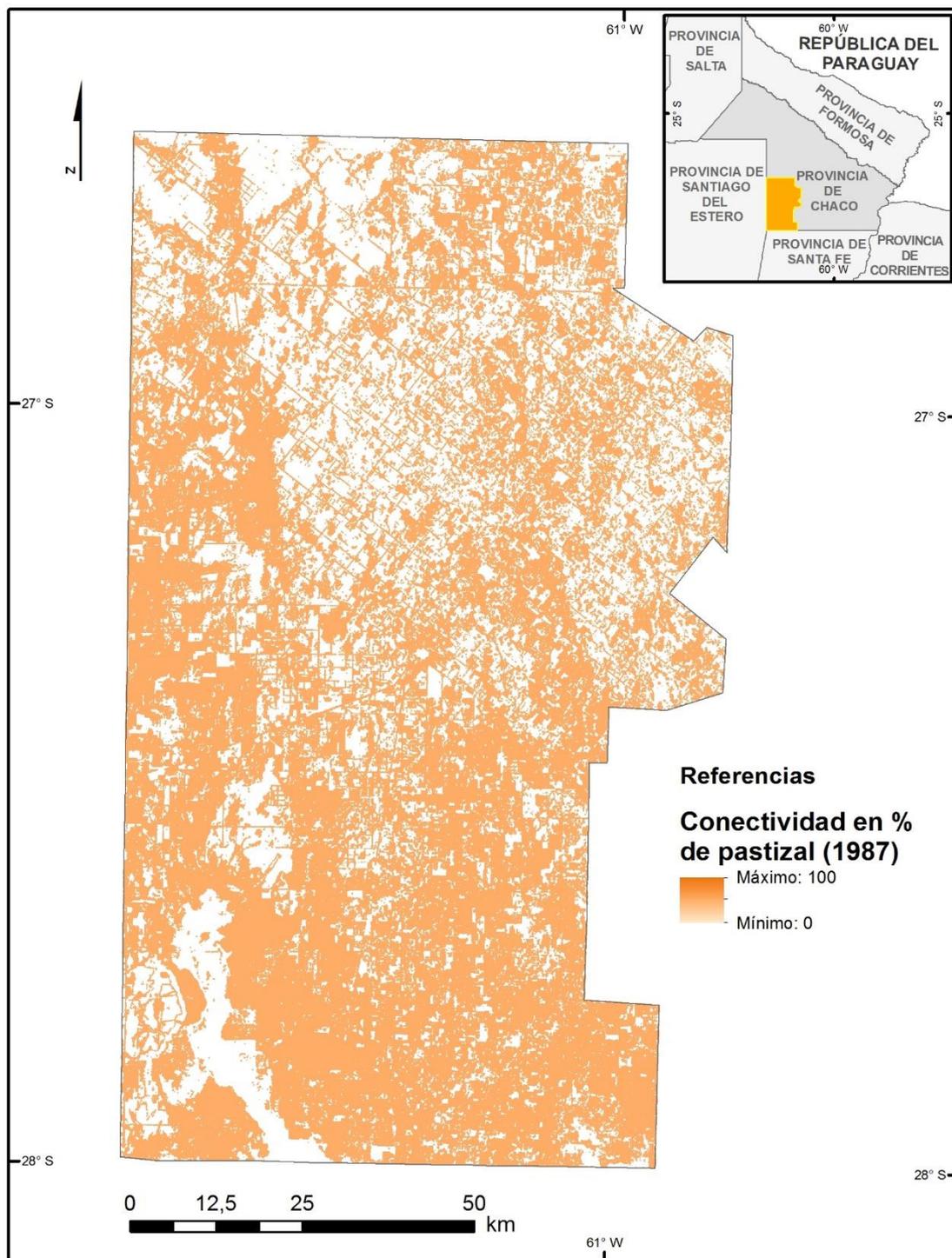


Figura 103. Conectividad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

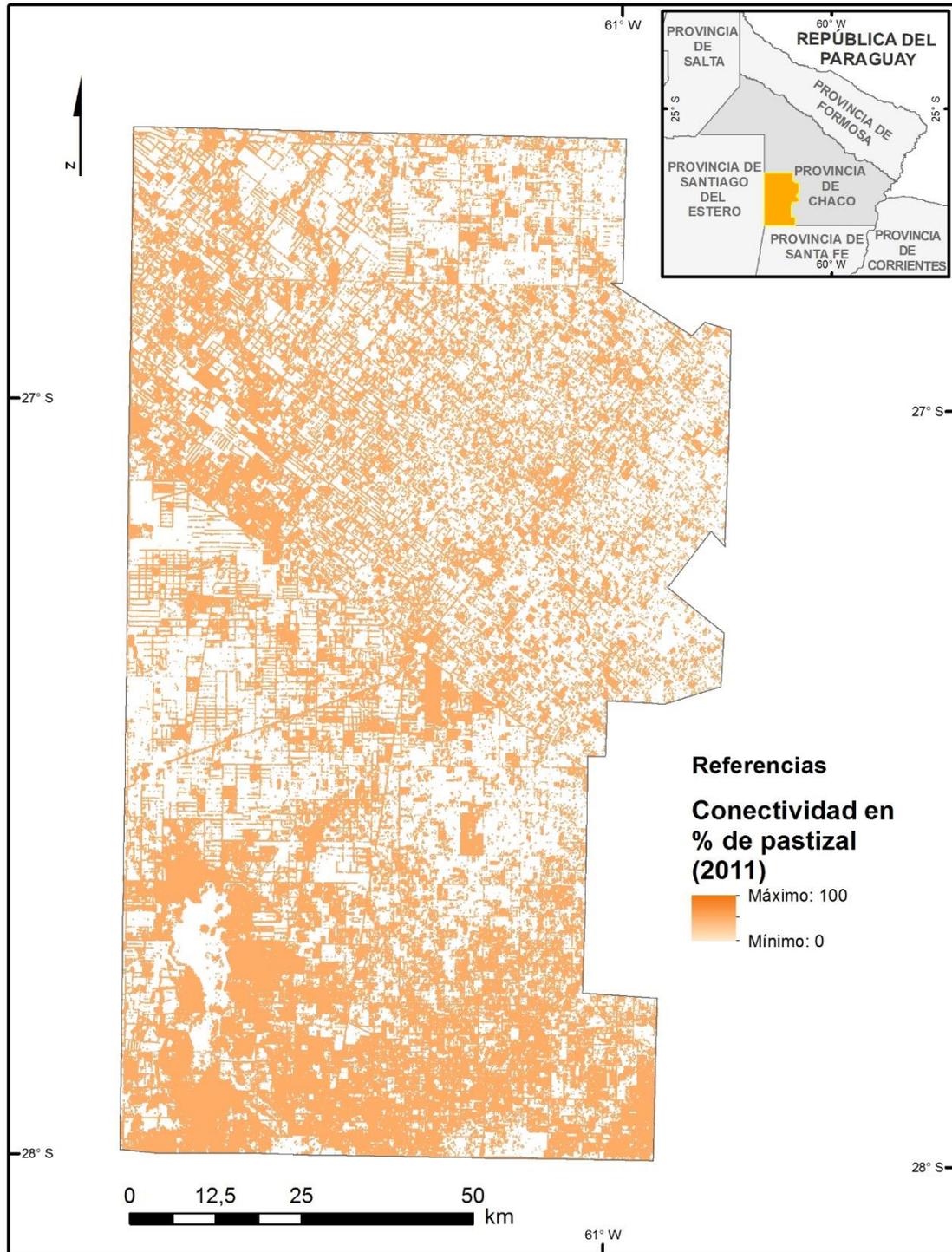


Figura 104. Conectividad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

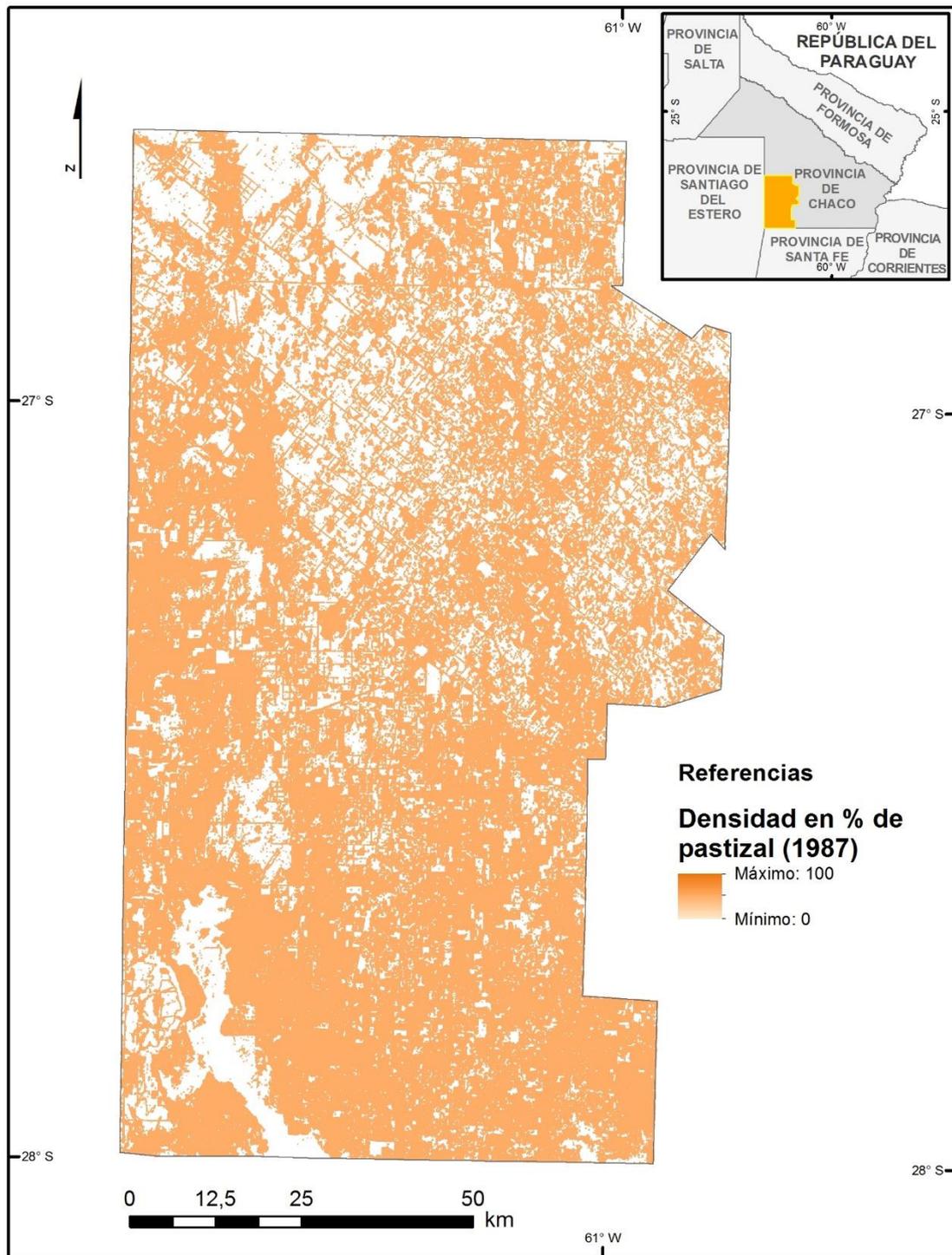


Figura 105. Densidad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

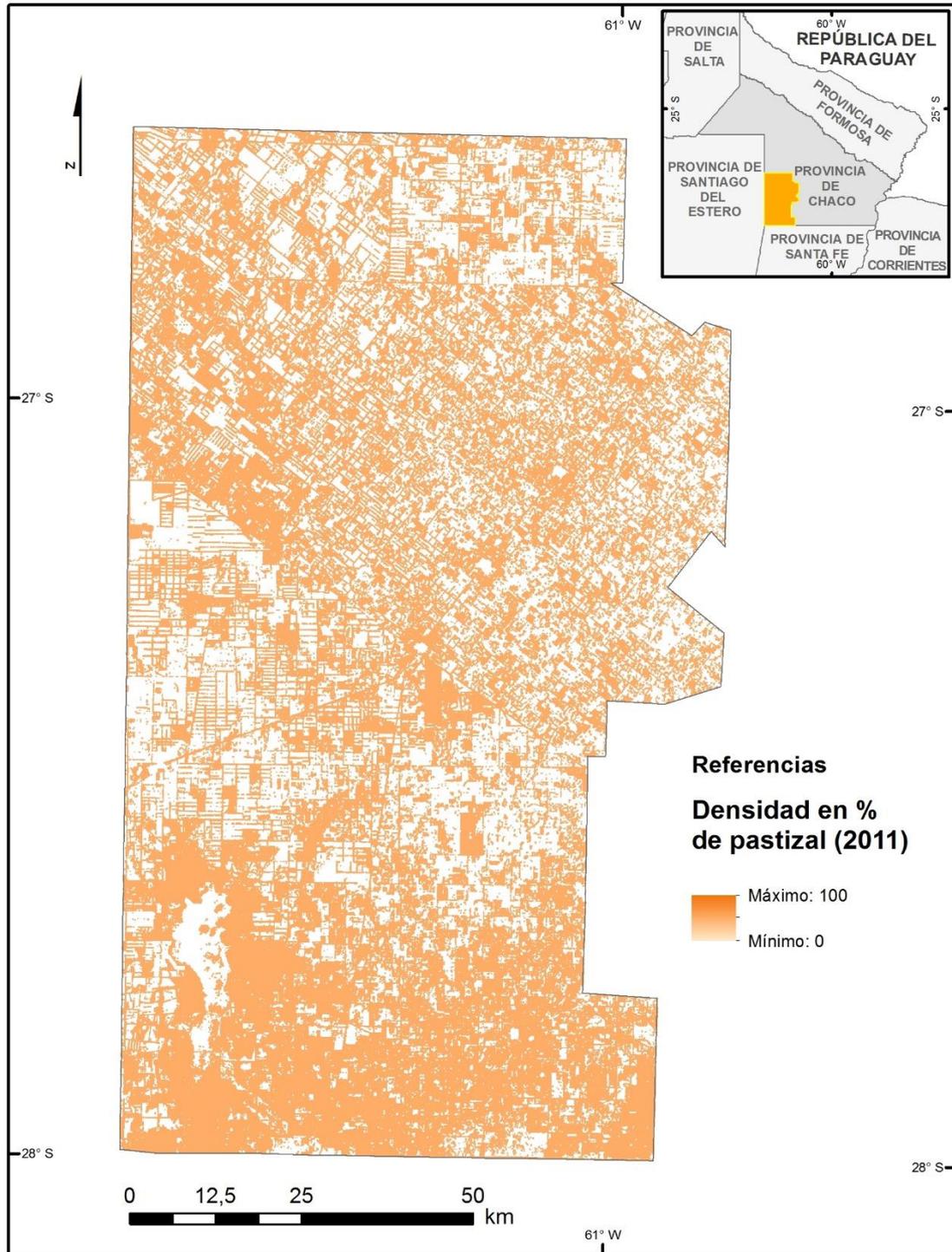


Figura 106. Densidad en porcentaje de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

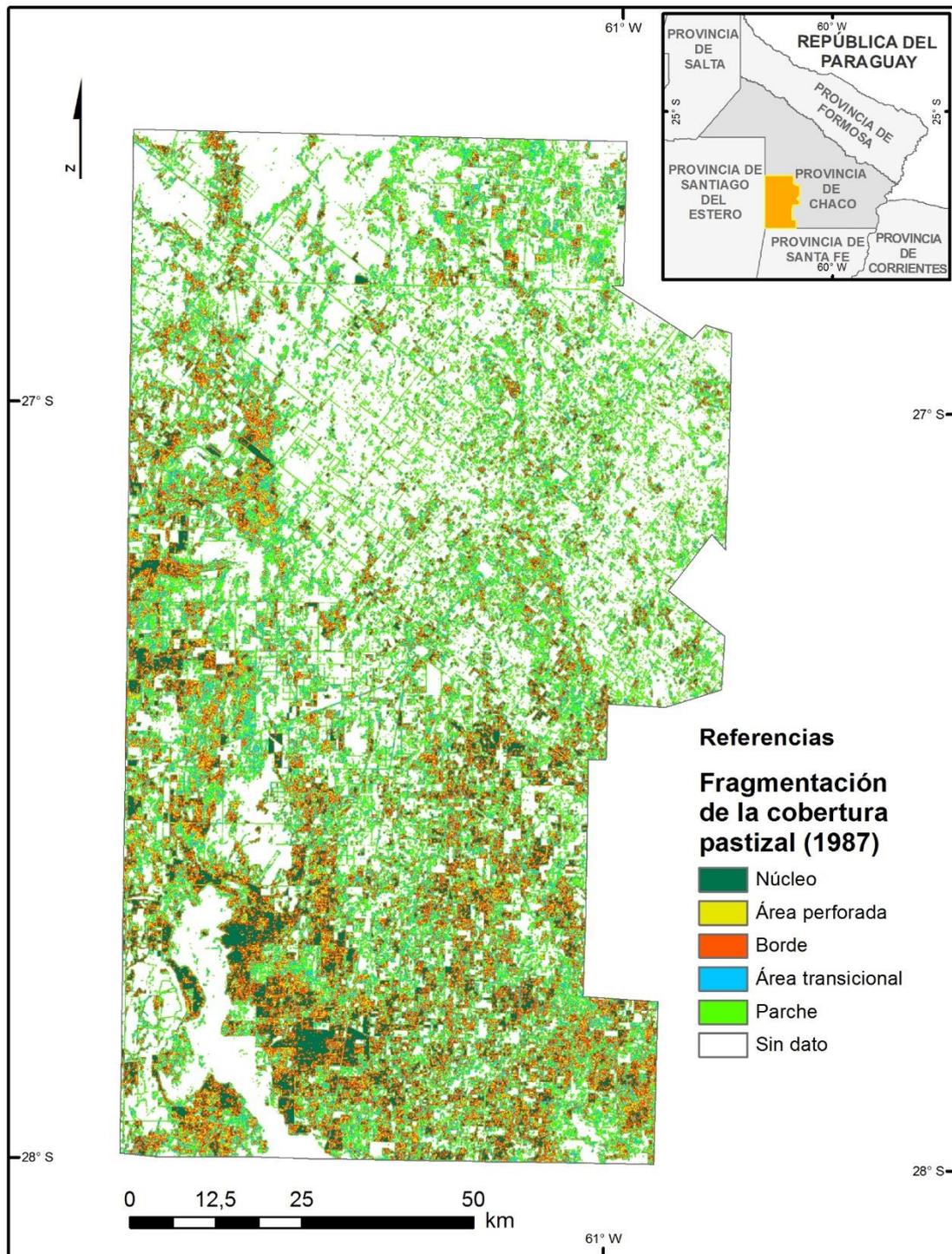


Figura 107. Fragmentación de la cubierta de pastizal para el año 1987. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

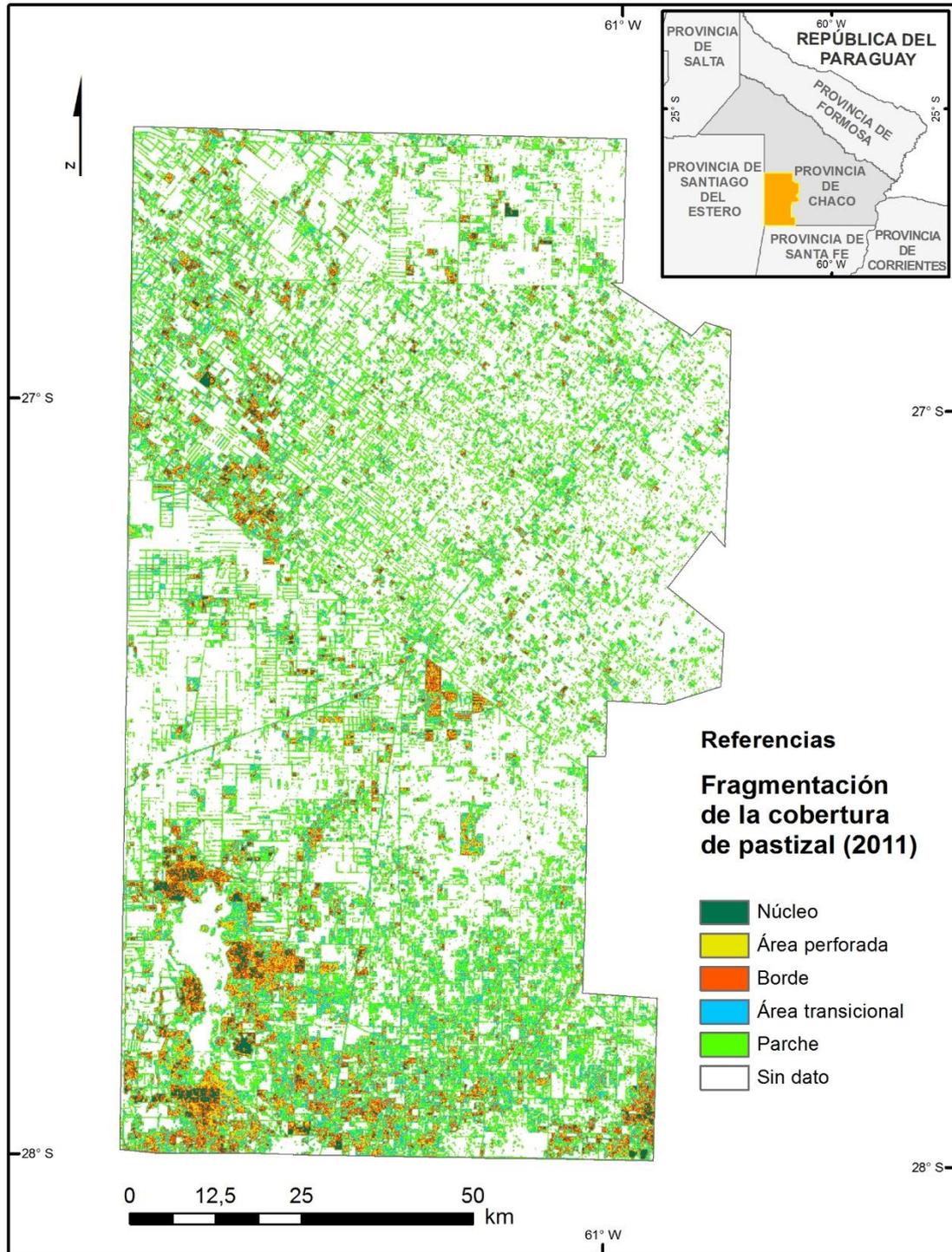


Figura 108. Fragmentación de la cubierta de pastizal para el año 2011. Fuente Insaurralde Juan Ariel.

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	53.954	4,0
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	66.010	5,0
Borde	155.020	11,4
Transicional	126.925	9,4
Parche	265.675	19,6
Resto de la superficie	683.054	50,6

Tabla 34. Fragmentación de la cobertura de pastizal en 1987.

Categorías	Sup. en ha	Sup. Relativa
Áreas de núcleos	11.526	0,9
Interior	0	0,0
Indeterminado	0	0,0
Perforado	45.096	3,4
Borde	57.391	4,3
Transicional	87.007	6,4
Parche	290.325	21,5
Resto de la superficie	859.293	63,6

Tabla 35. Fragmentación de la cobertura de pastizal en 2011.

Luego de la realización del análisis de paisaje en términos de densidad, conectividad y fragmentación de las coberturas se pudo reconocer que la cobertura antropogénica de cultivos intensificó los parámetros de densidad y conectividad en toda el área de estudio y en particular en el sector oeste en donde se reconoció amplias superficies conectadas con elevadas densidades de esta cobertura. La estructura de la misma, medida en términos de fragmentación, permitió identificar un aumento de las áreas núcleo en el sector antes mencionado. Este comportamiento respondió a los tamaños y disposición continua utilizados en las superficies destinadas a cultivos que se agregaron al esquema productivo en los últimos años.

Dado que la cobertura de cultivos se valió de las superficies con bosques nativos para el incremento de las áreas cultivables, se pudo evidenciar que la cobertura de bosques nativos manifestó un comportamiento inverso al de cultivos donde los valores de densidad y conectividad tendieron al descenso producto de la reducción de su superficie. La fragmentación de esta cobertura

puso en evidencia una importante reducción de las áreas núcleo, con valor ecológico para la conservación.

Al igual que la cobertura de bosque nativo, la correspondiente a pastizales experimentó un descenso en sus superficies lo que derivó en la disminución de la conectividad y densidad en particular en las áreas donde la cobertura de cultivos realizó su expansión. En lo que respecta a la fragmentación se pudo observar una disminución de las áreas núcleo de importancia para la correcta conservación de los ambientes naturales.

En general se observó que mientras la cobertura antropogénica de cultivos presentaba un aumento en los niveles de conectividad, densidad y áreas núcleo (fragmentación) las coberturas naturales de bosque nativo y pastizales experimentaron una situación inversa con una disminución en dichos parámetros.

CAPÍTULO IX:

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HISTÓRICO ECONÓMICAS QUE INCIDIERON EN LA DEGRADACIÓN DEL AMBIENTE EN EL SUROESTE CHAQUEÑO

En el capítulo se presenta el contexto histórico y económico que incidió en la degradación del ambiente en el sector suroeste de la provincia de Chaco. La reducción de los bosques nativos respondió a cuestiones de orden económico en un determinado contexto histórico es por ello que se pueden reconocer etapas en las que dichos recursos han sido reducidos y degradados a favor del avance agrícola. Este proceso continuo se manifestó en momentos por una marcada transformación que se inició en el período de ocupación del territorio provincial y que continuó en la actualidad con la diversificación de cultivos y la total instalación del cultivo de la soja.

1. EVOLUCIÓN, DIVERSIFICACIÓN Y PREDOMINIO DE LOS CULTIVOS EN LA PROVINCIA DE CHACO. EL AVANCE AGRÍCOLA DESDE LAS ESTADÍSTICAS

Con posterioridad a la crisis del algodón, el sector agrícola chaqueño se fortaleció con la introducción de cultivos alternativos entre los que se halló la soja (Manoiloff, 2005). Esta oleaginosa pasó rápidamente a ser el cultivo principal y dio inicio a un nuevo ciclo de expansión agrícola sobre los espacios que anteriormente eran ocupados por el algodón y por nuevos espacios ganados a partir de los desmontes.

Dicho avance presentó para la provincia una dirección suroeste, favorecido por la disponibilidad de precipitaciones (Capítulo VI). La variabilidad pluviométrica, analizada por medio de las anomalías pluviométricas relativas, determinó el conjunto de años en que las precipitaciones fueron superiores a la normal, permitiendo la extensión de la zona óptima para cultivos en la provincia. Se trata del período entre los años 1980-2000 en donde las precipitaciones fueron superiores a la normal. También se identificaron anomalías pluviométricas relativas negativas durante la década del año 2000-2010 en donde las precipitaciones fueron inferiores a la normal, las cuales indicarían períodos de sequía prolongados que afectarían los rendimientos de los cultivos.

Para comprender mejor el proceso de expansión se analizó, sobre la base de las estadísticas agrícolas, la evolución de los principales cultivos en la provincia de Chaco, durante los últimos 40 años (desde la campaña de 1969-1970 hasta la de 2009-2010). Se consideraron variables como la superficie implantada, cosechada, la producción y el rendimiento.

En la figura 109 se puede apreciar el comportamiento de los cultivos en cuanto a su superficie implantada. Entre las campañas agrícolas de 1969/70 y 1993/94, los cultivos de sorgo, girasol y algodón ocuparon las mayores superficies con diversos altibajos y un máximo marcado para la campaña de 1981-1982 en el caso del sorgo con 181.000 ha implantadas en el suroeste chaqueño. Entre la campaña de 1993/94 y hasta 1999/2000 se registró un aumento en las superficies implantadas con algodón, no obstante, también se registró con posterioridad una fuerte caída de la misma, el resto de los cultivos

presentaron valores bajos con excepción del girasol y la soja que hasta ese momento presentaron tendencias positivas. Finalmente, entre la campaña agrícola de 1999/2000 y 2013/2014, se evidenció un fuerte aumento de las superficies implantadas con soja, con un máximo de 392.970 ha implantadas en 2008/09 para el suroeste chaqueño. El resto de los cultivos presentó valores inferiores a la soja y se destacó el girasol el cual presentó máximos de 178.800 ha en 2005/2006 y el algodón, el cual presentó un máximo de 168.500 ha en 2010/11 en el suroeste chaqueño.

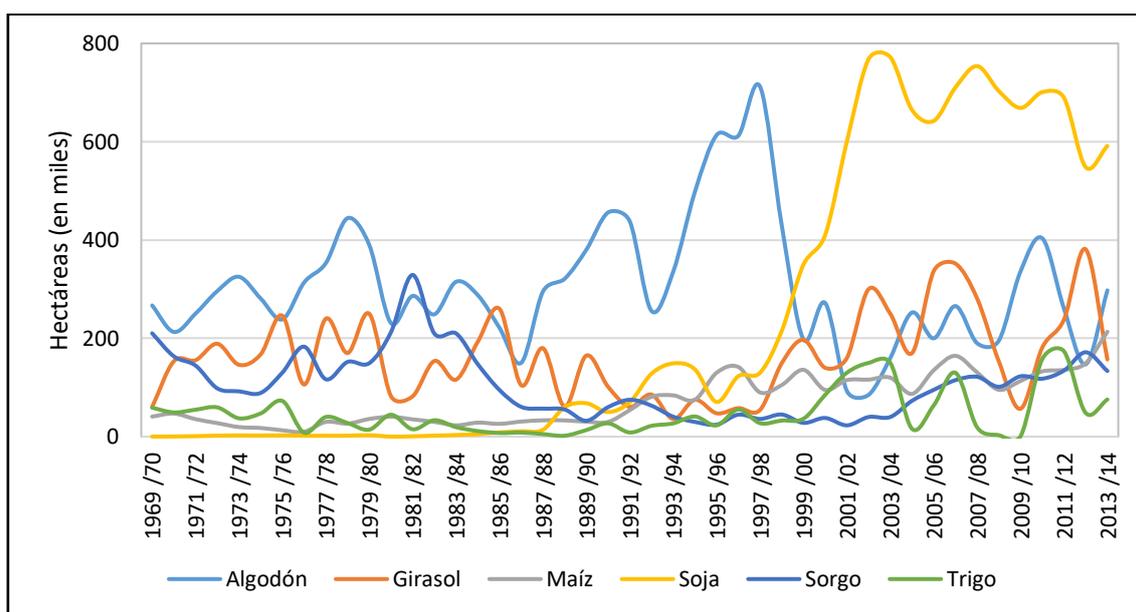


Figura 109. Superficie implantada de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014).
 Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

La superficie cosechada (Figura 110) estuvo fuertemente correlacionada con la superficie implantada, la cual describió tres etapas bien diferenciadas. Una primera etapa entre la campaña agrícola de 1969/70 y hasta 1993/94, donde el comportamiento de los principales cultivos se halló distribuido más homogéneamente, siendo en general de bajos valores en toneladas, destacándose el cultivo del sorgo, seguido por el girasol y el algodón y por último, con valores ínfimos, el maíz, la soja y el trigo. En una segunda etapa, desde la campaña de 1993/94 y hasta 1999/2000, se observó un predominio del cultivo del algodón por sobre los demás, con un importante record en la campaña de 1997-1998 y luego con una fuerte caída hacia el final de este período. En una tercera etapa entre 1999/2000 y 2013/2014, la soja dominó la superficie cosechada con máximos de 375.000 ha cosechadas, seguido por el girasol y, en

menor medida, el algodón.

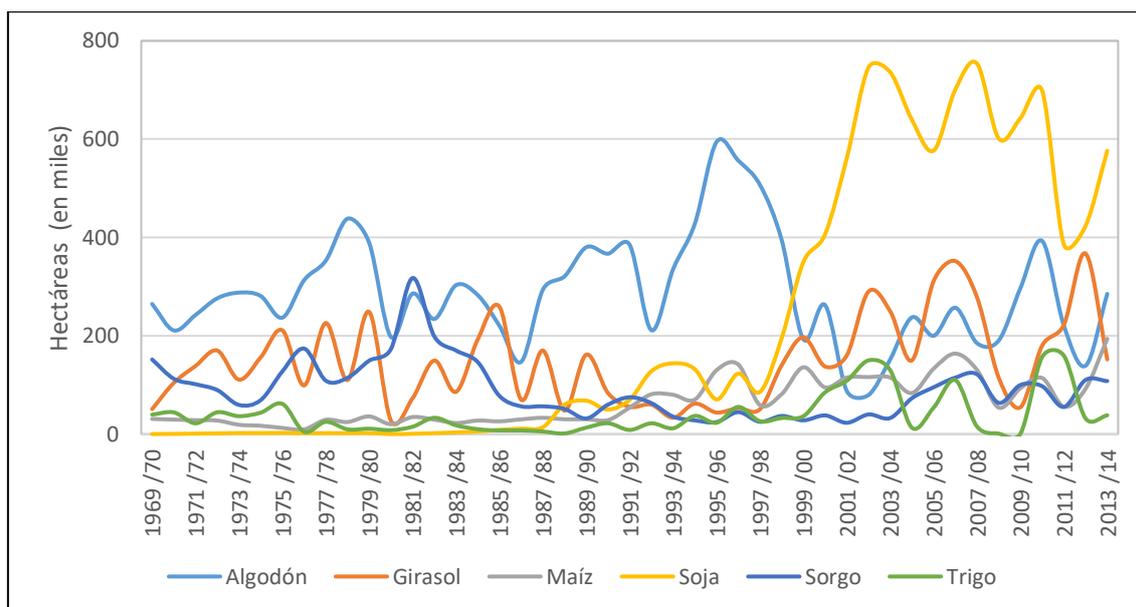


Figura 110. Superficie cosechada de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014).
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

La producción de los cultivos en el suroeste chaqueño (Figura 111) mostró un comportamiento semejante a los anteriores tanto con la superficie implantada como cosechada. Es posible distinguir tres momentos o etapas: la primera de ellas corresponde a las campañas que van desde 1969/70 hasta 1985/86, donde se observó que los cultivos presentaron bajos valores de producción, exceptuando el caso especial del sorgo en la campaña de 1981/82 en la cual se registró un máximo de 515.000 toneladas. En un segundo momento, a partir de la campaña 1985/86 hasta 1998/99, el algodón alcanzó su mejor situación, con elevados montos en las toneladas obtenidas en las campañas, pero a partir de la campaña de 1998/99 en adelante, se produce una caída de la producción del algodón y un fuerte ascenso por parte de la soja, además se observó que el cultivo de maíz no solo aumentó paulatinamente su superficie cultivada sino que logró valores elevados de producción, en particular para la campaña 2013/14.

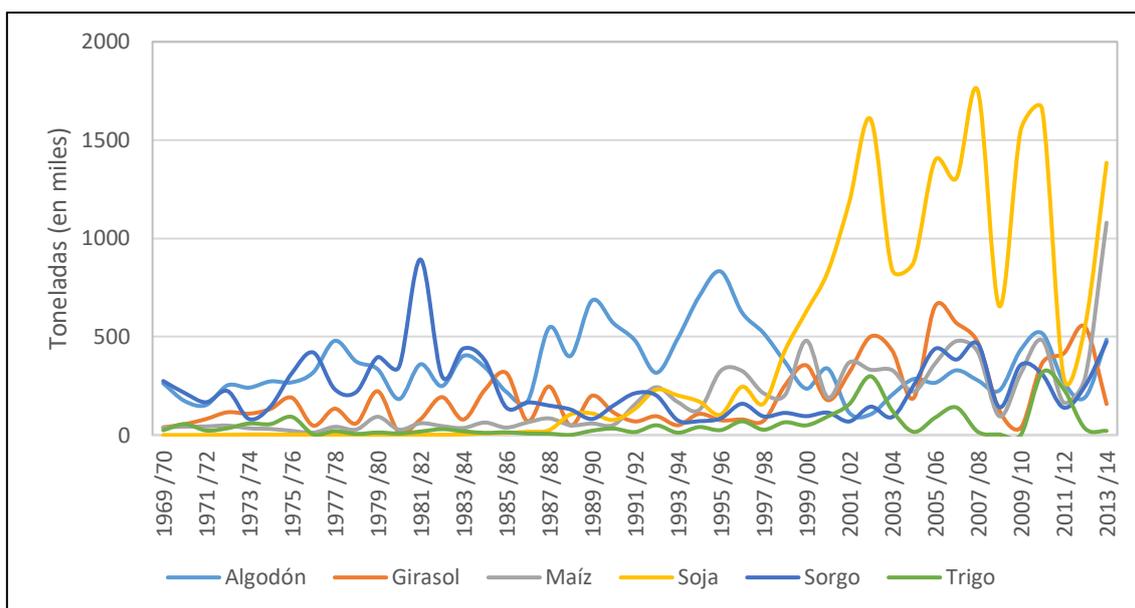


Figura 111. Producción (en toneladas) de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos obtenidos de la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

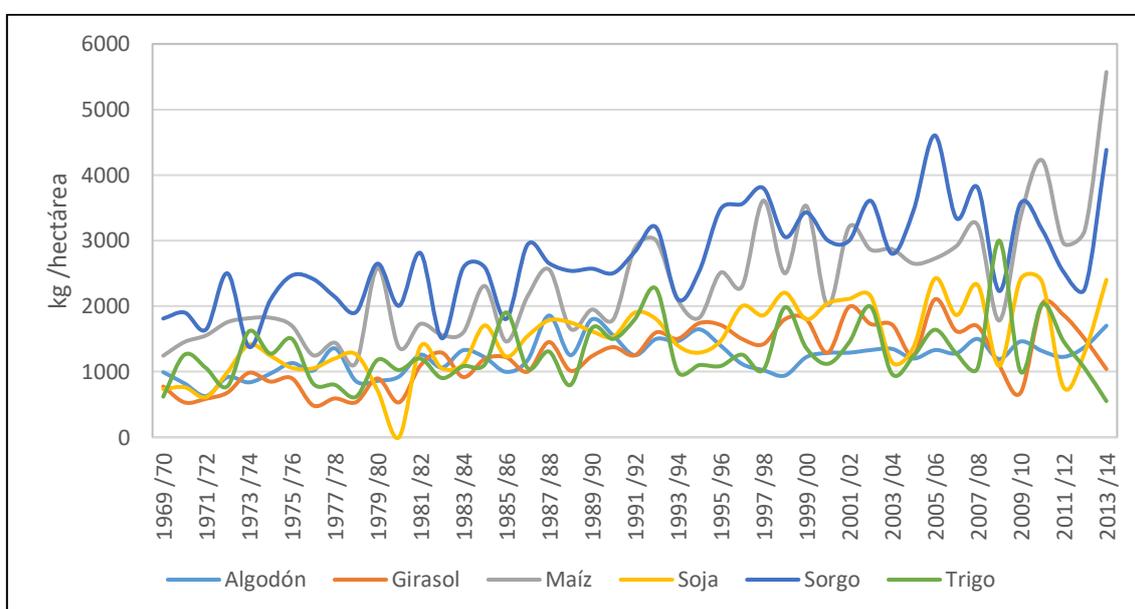


Figura 112. Rendimiento (kg/ha) de los principales cultivos en el suroeste chaqueño (1969-2014). Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

El rendimiento de los cultivos en el suroeste chaqueño (Figura 112), presentó, para toda la serie de años, un ascenso progresivo general lo cual sugiere que las modificaciones en los sistemas de producción en particular de la aplicación de tecnologías agrícolas repercuten en los rendimientos. No obstante, para el área de estudio, los cultivos que logran mayores rendimientos son los de sorgo y maíz.

2. EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DURANTE LA ÚLTIMA EXPANSIÓN AGRÍCOLA

A partir de las estadísticas referidas a la producción maderera se analizó el aprovechamiento que se realiza de estos recursos. En general los productos que se obtuvieron son rollos, rollizos, carbón y postes, elementos que constituyen la etapa extractiva del recurso natural, con la extracción de las especies nativas, tales como el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), algarrobo (*Prosopis spp*), palo lanza (*Phyllostylon rhamnoides*), palo piedra (*Diplokeleba floribunda*), palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), lapacho (*Tabebuia ipe*) y otros más.

Para el área de estudio (Figura 113) se observó que la participación que el conjunto de los departamentos realizó durante el período 2000-2010 fue de 2.048.165 tn, con un máximo cercano a los 300.000 tn en el año 2004. Pero en cuanto a la participación porcentual de los mismos (Figura 114) el departamento 9 de Julio es el que mayor participación presentó en relación con el resto, con un 38 %, seguido por General Belgrano con un 21 %, Chacabuco con un 20 % y 12 de Octubre con un 18 %.

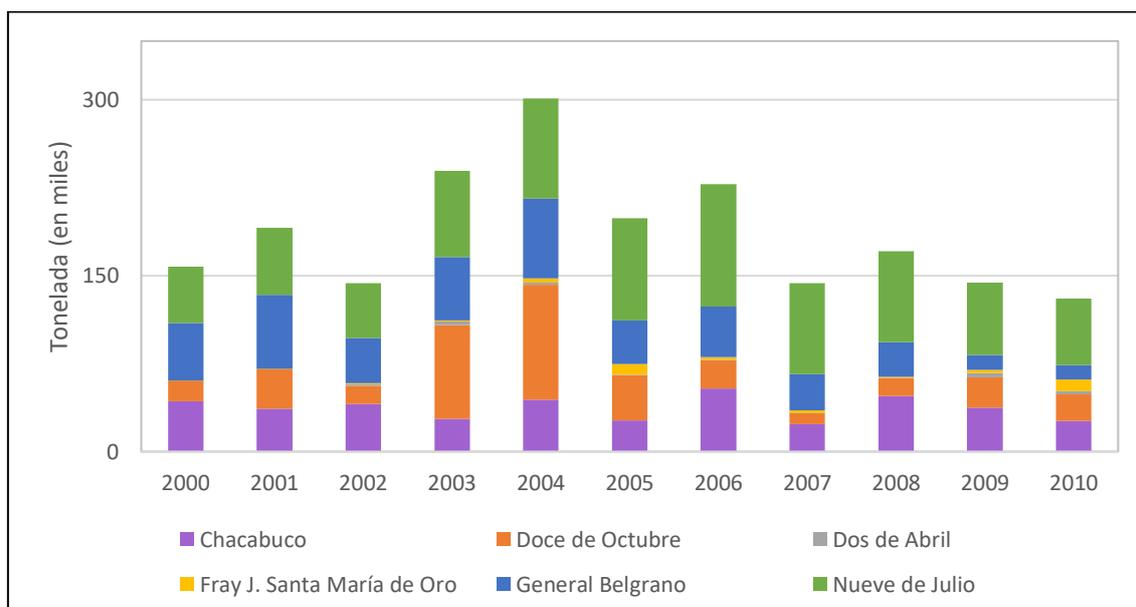


Figura 113. Producción maderera de los departamentos del suroeste chaqueño (en toneladas).
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

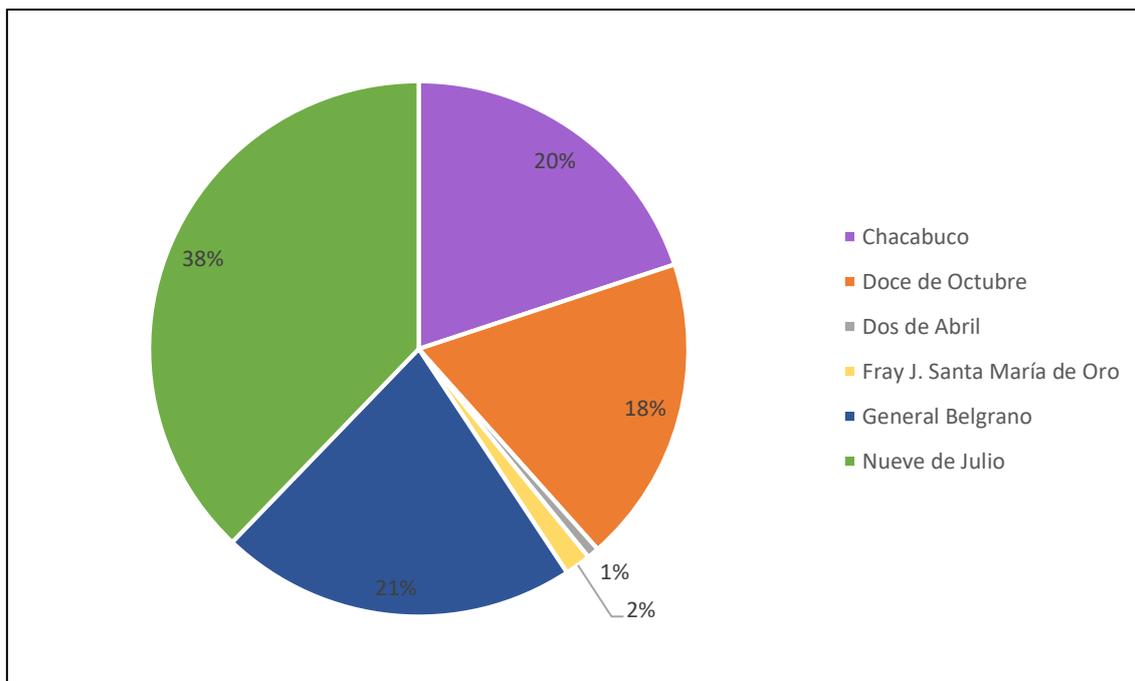


Figura 114. Producción maderera de los departamentos del suroeste chaqueño desde 2000 a 2010.
Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco.

3. LA DEFORESTACIÓN EN LA PROVINCIA DE CHACO ENTRE 1976 Y 2012

Considerando las superficies transformadas por el efecto de la deforestación entre 1976 a 2010, se observó que los departamentos que integran el área de estudio participaron activamente sobre todo en los períodos iniciales de esta actividad. Con posterioridad la participación de las mismas decreció en beneficio de otras actividades como las agrícolas y en particular con la soja, cultivo que mayor superficie ocupó para este período final.

Para el año 1976 (Figura 115), los departamentos con mayores transformaciones en las superficies (desmontes superiores a las 40.000 ha) fueron las correspondientes a Fray Justo Santa María de Oro, 2 de Abril, Doce de Octubre.

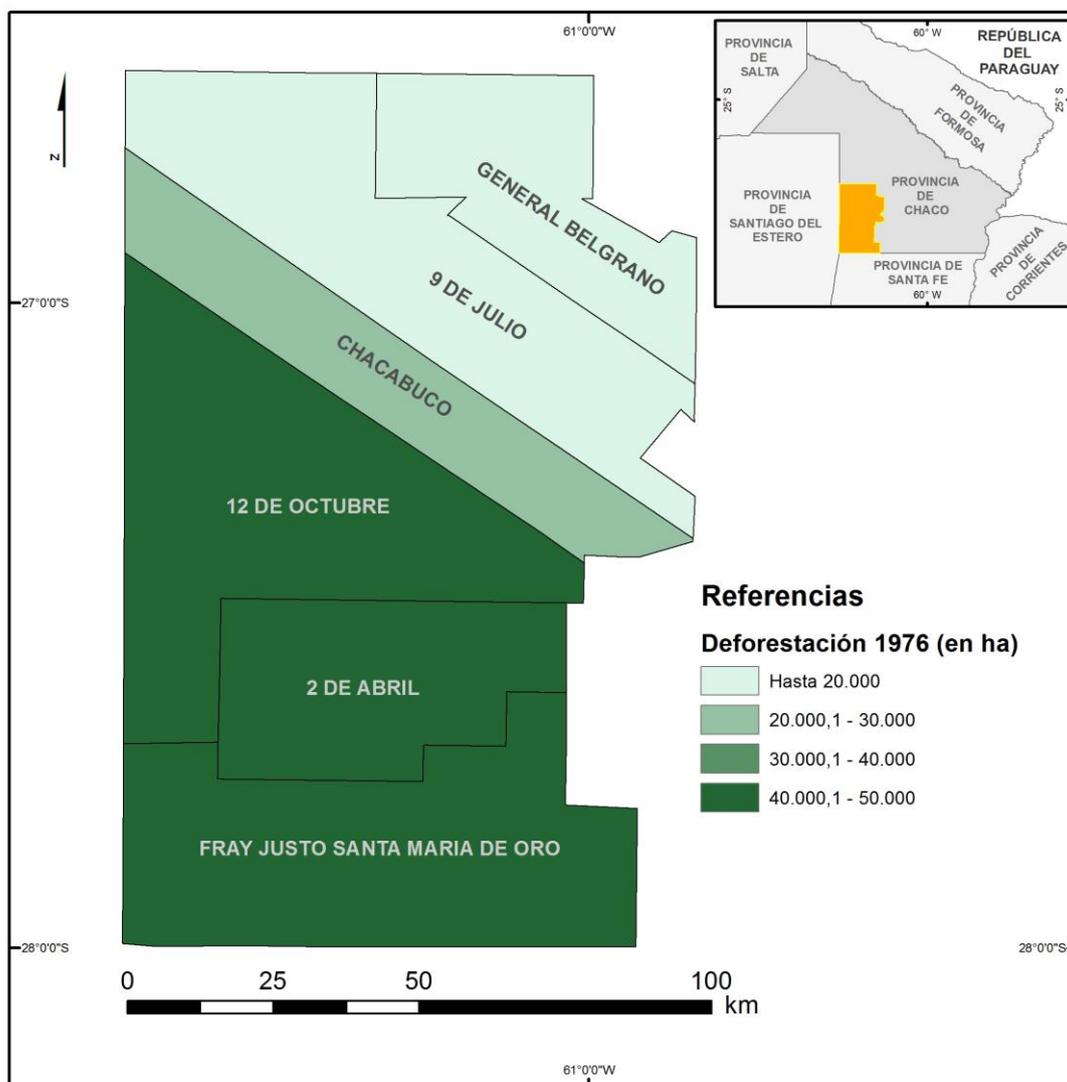


Figura 115. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1976. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Para el año 1986 (Figura 116) la situación se mantuvo estable, con la diferencia que los departamentos del suroeste de la provincia Mayor Luis Fontana y O'Higgins fueron los más explotados seguido por Fray Justo Santa María de Oro y Comandante Fernández, Doce de Octubre y Nueve de Julio (transformaciones mayores a 30.000 ha).

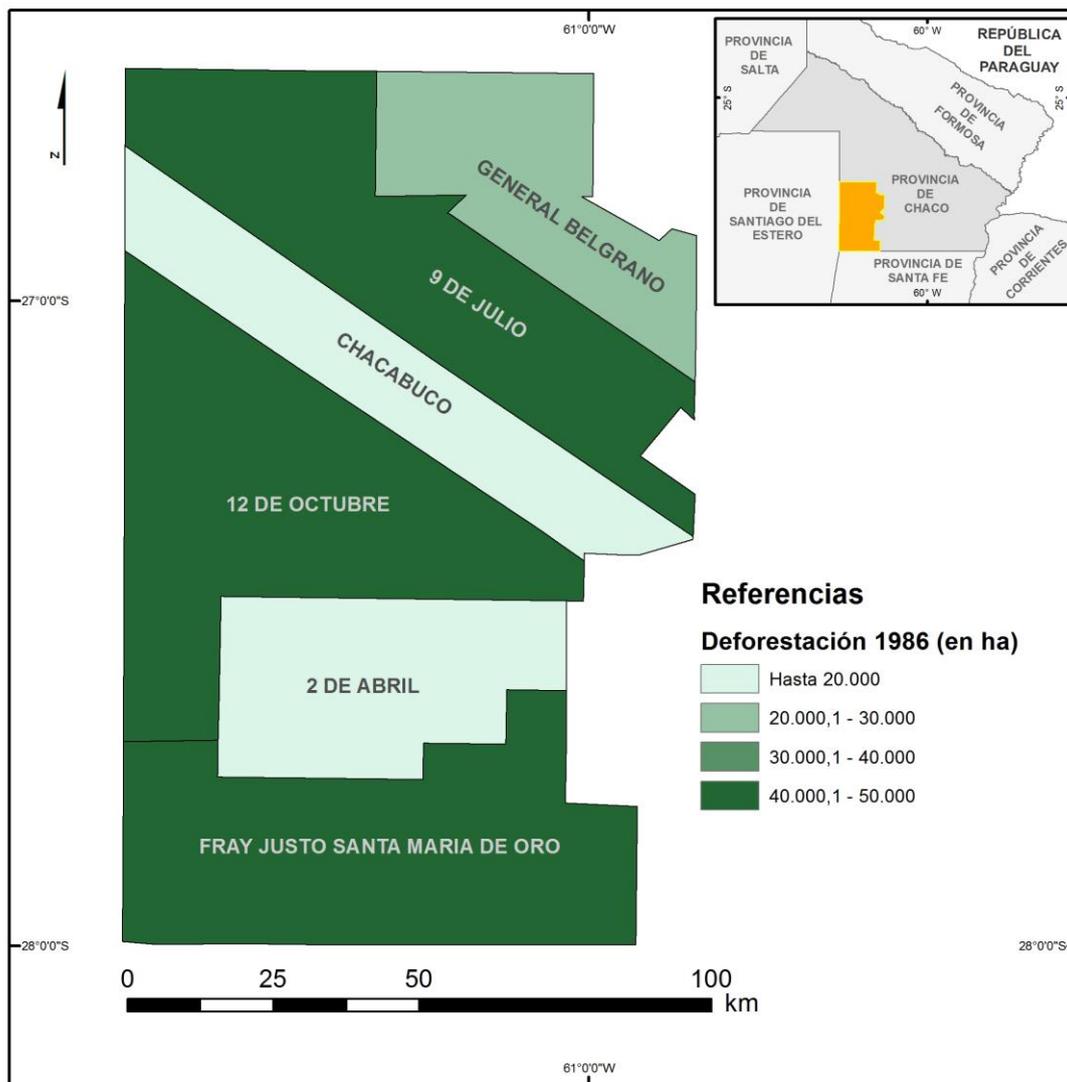


Figura 116. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1986. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Para el año 1996 (Figura 117) las superficies explotadas en general se redujeron notablemente y solamente el departamento Doce de Octubre presentó desmontes que apenas superaron las 30.000 ha de superficie mientras que el resto de los departamentos no superaron las 20.000 ha.

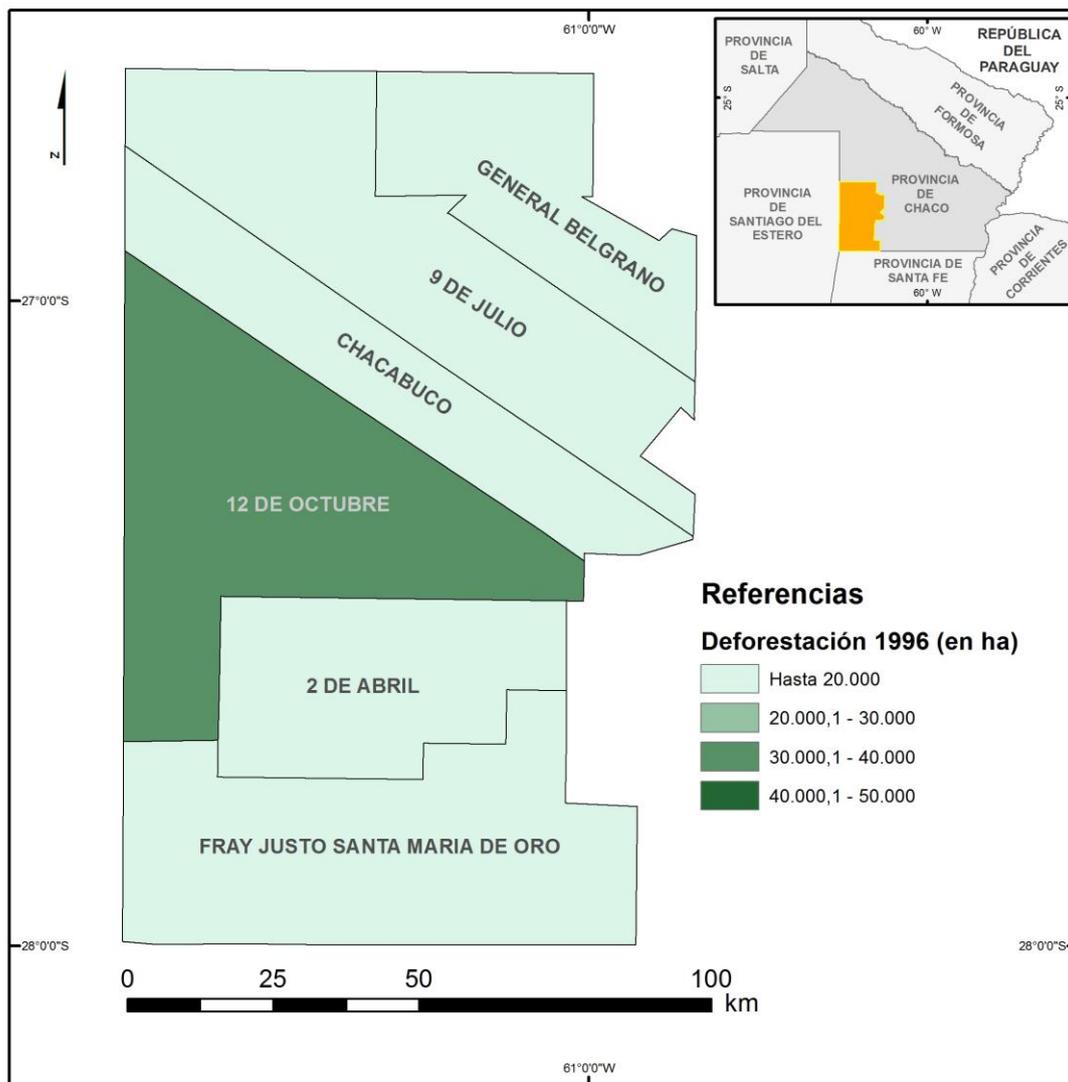


Figura 117. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 1996. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Para el año 2000 (Figura 118) la tendencia se mantuvo estable como el año 1996, con la diferencia que, además del departamento 12 de Octubre, el cual superara las 30.000 ha, se anexó el departamento 9 de Julio con entre 20.000 y 30.000 ha deforestadas.

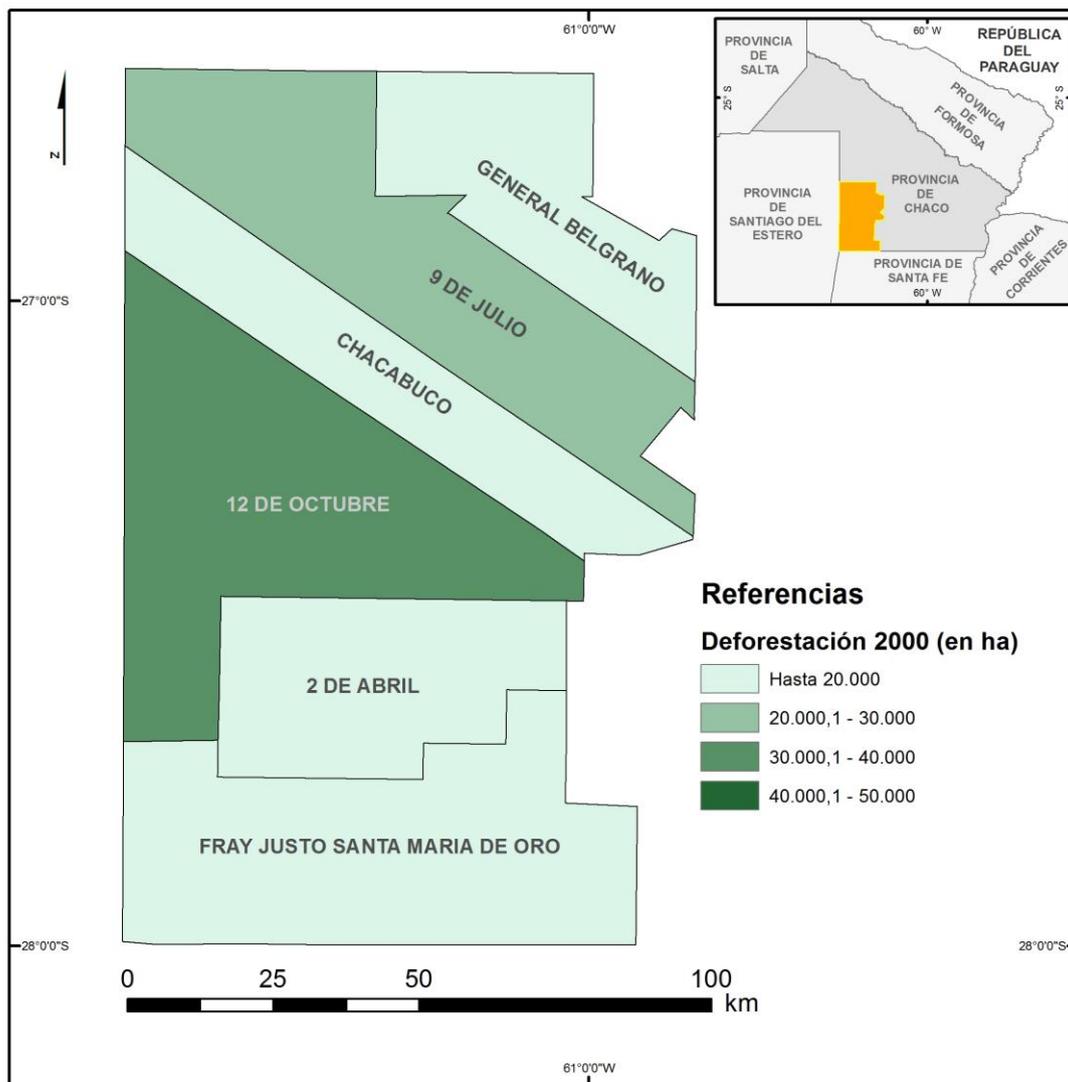


Figura 118. Deforestación en (en ha) el suroeste chaqueño en 2000. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Finalmente, para el año 2010 (Figura 119) se observó una disminución general en las superficies transformadas. El departamento 9 de Julio fue el que presentó mayor valor, cercano a las 1.000 ha, seguido por 12 de Octubre y Fray justo Santa María de Oro entre 100 y 500 ha.

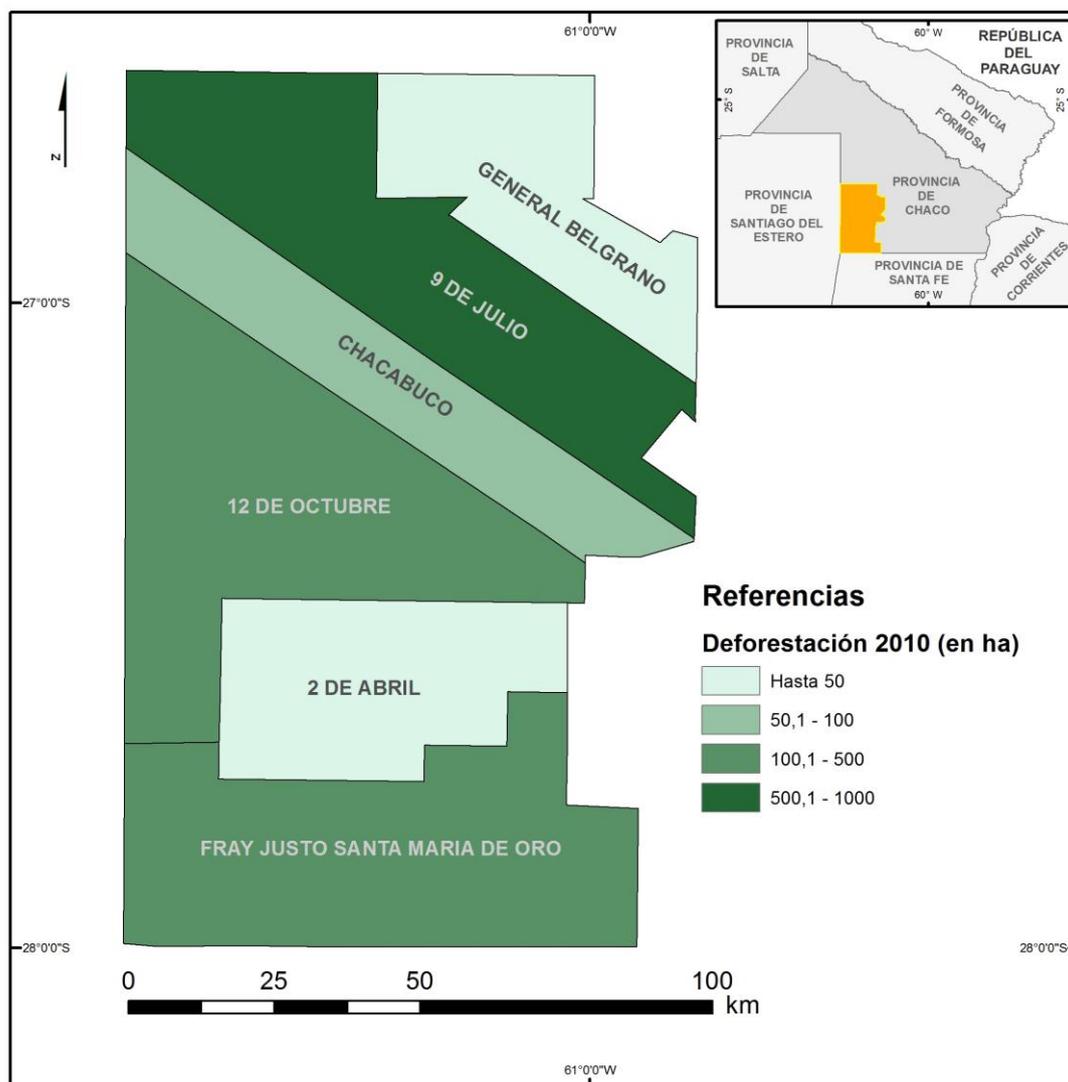


Figura 119. Deforestación (en ha) en el suroeste chaqueño en 2010. Fuente: Insaurralde Juan Ariel sobre la base de los datos provistos por la Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF)0.

La actividad forestal sumada a la necesidad de expansión de las superficies agrícolas desde 1976 produjo una constante reducción de las áreas forestales tal como se observó en los mapas correspondientes a los diferentes años. En una etapa inicial la deforestación se concentró en el sector sur del área de estudio y posteriormente se trasladó hacia el centro y norte de la misma en coincidencia con la localización del nuevo núcleo agrícola. Se observó que las toneladas totales presentan un quiebre significativo hacia 2010 con valores reducidos de deforestación, situación de la cual se infiere que esta actividad decayó y se trasladó hacia otros sectores dando paso a las actividades agropecuarias.

Teniendo en cuenta los análisis realizados se observó que existieron,

estadísticamente, tres momentos claramente diferenciados. Un período inicial comprendido entre 1969/1970 y 1993/1994 en el cual las actividades agrícolas si bien existían en el área de estudio las mismas ocupaban poca superficie y en general no predominaba un cultivo en particular, salvo caso excepcional del sorgo. Durante este período la explotación forestal fue intensa en el área, por lo que se infiere que la actividad económica principal se combinaba entre agricultura y forestación.

Entre los años 1993/1994 y 1999/2000 se desarrolló un período de crisis para los cultivos, no solo en el área de estudio, sino en toda la provincia. El algodón fue el cultivo principal en este período, aunque rápidamente entró en crisis y disminuyó su participación en superficie implantada y cosechada. Durante este período se comenzó a expandir la frontera agrícola hacia el suroeste y se ampliaron las áreas desmontadas, tal es así que, según los análisis realizados en el Capítulo VI, se identificó una reducción del bosque nativo en un 60,2 % de la superficie entre los años 1987 y 2011.

La tercera etapa se corresponde con el período entre 1999/2000 y 2013/2014. En esta etapa el cultivo de la soja se transformó en el principal desplazando a los demás y se extendió sobre nuevos espacios producto de los desmontes ocurridos. Cabe destacar que si bien en esta etapa se produjo un fuerte proceso de desmonte, no se vio reflejado su aprovechamiento forestal, lo cual indica que el desmonte no se relacionó con fines económicos madereros sino exclusivamente agrícolas.

CONCLUSIONES

La presente tesis analiza el proceso de transformación y degradación ambiental que se desarrolló en el suroeste de la provincia de Chaco como resultado del avance de la frontera agrícola. El período de análisis comprende los años entre 1987 y 2011 el cual respondió a una visión netamente economicista, bajo una modalidad extractiva con un enfoque empresarial. Esta modalidad de explotación de los recursos forestales trajo como consecuencia la reducción y fragmentación de los ambientes naturales necesarios para garantizar sustentabilidad ecológica, a la vez que el proceso de avance agrícola estuvo favorecido por diferentes condiciones naturales y por legislaciones y regulaciones pobres o ausentes a los desmontes.

El suroeste de la provincia de Chaco conformó un área particular en donde se manifestó con gran intensidad el proceso de avance agrícola y se evidenció una rápida transformación de los espacios naturales a agrícolas. Este avance no tuvo en cuenta las características variables de tipo climática, ni las de los suelos sobre los cuales se desarrollaron los cultivos. De ese modo, la simplificación de los ecosistemas y su transformación en agroecosistemas generó debate sobre la fragilidad de los mismos y la necesidad de contar con normas o leyes que los regulen y protejan.

Por la situación particular que experimentó el suroeste de la provincia de Chaco, la misma resulta de gran interés como caso de análisis de las condiciones naturales y antropogénicas que favorecieron la transformación espacial en vistas del avance agrícola. Por ello, la variabilidad climática y las diferenciaciones edáficas fueron analizadas para caracterizar y determinar la situación sobre la cual se desarrollaron las actividades agrícolas en dicho sector. Asimismo fueron estudiadas cuestiones histórico-sociales y económicas que evidencian modos de producción, quedando demostrado que los beneficios económicos priman ante otros componentes integrantes del ambiente.

Desde el punto de vista estadístico, las estaciones pluviométricas del área de estudio presentaron valores medios cercanos a los 900 mm anuales, con mínimas de entre 150 y 566 mm y máximas de entre 1.327 a 1.637 mm anuales. La desviación típica anual para estas estaciones rondó el orden de los 250 mm

y el coeficiente de variación se situó en el orden de los 25 % aproximadamente. Del análisis de las series temporales se concluyó que la localidad de Chorotis fue la que mayor variabilidad presentó en tanto que Charata fue la estación que tuvo menor variabilidad. Esta última se configuró como el centro económico de la región del suroeste chaqueño durante el proceso de expansión de la frontera agrícola.

Por otro lado, el análisis sobre las precipitaciones y su variabilidad temporal considerando los aportes estacionales y las anomalías pluviométricas relativas puso en evidencia la presencia de ciclos o períodos de mayor disponibilidad de precipitaciones en el momento inicial del desplazamiento de la frontera agropecuaria hacia el sector correspondiente al área de estudio. Por un lado los aportes estacionales de las precipitaciones indicaron que las mismas se realizaron principalmente en la estación de verano, mientras que las estaciones intermedias de otoño y primavera presentaron montos pluviométricos inferiores al verano. Otoño en comparación con primavera fue relativamente inferior en cuanto a aportes pluviométricos y en el invierno se produjeron los menores aportes pluviométricos para todas las estaciones.

Por el análisis de la variabilidad por el método de los quintiles se identificó la presencia de mayores montos pluviométricos disponibles entre los años 1980 y 1990, con períodos húmedos y muy húmedos para todas las estaciones analizadas. También se identificaron períodos muy húmedos hacia fines de 1990, como es el caso de la estación de Chorotis. Por otro lado, también se observaron períodos muy secos hacia finales de la década de 1980 y en particular hacia finales de la década de 2000.

Esta situación se puso en evidencia claramente en el análisis de las anomalías pluviométricas relativas, donde se observó que la mayoría de las estaciones pluviométricas experimentaron un aumento considerable de precipitaciones durante la década de 1980 y en algunos casos con presencia de otros máximos marcados en 1970 y 2000. La tendencia general de la evolución de las anomalías pluviométricas relativas mostró un paulatino descenso de las precipitaciones respecto de la media, con lo cual se instala la problemática de las sequías y sus consecuencias económicas para la región. Como se mencionó en el capítulo II, las precipitaciones son un recurso y un determinante económico

para la actividad agrícola. El suroeste de la provincia de Chaco se encuentra en una zona de elevada variabilidad y de riesgo de sequías con lo cual la esfera económica es sumamente sensible a tales cambios. Por lo que se debe prestar especial atención al comportamiento de esta variable dado que ha influido en el proceso de avance de la frontera agropecuaria y podría influir negativamente sobre la región, teniendo en cuenta sus características de variabilidad temporal.

El suroeste de la provincia de Chaco, presentó grandes transformaciones en el sistema productivo con la consecuente modificación del espacio geográfico. En un principio el algodón y posteriormente la soja fueron los cultivos más importantes que tuvo la región. Ambos en su progresivo avance hacia el oeste, por un proceso de expansión agrícola, modificaron el espacio geográfico rápidamente. Particularmente con el cultivo de la soja, a partir del año 2000, la ocupación se realizó sobre áreas agrícolas que anteriormente se dedicaban al cultivo del algodón y sobre el bosque nativo, para ello se recurrieron a los desmontes como práctica necesaria para el crecimiento de las superficies cultivables. Se calculó una reducción de 64 % de superficie de bosque nativo en el área de estudio, lo que representó unas 275.389 ha transformadas, de las cuales unas 87.530 pasaron a conformar parte de la cobertura de cultivos, unas 62.310 ha suelo desnudo, 41.568 ha pastizales y el resto se dividió entre cuerpos de agua y áreas húmedas con un total de 83.981 ha. En general, las coberturas de cultivos y de suelos desnudos experimentaron un aumento general en sus superficies, mientras que coberturas como bosque nativo y pastizales manifestaron disminuciones en sus superficies.

El bosque nativo corresponde a la cobertura de mayor transformación que se observó a través del análisis de las imágenes satelitales. Inicialmente el año 1987 presentó un importante desarrollo sobre los departamentos ubicados al norte del área de estudio (General Belgrano, 9 de Julio y Chacabuco) pero hacia el período final de estudio se redujo su superficie notablemente. En 2011 existieron grandes extensiones de espacios destinados a la agricultura, los cuales representan cubiertas de cultivos y suelos desnudo, localizados particularmente hacia el sector oeste.

La cobertura de cultivos presentó un aumento considerable en las superficies con un total de 76.002 ha de transformación que representó un 71 %.

Esta cobertura es la que mayor transformación experimentó en conjunto con la de bosque nativo y suelos desnudo. Se trató de una transformación realizada en toda el área de estudio, aunque localizada en el sector oeste de la misma, en donde se pudo reconocer parcelas de cultivos de grandes dimensiones, en contraste con las pequeñas dimensiones que presentó hacia el este.

La cobertura de suelos desnudos, al igual que la de cultivos fue la que mayores cambios recibieron, se trató de una cobertura que aumentó su superficie en el orden de 56 %, lo que representó un aumento de 68.278 ha más las existentes, haciendo un total de 159.756 ha finales para el año 2011. Esta cobertura se la debió comprender en conjunto con las áreas cultivadas dado que conforma parte del sistema productivo, generalmente se trató de suelos desnudos o en preparación.

Otra cubierta que presentó grandes cambios fue la de pastizales. Esta cobertura manifestó un descenso general de 268.941 ha. Su principal transformación sucedió sobre el sector norte del área de estudio, sobre terrenos que se transformaron a la actividad agrícola, no obstante, hacia el sur del área de estudio esta cobertura permaneció estable debido a sus limitaciones hídricas, estas condiciones de anegamiento no favorecieron la instalación de cultivos en dicha zona. Finalmente, las cubiertas de cuerpos de agua y áreas húmedas presentaron variaciones positivas que se relacionan con el estado de espacio geográfico al momento de captura de la información.

La generación de mapas de cobertura permitió analizar la evolución de las mismas en un período total de 24 años (1987 a 2011) y también compararlas con las características de los suelos. Se identificaron riesgos asociados al proceso de degradación entre los cuales se destacó la erosión hídrica, en ese sentido fue fundamental el conocimiento de los suelos y la evolución de las coberturas sobre los mismos para hallar áreas con riesgo potencial de degradación.

En primera instancia, mediante un proceso de comparación cualitativa de información, se pudo observar que en el área de estudio predominan los suelos Molisoles y Alfisoles, a su vez, las limitantes de erosión hídrica actuante y susceptibilidad de erosión hídrica son las que más superficie ocupan en el sector. Pero, además, la erosión hídrica es de moderada a severa hacia el oeste, sector hacia donde se extendió la cobertura de cultivos y suelos desnudos. Por su parte

las capacidades de uso indicaron que las superficies de cultivos de mayor dimensión localizadas al oeste se emplazaron sobre suelos con capacidad de uso V.

Un exhaustivo análisis realizado mediante Sistemas de Información Geográfica permitió identificar que la cobertura de cultivos experimentó para 2011 un considerable aumento superficial sobre suelos Molisoles con un 67 % de incremento (104.428 ha) y suelos Alfisoles con un 26 % (39.928 ha) de superficie más de las existentes en 1987. Situación similar es la observada en los suelos desnudos, solo que esta cobertura aumentó en un 36 % sobre suelos Alfisoles (55.887 ha), mientras que en el resto permanece estable. Por su parte la cobertura de bosque nativo experimentó un marcado retroceso, principalmente sobre suelos Molisoles con un 80 % (124.818 ha) seguidas por suelos Alfisoles con 67 % (105.588 ha). La cobertura de pastizal presentó una marcada reducción en su superficie cediendo sobre suelos Molisoles en un 82 % (128.064 ha).

En lo que respecta a las limitantes de los suelos y las coberturas, se identificó que para el caso de las coberturas de cultivos y de suelo desnudo, el mayor incremento en superficie se produjo sobre suelos con erosión hídrica actuante, 47 % (72.869 ha) para la cobertura de cultivo y 50 % (77.880 ha) para la de suelos desnudos, que se sumaron a las ya existentes. Por su parte la cubierta de bosque nativo, al igual que la de pastizales presentó una importante disminución de suelos con las condiciones mencionadas anteriormente, con un 76 % (119.264 ha) para el caso del bosque nativo y un 54 % (84.854 ha) para los pastizales.

En el análisis comparativo de las coberturas espaciales y la erosión hídrica superficial de los suelos para el suroeste chaqueño se pudo observar que la cobertura de cultivos presentó un importante aumento superficial del orden del 41 % (63.550 ha) sobre suelos con erosión hídrica moderada, al igual que la cobertura de suelo desnudo con un 41 % (64.563 ha). Para el caso de la cobertura de bosque nativo se pudo observar que la mayor disminución de superficie lo realizó cediendo suelos con erosión hídrica ligera con un 81 % (127.348 ha), seguidos por un 55 % (85.470 ha) de erosión moderada. En el caso de los pastizales, se observó una disminución de superficie con un 45 % (69.845 ha) de suelos con erosión moderada.

Finalmente, la comparación entre las coberturas y las capacidades de uso de los suelos permitió identificar que los mayores aumentos de superficie, para el caso de la cobertura de cultivos, se realizó sobre suelos con capacidades IV con un 53 % (83.175 ha) de incremento, para el caso de la cobertura de suelo desnudo se observó un incremento de 46 % (71.672 ha) sobre suelos con capacidades de uso III. Por su parte la cobertura de bosque nativo presentó una disminución general, cediendo suelos con capacidades de uso III en un 80 % (125.991 ha), mientras que los pastizales lo hicieron cediendo un 41 % (64.094 ha) sobre suelos con capacidades de uso IV.

A partir de la generación de mapas de coberturas se analizó la evolución y comparación de las características de los suelos del área de estudio y la determinación de la fragmentación de las coberturas naturales de bosque nativo, y pastizales y de origen antropogénico de cultivos. En este caso los resultados de un análisis, como el de detección de cambios se transformaron en insumo necesario para el análisis posterior.

Para el caso de la cobertura antropogénica de cultivo, se identificó la densidad y conectividad de las áreas cultivadas y se determinó la fragmentación de la misma y su evolución entre 1987 y 2011. Se observó que para 1987 esta cobertura estaba desconectada espacialmente y con bajas densidades; el resultado fue una fragmentación compuesta por escasas áreas de núcleos. La situación en 2011 se invirtió y se identificó un mosaico continuo con mayor densidad y conectividad a su vez que la fragmentación evidenció un aumento considerable de áreas de núcleos ubicadas, particularmente, hacia el oeste del área de estudio.

La cobertura de bosque nativo, a diferencia de la de cultivos, experimentó un proceso inverso del ocurrido. En 1987 existió una elevada conectividad y densidad de cobertura con una fragmentación manifestada con elevados números de núcleos de bosque nativo. En tanto que se 2011 se produjo una reducción del 64 % con valores de densidad y conectividad bajos y una fragmentación que indicó una disminución de la cantidad de áreas de núcleos para esta cobertura.

Con una situación similar a la del bosque nativo, la cobertura de pastizales experimentó una disminución de su estado de conectividad y densidad al igual

que de fragmentación, con abundantes áreas de núcleos a pocas áreas de núcleos, específicamente sobre el sector sur y oeste del área de estudio.

Todos los procesos de transformación analizados guardaron relación con las características histórico-económica propias de la región y del sector analizado. Desde el punto de vista económico se pudo observar tres momentos en los que se produjeron cambios a nivel agroeconómico que resultaron en cambios espaciales. En una primera instancia, entre 1970 y hasta 1990, no existió un cultivo predominante en el área de estudio, con excepción del sorgo. Luego, entre 1990 y 2000 el algodón ocupó nuevos espacios e ingresó en una etapa de crisis que dio paso al avance de otros cultivos alternativos. El período final registrado se inició en el año 2000 y continuó hasta 2014; se observó un aumento significativo del cultivo de la soja seguido por el girasol y algodón. Durante el período final se produjeron las mayores transformaciones espaciales observadas en la detección de cambios en las coberturas, lo cual implicó la práctica de desmontes sobre áreas con bosques nativos. Si bien la actividad de desmontes fue elevada, el aprovechamiento forestal mostró una tendencia descendente hacia finales de la serie de años analizada. Esto significó un cambio de aprovechamiento silvopastoril por uno exclusivamente agrícola basado en el cultivo de la soja.

Ante las transformaciones ocurridas en el suroeste de la provincia de Chaco es necesario la creación de un observatorio ambiental orientado a monitorear las actividades antropogénicas como la agricultura, ganadería y la forestación que en esta área se desarrolla activamente. El control de las áreas forestales con posibilidades de conservación de ambientes naturales, su valoración económica ambiental y su correcta incorporación al esquema productivo es necesario para evitar la completa degradación en el área estudiada. Del mismo modo, las actividades agropecuarias requieren un constante monitoreo del estado en el que se encuentran y de las condiciones naturales sobre las cuales se desarrollan, incursionando en modelos predictivos o de tendencias tanto en la evolución de las coberturas como en la evolución de las precipitaciones.

Es necesario repensar la ordenación del territorio teniendo en cuenta los riesgos potenciales de degradación asociados. La actual ley de presupuestos

mínimos de los bosques nativos Ley 26.331 permite todo tipo de actividades productivas en el área de estudio cuando la misma presentó valores de degradación potencial elevadas en determinados espacios, en particular sobre zonas de expansión agrícola. Por tal motivo es necesario implementar articulaciones locales por regiones ecológicas de las medidas planteadas por la ley de bosques. También es necesario, teniendo en cuenta las experiencias logradas con dicha ley, fomentar la creación de una ley de protección de suelos para toda la provincia, según regiones ecológicas.

Como futuros espacios de investigación se analiza la posibilidad de extender la experiencia lograda en el presente trabajo y trasladarla a las áreas de borde donde la presión antropogénica sobre las áreas naturales continúa el proceso de deforestación y pone en riesgo tanto las actividades económicas como la fragilidad del ambiente natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham Elena, Tomasini, Daniel y Patricia, Maccagno (2003). Desertificación. Indicadores y puntos de referencia en América Latina y el Caribe. Mendoza, Argentina: ZETAEDITORES.
- Adámoli, Jorge.; Torrella, Sebastián. A.; y Rubén, Ginzburg. (2008). La Expansión de la Frontera Agrícola en la Región Chaqueña: Perspectivas y Riesgos Ambientales. En Otto. T. Solbrig y Jorge Adámoli, Agro y Ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable (pp. 1-29). Foro de la cadena agroindustrial argentina. Obtenido de <http://www.foroagroindustrial.org.ar/medio.php>
- Administración Provincial del Agua. Dirección de Estudios Básicos. (2010). Anuario de Precipitaciones, Provincia del Chaco. APA. Disponible en <https://www.ecomchaco.com.ar/apa/ANUARIO1956-2010.PDF>
- Boletta, Pedro Cesar Enrique. (2001). Utilización de información agrometeorológica y satelital para la evaluación de la desertificación en el Chaco Seco – Departamento Moreno, Santiago del Estero. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela para Graduados. Córdoba.
- Brodersohn, V., Valenzuela, C., y Slutzky, D. (2009). Dependencia interna y desarrollo: El caso del Chaco. Resistencia: Librería De La Paz.
- Bruniard, Enrique. D., y Rey, Walter. (1976). Rasgos geográficos de las provincias del Nordeste Argentino. Revista de Estudios Regionales. Programa de Estudios Regionales. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)(1), 9-38.
- Cabrera, Ángel L. (1976). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Regiones Fitogeográficas Argentinas, II (fascículo 1), Segunda edición, 1-85. Buenos Aires, Argentina: ACME S.A.C.I.
- Cancer Pomar, Luis. (1999). La degradación y la protección del paisaje. Madrid, España. Ediciones Cátedra, S. A.

- Castillo, F. E., y Sentís, F. C. (1996). Agroclimatología. Mundiprensa. Madrid, España.
- Chandra Giri. P.(2012). Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications. Londres, Inglaterra. CRC Press. Taylor and Francis Group.
- Chuvienco, E. (1990). Fundamentos de Teledetección espacial. Madrid, España: RIALP.
- Chuvienco, E. (2002). Teledetección Ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Barcelona, España: Ariel.
- Cuadra, Dante Edín. (2014). Los enfoques de la Geografía en su evolución como ciencia. Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 11. Nº 21. Resistencia, Chaco. Disponible en:
<http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo21/archivos/cuadra14.pdf>
- Derewicki, J. V. (2000). Quebracho: árbol de hierro. Resistencia, Chaco, Argentina: Meana Impresores.
- Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco. (2000). El Chaco en Cifras 2000 (Serie A. Nro. 36). Ministerio de Economía Obras y Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.
- Dirección de Estadística y Censos de la Provincia del Chaco. (2001). El Chaco en Cifras 2001 (Serie A. Nro. 37). Ministerio de Economía Obras y Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.
- Dirección de Estadística y Censos de la provincia del Chaco. (2003). El Chaco en Cifras 2003 (Serie A. Nro. 39). Ministerio de Economía Obras y Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.
- Dirección de Estadística y Censos de la provincia del Chaco. (2004). El Chaco en Cifras 2004 (Serie A. Nro. 40). Ministerio de Economía Obras y

Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.

Dirección de Estadística y Censos de la provincia del Chaco. (2005). El Chaco en Cifras 2005 (Serie A. Nro. 41). Ministerio de Economía Obras y Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.

Dirección de Estadística y Censos de la provincia del Chaco. (2007). El Chaco en Cifras 2007 (Serie A. Nro. 44). Ministerio de Economía Obras y Servicios Públicos. Subsecretaría de Programación y Coordinación Económicas. Provincia del Chaco. República Argentina.

Eastman, R. J. (2003). IDRISI Kilimanjaro. Guía para SIG y procesamiento de imágenes. (A. C. Ravelo, Ed., y L. Masoca, Trad.) Córdoba: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Córdoba.

Eastman, Ronald, J. (2012). IDRISI Kilimanjaro. Guía para SIG y procesamiento de imágenes (Ravelo, Andrés Trad.). Córdoba: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Córdoba.

Ebdon, Davis. (1982). Estadística para Geógrafos. Barcelona, España. Oikos-tau S. A.

Fernández García F. (1996). Manual de climatología aplicada: el clima, medio ambiente y planificación. Síntesis S.A. Madrid, España.

Frau Carlos Mena., Valenzuela John Gajardo, Rojas Yony Ormazábal, Morales Hernández Yohana y Rodrigo, Montecinos Guajardo. (2006). Teledetección y Sig en el Ámbito Forestal: Experiencias en Chile. *Ambiência* (Vol 2, nº 3). Brasil: Guarapuava. UNICENTRO-SEER. Disponible en: revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/265/353

Geográfica. (2007). Atlas Geográfico de la Provincia del Chaco. Tomo I. El medio natural. Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco.

- Gómez, Claudia Verónica (2011). Los períodos secos en la Provincia del Chaco entre los años 1957 y 2005. Geográfica Digital, IGUNNE, Facultad de Humanidades, UNNE. Año 8- N°15. Resistencia, Chaco Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/homeig0.htm>
- Gómez, Verónica y Pérez, María Emilia. (2011). La variabilidad pluviométrica en la provincia del Chaco durante el período 1955-2009. Geográfica Digital, IGUNNE, Facultad de Humanidades, UNNE. Año 8- N°16. Resistencia, Chaco Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/homeig0.htm>
- Guido Miranda. (2005). Tres ciclos chaqueños: crónica histórica regional (3ª ed.). Resistencia, Argentina. Librería de la Paz.
- Gutiérrez Puebla, J., Rodríguez Rodríguez, V., y Santos Preciado, J. M. (1995). Técnicas cuantitativas (estadística básica). Barcelona, España: oikos-tau.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2001. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2008. Censo Nacional Agropecuario (CNA).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda.
- Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART - FAUBA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Red Agroforestal Chaco Argentina (Redaf). Monitoreo de desmontes en el Chaco Seco (1976-2012). Disponible en: <http://monitoreodesmonte.com.ar/>
- Lacoste, Alain y Robert, Salanon. (1981). Biogeografía (3ª ed.). Barcelona, España. Oikos-tau, S. A.
- Lambin, Eric F., Geist y Helmut J. (2006). Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. Springer. 222 p.
- Ledesma, Lino Luis (dir.); Barbona, Santiago; Melgratti, Maria Rosa; Sayago, José. Margosa, Luis. Rodríguez, Florentino; Gustin, Adolfo Valerio;

- Enrriquez, Oscar. (1973). Introducción al conocimiento de los suelos del Chaco. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia del Chaco. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sáenz Peña, Chaco (Argentina).
- Manoiloff, R. O. (2001). El cultivo del algodón en el Chaco entre 1950 y nuestros días: la etapa de crisis. Resistencia, Chaco, Argentina: Meana Editores.
- Manoiloff, R. O. (2005). La crisis del algodón en el Chaco y los cultivos alternativos. Corrientes, Argentina: Moglia S.R.L.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Disponible en: <http://www.sia.gov.ar/>
- Montenegro, Celina; Strada, Mabel; Gasparri, Ignacio y Julieta Bono. (2003). Mapa Forestal de la Provincia del Chaco. Actualización año 2002. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Disponible en: http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/umsef/cartografia/2002_chaco.pdf
- Naciones Unidas. (1994). Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por Sequía grave o desertificación, en particular en Africa (UNCCD). París, FRANCIA. Disponible en: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-spa.pdf>
- Navone, Stella. Maris. (2003). Sensores Remotos aplicados al estudio de los Recursos Naturales (1ª ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Buenos Aires.
- Pacha, María José; Luque, Sandra; Galetto, Leonardo y Louis, Iverson. (2007). Understanding biodiversity loss: an overview forest fragmentation in South America. IALE Landscape Research and Management paper. International Association of Landscape Ecology.

- Pérez Carrera, A., Moscuza, C. H. y Fernández Cirelli, A. (2008). Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero Argentina. Ecosistemas (Nº1). Disponible en: <http://www.monocultivos.com/conceptos/ArgentinaSEsteroSoja.pdf>
- Pérez, M. E. (2004). La variabilidad de las Precipitaciones en el Nordeste Argentino durante el período 1951 y 1990. Obtenido de Comunicaciones Científicas Tecnológicas 2004: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/2-Humanidades/H-007.pdf>
- Pérez, María. Emilia. (2009). El comportamiento témporo espacial de los montos anuales de precipitaciones en el Nordeste Argetrino. 1931-2005. Obtenido de Geográfica Digital: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/homeig0.htm>
- Pértile, Viviana. (2004). Ampliación de la frontera agropecuaria chaqueña: el oeste chaqueño y el cultivo algodónero. Geográfica Digital, Revista del Instituto de Geografía, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Humanidades. Año 1- Nº1. Disponible en: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/homeig0.htm>
- Pinilla, R. C. (1995). Elementos de teledetección. Madrid, España: Ra-ma.
- Puebla Gutiérrez, Javier, Rodríguez Vicente, Rodríguez y Santos Preciados, Miguel. (1995). Técnicas cuantitativas (Estadística básica). Barcelona, España. Oikos-tau.
- Real Academia Española (RAE). (2014). Diccionario de la lengua española (23.a ed.). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>
- Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española (23ª ed.). Madrid, España.
- Reboratti, Carlos. (1992). Ambiente, producción y estructura agraria en el Umbral al Chaco. Estudios Geográficos (53), 503-522.
- Reboratti, Carlos. (2000). Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Ariel.

- Reboratti, Carlos. (2010). Un mar de soja: la nueva agricultura el Argentina y sus concecuencias. Revista Geográfica Norte Grande .Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2010. N°45. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n45/art05.pdf>
- Riitters, K., J. Wickham, R. O'Neill, B. Jones, y E. Smith. 2000. Global-scale patterns of forest fragmentation. Conservation Ecology4 (2): 3. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol4/iss2/art3/>
- Sala Sanjaume, María y Batalla Villanueva, Ramón J. (1999). Teoría y método de la Geografía Física. España. Editorial Síntesis.
- Santos Preciado, José. M.; Matesanz, David. C. (2006). Los SIG raster en el campo medioambiental y territorial. Ejercicios prácticos con IDRISI y MiraMoon. Madrid, España: UNED editorial, 430págs. ISBN: 978-84-362-5303-0.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP). (1990). Atlas de suelos de la República Argentina (tomo I y II). Buenos Aires, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Investigación de Recursos Naturales.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. (1990). Atlas de suelos de la República Argentina. Buenos Aires (Argentina).
- Subirós Vila, Josep; Linde Varga, Diego; Pascual Albert Llausàs y Anna Ribas, Palom. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. Documents d'Anàlisi Geogràfica (Vol. 59, Núm. 2) Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/view/72657/82967>
- Torre Geraldi, A. H. (2004). El cultivo de la soja en el Chaco. Problemática productiva del sector agrícola provincial, en el marco de su inserción en el clúster oleaginoso argentino. Obtenido de <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/1-Sociales/S-008.pdf>

- Valenzuela, Maria Cristina; Mari, Oscar y Scavo, Ángel (2011). Persistencias y transformaciones del sector algodonero tradicional en la provincia del Chaco en la Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 2011, 20, 117-150. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reuge/v20n1/v20n1a06.pdf>
- Viglizzo, E. F., y Jobbágy, E. (2010). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su impacto Ecológico Ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Disponible en: http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/FRONTERA_cp12_28_oct_2010.pdf
- Viola Paso, Luis Fernando. (1986). *Diccionario de Geografía*. Buenos Aires, Argentina. Karten Editora S. A.
- Zarrilli, Adrián. (2000), Transformaciones ecológicas y precariedad económica en una economía marginal. *El gran chaco argentino, 1890-1950*. Theomai, primer semestre, N°1, Universidad Nacional de Quilmes. Quilmes, Argentina. Disponible en: <http://revista-theomai.unq.edu.ar/numero1/artzarrilli1.htm>
- Zarrilli, Adrián. (2004). Historia, ambiente y sociedad. La explotación forestal de los bosques chaqueños argentinos (1895-1948). *Diálogos Revista Electrónica de Historia*. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2004. Año 4, volumen 2. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/dialogos/article/view/6278/5980>
- Zarrilli, Adrián. (2008) Bosques vs agricultura. Los límites históricos de sustentabilidad de los bosques argentinos en en contexto de explotación capitalista. (1900-1950). *Luna Azul* (26): 87-106, ILUS TAB.
- Zarrilli, Adrián. (2010). ¿Una agriculturización insostenible? La provincia del Chaco, Argentina (1980-2008). Disponible en http://www.historiaagraria.com/info_articulo.php?id=523
- Zhilin Li, Chen Jun y Valtsavias, Emmanuel. (2008.) *Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Londres, Inglaterra. Taylor and Francis Group.