



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
AGRARIAS**

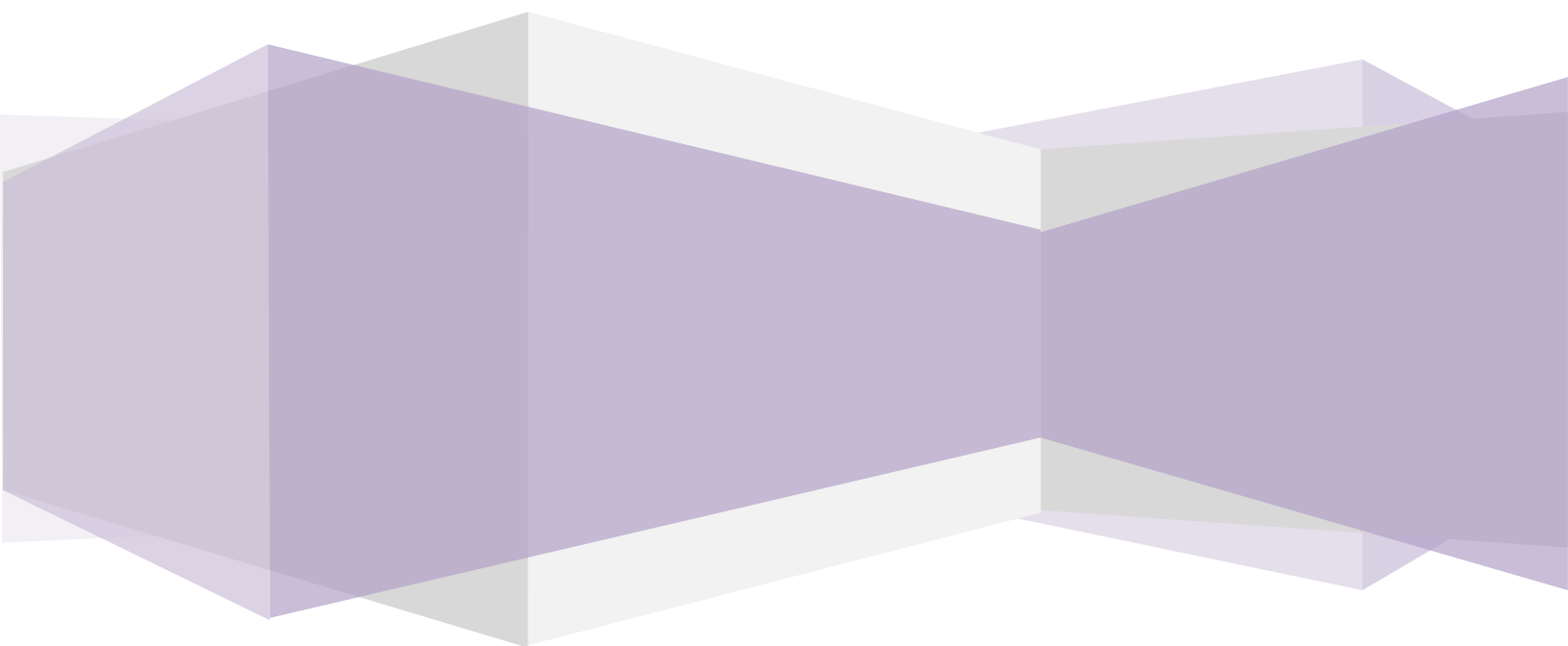
Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias

ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE EN BARRANCAS, MAIPÚ, EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1990 Y 2021

**Tesis de Grado
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Ariadna Comisso

Mendoza, Argentina. Marzo, 2022





Estudio de la estructura del paisaje en Barrancas, Maipú, en el periodo comprendido entre 1990 y 2021

Autora: COMISSO, Ariadna

ariadnacelestecomisso@gmail.com

acomisso@est.fca.uncu.edu.ar

Director: MASTRANTONIO, Leandro

leandro.mastrantonio@gmail.com

Codirectora: DEL BARRIO, Lucía

delbarrio.lucia@inta.gob.ar

Comisión evaluadora:

❖ SORLI, Laura

lsorli@fca.uncu.edu.ar

❖ FRUITOS, Andrea

andreafruitos@gmail.com

❖ DEBANDI, Guillermo

debandi.guillermo@inta.gob.ar



RESUMEN

A partir de 1990 se produjeron cambios en los patrones de producción y consumo de vino, tanto a nivel internacional como nacional. A nivel provincial, la vitivinicultura buscó posicionarse en este sector económico a escala mundial. Barrancas, un distrito con una historia largamente vitícola, se adaptó a los cambios de la época, modificando los patrones de producción a expensas de la calidad ambiental. Por su parte, actualmente la zona presenta un acelerado crecimiento urbano, que se da de forma desordenada y conflictiva. Estos dos factores, el avance de la frontera agrícola y de la frontera urbana, representan cambios de usos del suelo, que sin una correcta planificación, pueden generar afectaciones ambientales muy difíciles de remendar.

El objetivo general de esta tesis fue estudiar la estructura del paisaje en relación a cambios de uso del suelo en Barrancas, Maipú, desde 1990 hasta 2021, a partir de un análisis con Sistema de Información Geográfica. Para esto, se identificaron los principales usos del suelo en los distintos momentos estudiados y se hizo una comparación temporal de los mismos. Por último, se establecieron relaciones entre la dinámica histórica de usos del suelo y la estructura del paisaje. La hipótesis que se puso a prueba fue que el avance de la frontera agrícola y urbana genera una transformación en la estructura del paisaje.

La metodología consistió en tomar muestras a campo de las principales coberturas de suelo y calcular diez índices espectrales diferentes. A partir de esta información, se procedió a realizar clasificaciones supervisadas para la época estival los años 1990/1991, 2000/2001, 2010/2011 y 2020/2021. Una vez validadas las mismas, se calcularon cuatro índices del paisaje: cobertura, que brinda la sumatoria de las hectáreas equivalentes de cada clase; número de parches, que se estudió asociada a los otros índices; área núcleo, para el estudio específico de la disminución del área nativa y sus consecuencias en los servicios ecosistémicos; por último, la fragmentación, donde se relacionaron los números de parches con la cobertura.

Los resultados demuestran que el desarrollo de la zona se ha hecho con una mirada netamente productivista, donde la economía ha primado sobre la calidad ambiental y el bienestar social. En los últimos 30 años, la frontera agrícola ha aumentado su área en un 55%, en manos de grandes productores, basado principalmente en el monocultivo de la vid con sistema de conducción en espaldero. Esta expansión se ha realizado sobre el monte nativo, el cual ha visto disminuida su superficie en un 50%. La reducción de la superficie tiene una relación directa con la pérdida de área núcleo y la disminución del Humedal Arroyo Claro en la zona. Una propuesta para paliar los efectos negativos es la plantación de especies nativas en los interfilares de la vid. Esta investigación brinda información actualizada a los tomadores de decisiones, para que los mismos puedan abogar por un desarrollo sustentable, donde se tengan en cuenta los tres pilares: crecimiento económico, equidad social y calidad ambiental.

Palabras clave

Paisaje, agricultura, monte nativo, Sistema de Información Geográfica, desarrollo sustentable.



ABSTRACT

Since 1990 there have been changes in the production and wine consumption patterns at both international and national scale. At a provincial scale, the viticultural industry tended to insert itself into the worldwide market. Barrancas, a district with a long viticultural history, adapted itself modifying its production patterns at the expense of environmental quality. On the other hand, this area undergoes an accelerated process of urban sprawl, evolving in a disorderly and troubled fashion. These two factors, the agricultural and urban sprawl, portray land use changes that, without a thorough planning, may generate severe environmental issues which would require complex and strenuous solutions.

The aim of this thesis was to analyze the landscape structure regarding the land use in Barrancas, employing Geographic Information Systems. To this end, the main land uses were identified and compared. Subsequently, relations were established between the historic dynamic of the land use and the landscape structure so as to draw functional and applicable conclusions. The tested hypothesis was that both the agricultural and urban sprawl, generate a transformation of the landscape structure.

The methodology was based on taking field samples of the main land covers and calculating ten different spectral indices. With this data, supervised classifications were made for the summer periods of the years 1990/1991, 2000/2001, 2010/2011 y 2020/2021. Once the classifications were validated, four landscape metrics were calculated: Land cover, which sums the hectares for each class; Number of patches, studied along other indices; Overall core area, for the specific study of the reduction of natural land and its consequences on ecosystemic services; and finally, fragmentation, which relates Number of patches and Land cover.

Results show that the development in the area has been done taking into account only the production value, where the economy has been the main interest (over the environmental quality and social well-being). In the last 30 years, the agricultural limits have expanded their occupied surface in 55%, at the hands of big producers, based on vineyards grown in vertical trellis as single-crop system. This sprawl, has taken place over natural lands, which have had their cover diminished by 50%. This reduction is directly related to the loss of core area and the decrease of the Arroyo Claro wetland. A proposal to apply in order to undermine the negative effects is to plant native species within the vineyards. This investigation provides updated information to decision-makers so that they may plead for a sustainable development, where the three pillars (economic growth, social equity, and environmental quality) are taken into account.

Key words

Landscape, agriculture, natural lands, Geographic Information Systems, sustainable development.



AGRADECIMIENTOS

Primero y principal, quiero agradecer a mi familia. Sin el apoyo que ellos me han brindado todos estos años, hubiera sido imposible hacer esta carrera y esta tesis. No puedo explicar lo necesarias que fueron todas las palabras de aliento, los abrazos cuando el estrés ganaba, cuando me acercaban a la facultad antes de rendir e iba todo el viaje repitiendo insoportablemente.

Quiero agradecer a mi Marc. Con él, rendí la mitad de las materias de la facultad y fue mi compañía constante durante esta tesis. Es una persona brillante y hermosa. Soy muy afortunada de que esté en mi vida.

También quería agradecerle a mi familia facultativa: a la Luisi, que se ocupó de leer la tesis y ayudarme a que quedara 10 de 10 y al Nachi. Ellos dos hacen que hasta la peor materia se convierta en un juego. Al Agus, Seba, Coni, Ro, Ema y Juanchi que hicieron que la vida facultativa sea mucho más fácil y divertida.

Al Tomy, Gusti y la Lore, un grupo de oro, con el que puedo contar en todas y que han sido indispensables desde el día uno.

A mi director, Leandro y mi codirectora, Lula. Gracias por enseñarme y acompañarme en todo este proceso.

A mis evaluadoras y evaluador, por sus valiosos aportes, sugerencias y su predisposición para corregir esta tesis.

A todos ustedes, gracias!



TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	General.....	2
1.1.2	Específicos	2
1.2	Hipótesis	2
1.3	Marco teórico.....	3
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1	Área de estudio	7
2.2	Procedimiento	8
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1	Análisis por coberturas	23
3.2	Análisis por cultivo.....	28
3.3	Análisis del área núcleo.....	30
4.	CONCLUSIONES.....	33
5.	BIBLIOGRAFÍA	34
6.	ANEXO I: HUMEDAL ARROYO CLARO	37
6.1	INTRODUCCIÓN	37
6.1.1	Objetivos	39
6.1.2	Hipótesis.....	39
6.2	METODOLOGÍA.....	39
6.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
6.4	CONCLUSIONES.....	45
6.5	BIBLIOGRAFÍA	46
7.	ANEXO II.....	47



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Matriz, corredor y parche.	3
Figura 2: Estados de creciente fragmentación en el hábitat.	4
Figura 3: Área de estudio.	8
Figura 4: Polígonos de entrenamiento para la época estival 2020-2021.	11
Figura 5: Imágenes locales para las diferentes clases.	18
Figura 6: Ejemplos de área núcleo.	19
Figura 7: Evolución de las macroclases en Barrancas, Maipú, en el periodo 1990-2021.	21
Figura 8: Evolución de las clases de coberturas del suelo en Barrancas, Maipú, en el periodo 1990-2021.	22
Figura 9: Evolución de superficie de las principales macroclases de Barrancas, Maipú, en el periodo considerado.	23
Figura 10: Cambio neto de las coberturas respecto de la superficie de Barrancas, en el periodo considerado.	24
Figura 11: Número de parches vs cobertura en ha.	25
Figura 12: Fragmentación vs cobertura en ha.	26
Figura 13: Cobertura en ha de los principales cultivos, en Barrancas, Maipú, en el periodo de tiempo considerado.	28
Figura 14: Área núcleo en ha de las macroclases agrícola y nativo.	30
Figura 15: Componentes, funciones y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas.	31
Figura 16: Área relativa al Humedal en 1991.	40
Figura 17: Área relativa al Humedal en 2001.	40
Figura 18: Área relativa al Humedal en 2010.	41
Figura 19: Área relativa al Humedal en 2021.	41
Figura 20: Evolución del Humedal en el periodo de tiempo considerado.	42
Figura 21: Principales actividades llevadas a cabo en el Humedal Arroyo Claro por parte del grupo Guardianes del Humedal Arroyo Claro.	44
Figura 22: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 1990-1991.	47
Figura 23: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2000-2001.	47
Figura 24: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2010-2011.	48
Figura 25: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2020-2021.	48
Figura 26: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 1990-1991.	49
Figura 27: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2000-2001.	49
Figura 28: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2010-2011.	50
Figura 29: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2020-2021.	50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clases relevadas.....	10
Tabla 2: Bandas de Landsat 5 (sensor TM)	12
Tabla 3: Bandas de Landsat 8 (sensores OLI y TIRS)	12
Tabla 4: Macroclases y clases resultantes.....	16
Tabla 5: Superficie de las principales macroclases y variación de Barrancas, Maipú, en el periodo considerado.	23
Tabla 6: Cambio neto de las coberturas respecto de la superficie de Barrancas, en el periodo considerado.	24
Tabla 7: Número de parches vs cobertura en ha.	25
Tabla 8: Fragmentación vs cobertura en ha.	26
Tabla 9: Cobertura en ha de los principales cultivos, en Barrancas, Maipú, en el periodo de tiempo considerado.....	28
Tabla 10: Área núcleo en ha de las macroclases agrícola y nativo.	30
Tabla 11: Servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales.	38
Tabla 12: Área relativa al Humedal Arroyo Claro en el periodo considerado.....	43



1. INTRODUCCIÓN

El **desarrollo** es un concepto con numerosos significados, cargado de relevancia que, de acuerdo al adjetivo que lo acompañe, adquiere connotaciones diferentes (Vitale Gutierrez et al., 2020). Para esta investigación, nos centraremos en los siguientes:

“El **desarrollo territorial** hace alusión al territorio como espacio geográfico definido y delimitado por pautas institucionales, legales y el sentido de pertenencia de la comunidad, en donde se da la relación permanente entre los procesos sociales, económicos y ambientales” (Vitale Gutierrez et al., 2020).

Por otro lado, el **desarrollo sostenible** supone un modo de desarrollo con justicia social, que responde a las necesidades de todos, garantizando el derecho a gozar de un ambiente sano y equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras (Constitución Nacional Argentina, Art. 41).

Queda definir, por lo tanto, el **desarrollo territorial sostenible**. “El mismo, se trata de un desarrollo integral, en el que las acciones sectoriales y territoriales se estructuran sobre la base del territorio como elemento articulador” (Cabeza, 2016). Tiene como objetivo general mejorar las condiciones de vida de una sociedad, buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, la equidad social y la calidad ambiental (Vitale Gutierrez et al., 2020).

El desarrollo territorial sostenible de los territorios rurales requiere, entre otras cosas, planificar de manera inteligente el uso de los recursos naturales, especialmente el agua y el suelo. Un insumo básico para lograr estos objetivos es contar con información actualizada, confiable y espacialmente explícita sobre la cobertura y uso del suelo, así como sus cambios a lo largo del tiempo.

Sin embargo, una parte importante de la información existente sobre la cobertura y uso del suelo aún se caracteriza por su escasez, heterogeneidad de escalas espaciales y temporales y dispar calidad de los datos obtenidos. Todo ello limita las posibilidades de brindar un soporte efectivo al diseño, implementación y evaluación de políticas públicas efectivas orientadas a la sustentabilidad de los espacios agroproductivos (Pérez y Bacaro, comp., 2020, p.7).

En muchas oportunidades, la falta de información lleva a que los proyectos de planificación y gestión ambiental se implementen en estado de emergencia, haciendo que obras que deberían haber generado una mayor calidad de vida, tengan consecuencias negativas sobre los recursos naturales y los habitantes (Hurtado et al., 2006 como se citó en Baldini, 2020, p.90).

El presente estudio busca establecer relaciones entre los cambios de uso del suelo y las transformaciones en la estructura del paisaje, así como los efectos en las funciones del agroecosistema. Comprender de qué manera se fueron expresando las modificaciones en el área de Barrancas en las últimas décadas y valorar la variación del patrón del paisaje y la oferta de servicios ecosistémicos clave, posibilitará disponer de conocimientos fundamentales para la **planificación del territorio**. Estos conocimientos a su vez, podrán traducirse en propuestas de criterios para la fundamentación de políticas públicas, orientadas al ordenamiento territorial y al uso sostenible del territorio. Los servicios ecosistémicos afectados por el avance de la frontera agrícola y urbana podrán restaurarse y conservarse a partir de que los decisores cuenten con la información necesaria del territorio.



1.1 Objetivos

1.1.1 General

Estudiar la estructura del paisaje en relación a cambios de uso del suelo en Barrancas, Maipú, desde 1990 a 2021.

1.1.2 Específicos

- ❖ Identificar los principales usos del suelo en el distrito de Barrancas, Maipú en distintos momentos, desde 1990 hasta la actualidad.
- ❖ Comparar temporalmente la estructura del paisaje de los distintos años estudiados.
- ❖ Establecer relaciones entre la dinámica histórica de usos del suelo y la estructura del paisaje.

1.2 Hipótesis

El avance de la frontera agrícola y urbana en el distrito de Barrancas, Maipú, durante el periodo de 1990 a 2021, ha provocado una transformación en la estructura del paisaje.

1.3 Marco teórico

La **ecología del paisaje** (*landscape ecology*) es un enfoque científico de carácter transdisciplinario pero con una aportación especialmente trascendental de la geografía y la ecología. Es una visión holística de la realidad que intenta integrar al máximo su extremada y dinámica complejidad (Vila Subirós et al., 2006).

El **paisaje** es entendido por la ecología del paisaje como una: “manifestación en el espacio de la interacción dinámica entre las sociedades humanas y el medio, formado por un mosaico espacial heterogéneo de manchas con diferentes características” (Forman y Godron, 1985 como se citó en San Vicente y Valencia, 2008).

Vila Subirós et al., en 2006, indican que el elemento base para la interpretación del paisaje es el concepto de **mosaico** y que éste está compuesto tres elementos principales:

- ❖ Los **fragmentos** (o parches): son las diferentes unidades morfológicas que se pueden diferenciar en el territorio.
- ❖ Los **corredores**: son las conexiones existentes entre unos fragmentos y otros.
- ❖ La **matriz**: es el complejo formado por fragmentos y corredores. Desde un punto de vista funcional, una correcta interpretación de la matriz requiere de la determinación del elemento dominante. Este es el que ocupa una mayor superficie, está mejor conectado y acaba desempeñando un papel fundamental en la dinámica del paisaje.

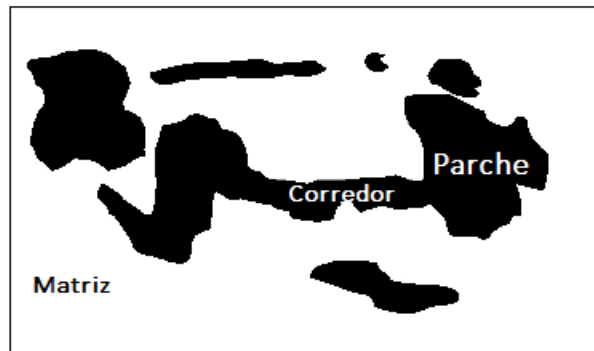


Figura 1: Matriz, corredor y parche.

Fuente: Forman y Godron, 1986 como se citó en San Vicente y Valencia, 2008, p.523.

Por lo que se refiere a las relaciones entre estos componentes, hay que diferenciar dos conceptos fundamentales: la **composición del paisaje** (la variedad y abundancia de fragmentos en un paisaje) y la **configuración del paisaje** (la distribución espacial de los fragmentos en el paisaje). El estudio de ambas, la composición y la configuración, es el estudio de la **estructura del paisaje** (Vila Subirós et al., 2006).

Esta disciplina estudia el territorio a diferentes escalas espaciales, de forma integrada y con un enfoque sistémico. En todo sistema o conjunto de elementos relacionados, las variaciones en las características de un elemento modifican al conjunto (San Vicente y Valencia, 2008).

Es por esto importante considerar a los **cambios de uso del suelo**, especialmente a la urbanización como una de las principales amenazas para la biodiversidad, ya que afecta al paisaje a través de la fragmentación y la pérdida de hábitat (Rojas et al., 2017).

Cuando se habla de **coberturas del suelo** se está haciendo alusión a los materiales presentes sobre la superficie terrestre, es un criterio biofísico. Por otro lado, el **uso del suelo** es un criterio socioeconómico y se refiere a las actividades que las sociedades desarrollan sobre determinado lugar y tipo de cobertura; sin embargo, es posible inferir usos del suelo a partir del conocimiento de coberturas (Pérez y Bacaro, comp., 2020).

El uso del suelo y los cambios en la cobertura, han sido identificados como factores importantes en la determinación de la **estructura y funcionalidad del paisaje**, especialmente en regiones que tienen una larga historia de uso antrópico. Los cambios socioeconómicos son los conductores principales del uso de la tierra y de los cambios en la cobertura y tienen un fuerte impacto en la estructura del paisaje y en los procesos ecológicos, mejorando o degradando su capacidad de soportar un gran número de especies y de servicios ecosistémicos (Parcerisas et al., 2012 y Potschin & Haines- Young, 2006, como se citó en Hernández et al., 2015).

La **fragmentación del hábitat** es el proceso en el cual un hábitat es transformado en parches más pequeños, aislados entre sí por una matriz con propiedades diferentes a las del hábitat original. Es una de las principales consecuencias de los cambios en el uso de la tierra y de la cobertura del suelo y puede resultar en una pérdida de la conectividad para diferentes especies (Fernández, 2019).

La fragmentación de paisajes anteriormente continuos, afecta el tamaño y número de parches de paisajes naturales y seminaturales, sus formas y dimensiones, la conectividad entre parches y su aislamiento, entre otros, influyendo sobre numerosos procesos ecológicos (Bennett, 1999; Forman, 1995 como se citó en Rojas et al., 2017). San Vicente y Valencia (2008) indican que el proceso de fragmentación tiene ciertas tendencias:

- a) disminución de la superficie total de hábitat,
- b) disminución del tamaño de los fragmentos,
- c) aumento del número de fragmentos,
- d) aumento de la separación entre los fragmentos,
- e) aumento de la relación perímetro/área de los fragmentos.

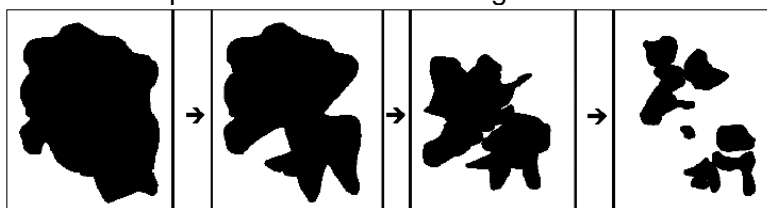


Figura 2: Estados de creciente fragmentación en el hábitat.

Fuente: San Vicente y Valencia 2008, p.526.

La **conectividad** es considerada crucial para la conservación de la biodiversidad y para la mitigación de los efectos negativos de la fragmentación del hábitat y del cambio climático en la biota nativa. Los corredores y pasajes han sido propuestos como una estrategia para fomentar la conectividad y promover el flujo de genes e individuos entre poblaciones fragmentadas (Hernández et al., 2015).

Por último, restaría definir lo que son los **servicios ecosistémicos** (SE). Éstos son entendidos como “aquellos beneficios directos e indirectos, derivados de los componentes y funciones de los ecosistemas, que pueden ser apropiados por una sociedad” (Zaccagnini et al., 2014). Cuando los ecosistemas resultan dañados, las pérdidas de SE pueden ser importantes y difíciles de recuperar. La agricultura y la ganadería, por ejemplo, resultan afectadas por los SE y a su vez influyen en ellos (FAO, 2021).



Los principales procesos de cambio de usos del suelo, contextualizados en nuestra **provincia**, se explican a continuación:

- ❖ Avance de la frontera agrícola: Lacoste (2008) explica que en nuestra provincia, la vitivinicultura es el sector productivo protagónico. La explotación de la vid data desde la fundación de Mendoza en 1561 y ha pasado por numerosas etapas. Factores decisivos como el desarrollo del ferrocarril y la llegada de la inmigración europea incrementaron notablemente la superficie cultivada. A partir de 1990, a nivel nacional se presenta un escenario político-económico que tiene como consecuencia cambios notables en la vitivinicultura provincial, a fin de posicionarse en este sector económico a escala mundial.

Para que ello ocurriera, fue clave la llegada de capitales extranjeros que compraron tanto bodegas como viñedos y explotaciones en las que implantaron nuevos viñedos. Este modelo de vitivinicultura empresarial buscó destacar la calidad de los cepajes y los vinos. La superficie cultivada había experimentado desde la década del setenta, un retroceso por erradicación de las llamadas variedades comunes, hasta 1980. A partir del 2000, comienza a recuperarse muy lentamente por la implantación de variedades de alta calidad enológica (Lacoste, 2008).

Villagra et al. (2004) sostienen que, además de la expansión sobre el monte nativo, con la consecuente degradación de los servicios ecosistémicos y la pérdida de conectividad en la zona, los impactos del avance de la vitivinicultura se registran en toda la región del monte. Se vio afectado principalmente el algarrobal: durante la etapa de crecimiento de la vitivinicultura, la explotación de algarrobo y retamo se intensifica, ya que su madera es utilizada en los sistemas de conducción de la vid. Un impacto directo se dio a principios del siglo XX, con la llegada del ferrocarril, donde la extracción de madera aumenta sensiblemente. Esta fue, quizás, la etapa de mayor degradación que sufrieron los bosques del monte, muchos de los cuales han desaparecido completamente (p. 39).

- ❖ Avance de la urbanización: Mesa y Giusso en 2014, explican que en Mendoza, el proceso de expansión urbana aparece como resultado de 3 factores:
 - Necesidad de más tierra urbanizable, asociada al aumento de la población;
 - búsqueda de zonas de mayor calidad ambiental, alejadas del centro urbano (ya degradado), por parte de sectores con mayor poder adquisitivo y
 - movilización de los sectores de menores recursos, en búsqueda de parcelas donde el valor de la tierra sea más accesible, pero en muchos casos sin los servicios básicos, accediendo de esta forma a un terreno, ya sea por operatorias de vivienda social desarrolladas a través del Estado o, como sucede en muchos de los casos, por la ocupación ilegal de propiedades fiscales.

El avance desordenado de la urbanización trae consecuencias ambientales graves (como ya se mencionó, afecta la biodiversidad y la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos a partir de la fragmentación del paisaje y los cambios de uso del suelo), además de consecuencias para la agricultura, ya que los asentamientos urbanos suelen establecerse sobre tierras productivas, o próximas a ellas. “Según un trabajo realizado por Olmedo et al. (2016) la superficie urbana dentro del oasis aumentó casi un 90% - desde 1988 a 2015. Este aumento de superficie ocupada para uso urbano fue en su mayoría sobre áreas cultivadas” (como se citó en del Barrio et al., 2017).



Manzini Marchesi (2015) indica que el **departamento de Maipú** está incorporando, desde fines del siglo XX, infraestructuras y asentamientos humanos que han producido una gradual degradación paisajística en diversas escalas. Se observa una alta fragmentación de la zonificación, donde se están cambiando los usos del suelo (por ejemplo, productiva-agrícola a habitacional y recreativa), que hace perder claridad sobre la delimitación zonal urbana-rural (p. 243).

En el caso del **distrito de Barrancas**, Parra (2017) indica que la ocupación data de la época de los Huarpes y, desde 1900, se tienen registros de las primeras vides implantadas. A partir de este momento, la superficie implantada con viñedos ha sido transformada debido a las numerosas crisis que sufrió el sector, las incorporaciones de nuevos cepajes y las dinámicas provinciales (p. 11).

En concordancia con la dinámica departamental, en 2017, del Barrio et al., indican que las zonas urbanas ubicadas al sur de los departamentos de Luján de Cuyo y Maipú crecen como “pueblos aislados”, manteniendo zonas rurales aledañas. Los habitantes de estos nuevos pueblos tienen hábitos de vida más urbanos que los residentes anteriores.

Para los productores locales, es más rentable la venta de la tierra en m² que la producción de uvas. Esto se da debido a que el gran incremento del valor de la tierra para urbanización es un impedimento para continuar invirtiendo en la actividad productiva, ya que no hay forma que la viticultura compense las ganancias por vender en m². Cabe agregar que en algunas zonas se han observado asentamientos en el borde de canales y desagües de riego. En algunos casos, se los asocia con el aumento de la inseguridad. Los productores sufren el robo de los postes de madera y los alambres que se usan para estructurar la viña. También ha habido actos de violencia física durante la práctica de riego (del Barrio et al., 2017).



2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Barrancas es un distrito del departamento de Maipú, provincia de Mendoza, Argentina, ubicado al sur del Río Mendoza (Figura 3). Fue un importante asentamiento Huarpe y fue allí donde se instalaron los evangelizadores prácticamente desde principios de la fundación de Mendoza. La zona atravesó distintas etapas productivas, extracción de áridos, petróleo y desde hace años, una parte del distrito es reconocido por sus viñedos y zona cultivada de alta calidad (Guerrero, 2021).

Barrancas es una región marcada por la presencia del Río Mendoza. Su recorrido a lo largo de la historia fue generando un lecho de sedimentos, formado por clastos de diversos tamaños, de origen fluvial, que hoy se encuentra en toda la zona, a veces en profundidad y más superficial a medida que nos acercamos al río (Giacomelli, 2018).

Al ser sus suelos de origen aluvial y profundos, de textura franco arenosa, fuertemente pedregosos, permiten a la vid extender sus sistemas de raíces en la tierra, mejorando su fuerza y salud, brindando buena calidad enológica con una intensa concentración aromática. El clima es privilegiado, con días cálidos, noches frescas y menor riesgo de heladas. La amplitud térmica diaria y la buena calidez en el verano, de baja humedad relativa y alta insolación, mejora altamente la calidad de las uvas (Giacomelli, 2018).

El nombre del distrito tiene origen en los grandes paredones junto al Río Mendoza. Cuenta con numerosos ríos secos por donde bajan aguas pluviales, formando barrancas y huayquerías. Otro ícono del lugar es la capilla de Nuestra Señora del Rosario, la cual fue declarada monumento histórico nacional en 1972. Hay rastros de la existencia de la misma desde el siglo XVIII. A principios del siglo XIX (1807), ya funcionaba como capilla, bajo el nombre de Nuestra Señora del Rosario, en el Antiguo Valle de Barrancas (Guerrero, 2021).

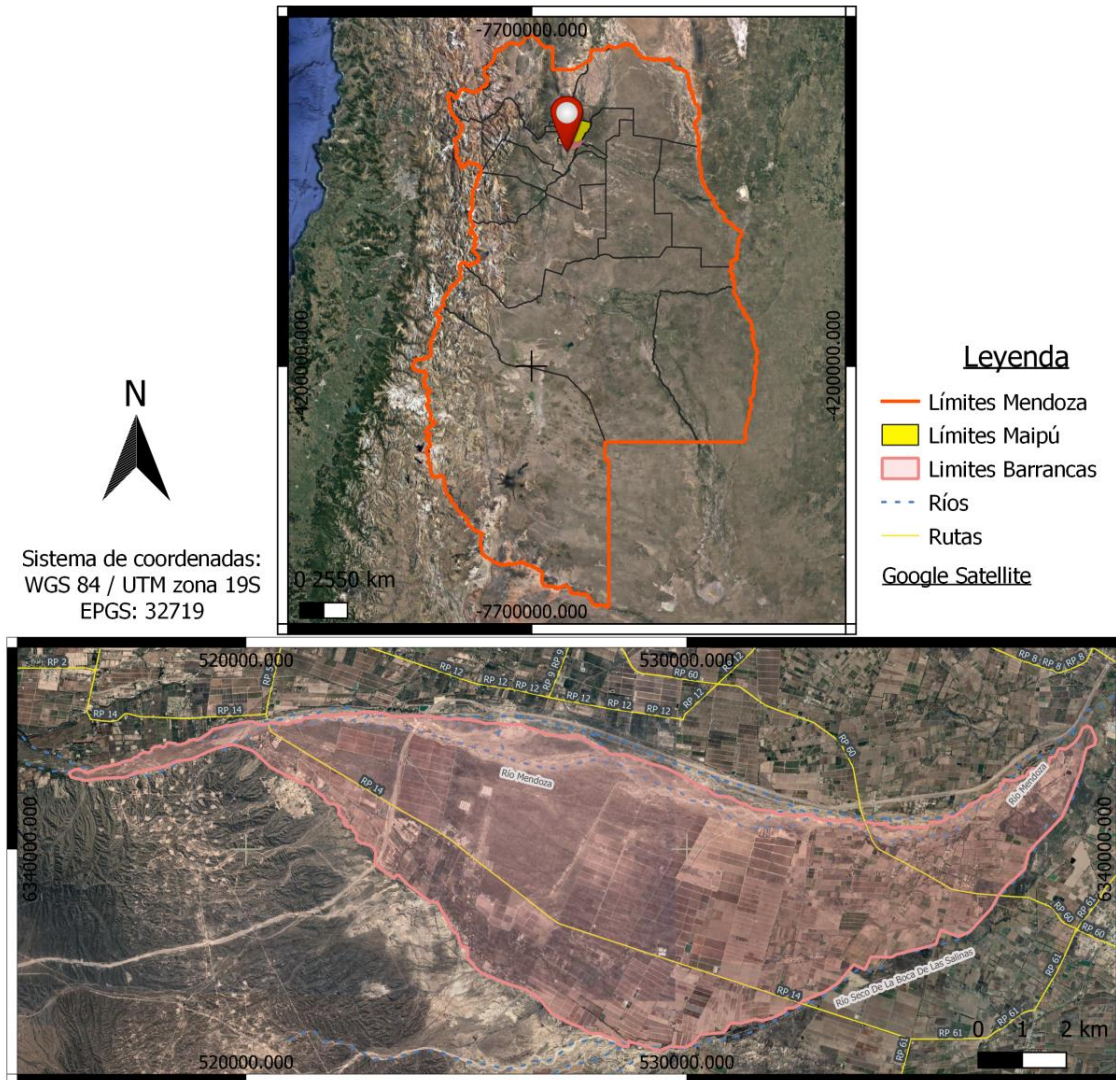


Figura 3: Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Procedimiento

El primer paso fue realizar una **salida a campo** donde se recolectó información sobre las principales coberturas del suelo. La salida se llevó a cabo el día 29 de abril del año 2021 y se tomaron puntos de muestreo utilizando la aplicación **Mobile Topographer**, la cual permite hacer levantamiento de información georreferenciada a campo a partir de la delimitación e identificación de zonas y lugares de interés.

Las coberturas muestreadas se adaptaron a la clasificación propuesta por la FAO: “**Land Cover Classification System (LCCS)**”:

El LCCS es un sistema de clasificación a priori estandarizado, diseñado para satisfacer los requerimientos específicos de los usuarios y que permite el mapeo, independientemente de la escala o de los medios utilizados para el mismo. LCCS consta de una metodología comprensible para describir, caracterizar, clasificar y comparar una gran cantidad de coberturas en cualquier lugar del mundo, a cualquier escala y nivel de detalle (INTA, 2009, como se citó en Pérez y Bacaro, comp., 2020, p.15).



La importancia de utilizar este sistema de leyendas radica en la posibilidad de estandarizar el estudio, lo que facilita la interpretación y permite la comparación con otros estudios de cobertura de suelo que también se apoyen en el LCCS de la FAO (Pérez y Bacaro, comp., 2020, p.16).

Las clasificaciones del LCCS de la FAO encontradas y adaptadas a las coberturas relevadas en la salida a campo, se muestran a continuación:

- ❖ **A11. Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas:** Áreas donde la vegetación natural ha sido modificada o reemplazada por otros tipos de cubierta vegetal de origen antrópico y requiere de intervención antrópica para mantenerse en el tiempo.

La fenología puede ser modificada por el hombre regularmente (por ej. laboreo, cosecha e irrigación). Incluye toda vegetación que se destina a cosecha: cultivos anuales, huertos, plantaciones forestales, barbechos, rastrojos, etc.:

- *Especies arbóreas*
 - Olivos
 - Frutales
- *Especies arbustivas*
 - Vid con sistema de conducción en espaldero
 - Descubierto
 - Tela antigranizo negra
 - Tela antigranizo blanca
 - Vid con sistema de conducción en parral
 - Descubierto
 - Tela antigranizo negra
 - Tela antigranizo blanca
- *Especies herbáceas*
 - Hortícola
- *Combinación de cultivos*
 - Vid parral + frutal
 - Olivo + vid
 - Olivo + frutal
 - Olivo + vid + frutal

- ❖ **A12. Vegetación Natural y Semi-natural:** La vegetación natural es aquella donde la cobertura vegetal está en equilibrio con los factores bióticos y abióticos de su biotipo. Se define como la vegetación no plantada por el hombre pero influenciada por actividades humanas, por ejemplo el sobre pastoreo de la vegetación natural, o prácticas tales como la tala o extracción selectiva en un bosque natural, por lo cual la composición florística se ha visto modificada.

También se incluyen áreas previamente cultivadas que han sido abandonadas y donde hay un proceso de regeneración de la vegetación. El disturbio humano causante de esto puede ser deliberado o inadvertido. La cobertura vegetal no es artificial, en contraste con la clase A11 (Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas) y no necesita de la intervención humana para mantenerse por largo tiempo.

- *Vegetación nativa*

- ❖ **B15. Superficies Artificiales y Áreas Asociadas:** Áreas que tienen una cobertura artificial como resultado de actividades humanas: construcciones (ciudades, transporte), extracción (apertura de minas y canteras) o depósitos de basura. Un ejemplo son las áreas urbanas donde la superficie consiste en materiales impermeables; estas superficies tienen alta influencia en el escurrimiento y el movimiento de las aguas.

Las áreas Asociadas son aquellas en que las superficies originales han sido removidas, como en los sitios de extracción o canteras, o donde hay materiales depositados sobre los originales tales como basurales y otro tipo de depósitos.

- *Superficie urbanizada:* dentro de esta categoría se incluyen las superficies asociadas a casas, caminos impermeabilizados y basurales.
- ❖ **B16. Áreas desnudas:** Áreas que no presentan una cobertura artificial como resultado de actividades humanas. Estas áreas incluyen áreas con menos del 4% de cobertura vegetal.
 - *Suelo descubierto*
- ❖ **B27. Cuerpos de Agua, Nieve y Hielo Artificiales:** Áreas cubiertas por agua debido a la construcción de reservorios, canales, lagos artificiales, etc. Sin estos, el área debería no estar cubierta por agua, nieve o hielo.
 - *Cuerpos de agua artificiales*

Tabla 1: Clases relevadas.

A11. Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas (LCCS)	Especies arbóreas	<i>Olivo</i>	
		<i>Frutales</i>	
	Especies arbustivas	Vid con sistema de conducción en espaldero	<i>Descubierto</i>
			<i>Tela antigranizo negra</i>
		Vid con sistema de conducción en parral	<i>Tela antigranizo blanca</i>
			<i>Descubierto</i>
	Combinación de cultivos	Vid con sistema de conducción en parral	<i>Tela antigranizo negra</i>
			<i>Tela antigranizo blanca</i>
		<i>Hortícolas</i>	
		<i>Vid parral + frutal</i>	
<i>Olivo + vid</i>			
<i>Olivo + frutal</i>			
<i>Olivo + vid + frutal</i>			
A12. Vegetación Natural y Semi-natural (LCCS)	<i>Vegetación nativa</i>		
B15. Superficies Artificiales y Áreas Asociadas (LCCS)	<i>Superficie urbanizada</i>		
B16. Áreas desnudas (LCCS)	<i>Suelo descubierto</i>		
B27. Cuerpos de Agua, Nieve y Hielo Artificiales (LCCS)	<i>Cuerpos de agua artificiales</i>		

Fuente: Adaptación clasificaciones del LCCS de la FAO.

A partir de la toma de los puntos de muestreo, se procedió a realizar los polígonos, abarcando toda la extensión de los puntos relevados.

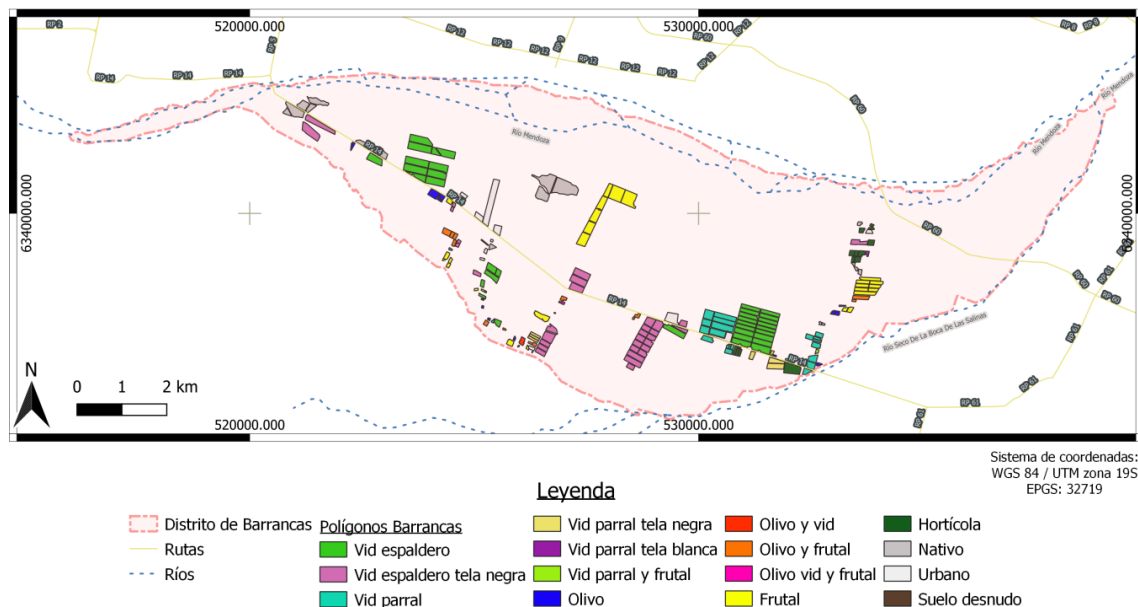


Figura 4: Polígonos de entrenamiento para la época estival 2020-2021.

Fuente: Elaboración propia.

El segundo paso fue la descarga de **imágenes satelitales**. Las mismas se obtuvieron de la página *EarthExplorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Se eligió trabajar con el satélite *Landsat*, por la buena resolución espacial que posee (30 metros) y por la posibilidad de trabajar con imágenes de un gran rango de años (existen misiones Landsat en órbita desde 1972).

Se utilizó un total de **4 imágenes**, una por cada 10 años, en el periodo comprendido entre 1990 y 2021. La elección de estos años no es arbitraria, responde al cambio económico registrado en la provincia a partir del año 1990. Por otro lado, el periodo de tiempo elegido se adaptó del trabajo de Rojas et al., 2017, teniendo en cuenta que el análisis de imágenes satelitales reveló que los cambios de cobertura para la zona de estudio se ven bien reflejados cada 10 años. También se eligieron las imágenes con un intervalo de tiempo que permitiera la comparación entre ellas. Por último, es importante remarcar que las imágenes se buscaron en la época estival y con una nubosidad del 0 al 10%. Las imágenes descargadas fueron:

- ❖ Periodo estival 1990-1991:
 - Fecha: 19 de enero de 1991.
 - Satélite: Landsat 5.
- ❖ Periodo estival 2000-2001:
 - Fecha: 14 de enero de 2001.
 - Satélite: Landsat 5.
- ❖ Periodo estival 2010-2011:
 - Fecha: 25 de diciembre de 2010.
 - Satélite: Landsat 5.
- ❖ Periodo estival 2020-2021:
 - Fecha: 21 de enero de 2021.
 - Satélite: Landsat 8.

En tercer lugar se calcularon **índices espectrales**. Estos son combinaciones de las bandas espectrales registradas por los satélites, cuya función es realzar la cubierta vegetal en función de su respuesta espectral y atenuar los detalles de otros componentes como el suelo, la iluminación, etc. El resultado permite obtener una nueva imagen donde se destacan gráficamente determinados píxeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales: densidad, índice de área foliar y actividad clorofílica (Alonso, 2021).

Como las imágenes provenían de dos satélites distintos, fue necesario tener en cuenta que las bandas no abarcan las mismas longitudes de onda. Las bandas de cada satélite se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 2: Bandas de Landsat 5 (sensor TM)

Banda	Nombre	Longitud de onda (μm)	Resolución (m)
1	Azul	0,450 – 0,520	30
2	Verde	0,520 – 0,600	30
3	Rojo	0,630 – 0,690	30
4	Infrarrojo	0,760 – 0,900	30
5	Infrarrojo de onda corta 1 (SWIR 1)	1,550 – 1,750	30
6	Infrarrojo térmico	10,400 – 12,500	120
7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWIR 2)	2,080 – 2,350	30

Fuente: EOSDA, s.f.

Tabla 3: Bandas de Landsat 8 (sensores OLI y TIRS)

Banda	Nombre	Longitud de onda (μm)	Resolución (m)
1	Costera – Aerosoles	0,435 – 0,451	30
2	Azul	0,452 – 0,512	30
3	Verde	0,533 – 0,590	30
4	Rojo	0,636 – 0,673	30
5	Infrarrojo cercano (NIR)	0,851 – 0,879	30
6	Infrarrojo de onda corta 1 (SWIR 1)	1,566 – 1,651	30
10	(TIR 1)	10,60 – 11,19	100
11	(TIR 2)	11,50 – 12,51	100
7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWIR 2)	2,107 – 2,294	30
8	Pancromática	0,503 – 0,676	15
9	Cirrus	1,363 – 1,384	30

Fuente: EOSDA, 2021.

Los índices calculados se seleccionaron siguiendo antecedentes de clasificaciones supervisadas en la zona (Pérez y Bacaro, comp., 2020) y en otras regiones del país (Buzzi, et al., 2017). En total, se calcularon 10 índices espectrales.

Para los primeros 8, se utilizó la función **vegetation index (slope based)** del programa Sistema de Información Geográfica QGIS3.12 (<https://qgis.org>). Se colocaron las bandas correspondientes al infrarrojo cercano y al color rojo y se definió el Soil Adjustment Factor en 0,5. Los índices calculados fueron:

Difference Vegetation Index (DVI):

$$DVI = NIR - R$$

El Índice de Vegetación Diferenciada (DVI) es un índice de vegetación sencillo. Richardson y Wiegand (1977), autores del índice, indican que sus valores pueden ser positivos o negativos, donde:

- ❖ valores negativos indican la presencia de agua,
- ❖ un valor de 0 indica suelo desnudo,
- ❖ valores positivos indican vegetación.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI):

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

El Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI) está altamente asociado con el contenido de vegetación. Los valores altos de NDVI corresponden a áreas que reflejan más en el espectro del infrarrojo cercano. Una mayor reflectancia en el infrarrojo cercano corresponde a una vegetación más densa y saludable (D'Amario et al., 2020).

Según Muñoz Aguayo, 2013, la escala va de -1 a 1, donde:

- ❖ valores negativos representan superficies sin vegetación,
- ❖ el valor 0 representa el valor aproximado donde empieza la ausencia de vegetación,
- ❖ valores positivos indican la presencia de vegetación.

Transformed Vegetation Index (TVI):

$$TVI = \sqrt{\frac{NIR - R}{NIR + R} + 0,5}$$

En el Índice de Vegetación Transformado (TVI), $(NIR - R)/(NIR + R)$, es un término normalizado y a su vez se suma 0,5 para reducir la probabilidad de obtener valores negativos (Deering et al., 1975, como se citó en Richardson y Wiegand, 1977). La raíz cuadrada se agregó para intentar corregir la distribución que tiene el NDVI (similar a una distribución Poisson), y aproximarlos más a una distribución Normal (Richardson y Wiegand, 1977).

Corrected Transformed Vegetation Index (CTVI):

$$CTVI = \left(\frac{NDVI + 0,5}{ABS(NDVI + 0,5)} \right) \times \sqrt{ABS(NDVI + 0,5)}$$

El Índice de Vegetación Transformado Corregido (CTVI) apunta a corregir los posibles valores negativos del TVI. Agregar una constante de 0,5 a todos los valores del NDVI no siempre elimina los valores negativos porque los valores del NDVI pueden tener el rango -1 a +1. Los valores menores que -0,5 dejan pequeños valores negativos luego de la operación de adición (Abaurrea Pereda, 2013).

La corrección se realiza para eliminar los valores negativos y generar una imagen del índice de vegetación similar a, o mejor que, el NDVI. Sin embargo, Thiam (1997) indica

que la imagen resultante del CTVI puede ser muy “ruidosa” debido a una sobrestimación de la cualidad verde. Él sugiere ignorar el primer término de la ecuación CTVI para obtener mejores resultados. Esto se logra simplemente sacando la raíz cuadrada de los valores absolutos del NDVI en la expresión original del TVI para tener un nuevo índice de vegetación llamado Índice de Vegetación Transformado de Thiam (TTVI).

Thiam’s Transformed Vegetation Index (TTVI):

$$TTVI = \sqrt{ABS(NDVI + 0,5)}$$

El Índice de Vegetación Transformado de Thiam (TTVI) corrige la sobreestimación del verde del TVI (Thiam, 1997).

Ratio Vegetation Index (RVI):

$$RVI = \frac{R}{NIR}$$

El Índice de Vegetación de Cociente (RVI) tiene gráficamente las mismas fuerzas y debilidades que el TVI mientras que resulta más simple a nivel computacional (Richardson y Wiegand, 1977). Además, es “poco sensible a las condiciones de iluminación, pero mucho a las propiedades ópticas de la tierra” (Muñoz Aguayo, 2013).

Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI):

$$NRVI = \frac{(RVI - 1)}{(RVI + 1)}$$

El Índice de Vegetación de Cociente Normalizado (NRVI) es una modificación del RVI, por el cual el resultado es normalizado. Esta normalización es similar en efecto a la del NVDI, es decir, reduce los efectos topográficos, lumínicos y atmosféricos (Abaurrea Pereda, 2013).

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI):

$$SAVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} * (1 + L)$$

El Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) se utiliza para corregir el NDVI por la influencia del brillo del suelo en áreas donde la cobertura vegetativa es baja. El SAVI derivado de la reflectancia de la superficie del Landsat se calcula como una relación entre los valores R y NIR con un factor de corrección de la luminosidad del suelo (L) definido en 0,5 para acomodar la mayoría de los tipos de cobertura del suelo (USGS, 2019 como se citó en D’Amario et al., 2020).



Además, se calcularon 2 índices adicionales, utilizando la función **Calculadora Ráster** también del programa QGIS3.12. Los mismos fueron:

Normalized Difference Built-up Index (NDBI):

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

El Índice de Diferencia Normalizada Edificada (NDBI) permite llevar a cabo la estimación de zonas con superficies edificadas o en desarrollo de construcción frente a las habituales zonas con vegetación natural o desnudas. El índice NDBI, junto a otros como el índice UI son una vía de análisis territorial en estudios urbanísticos, infraestructuras y la comparación de la evolución de las urbes en el tiempo (Matellanes Ferreras, 2018).

De los Ángeles Luna y Morales, en 2018, establecen que sus valores están comprendidos entre -1 y 1 donde:

- ❖ los pixeles negativos representan áreas con vegetación,
- ❖ valores intermedios corresponden zonas desnudas, cultivos en crecimiento o zonas en construcción,
- ❖ valores positivos elevados indican coberturas de suelo edificadas o de infraestructuras.

Urban Index (UI) de Kawamura:

$$UI = \frac{SWIR - VNIR}{SWIR + VNIR}$$

El Índice Urbano (UI) está fuertemente relacionado con la densidad de edificación por pixel, por lo cual, generalmente se usa para el mapeo de zonas urbanas. De los Ángeles Luna y Morales, 2018, señalan que sus valores están comprendidos entre -1 y 1, donde:

- ❖ la vegetación toma valores negativos cercanos a -1,
- ❖ los valores negativos muy pequeños cercanos a 0 son coberturas de superficies edificadas,
- ❖ los suelos desnudos tienen valores superiores a 0.

El resultado obtenido fueron 10 imágenes ráster, una por cada índice calculado. Con esta información, sumado a los polígonos de entrenamiento, se realizó una **clasificación supervisada**. La clasificación de imágenes es uno de los procesos de tratamiento digital más comúnmente aplicados a los datos espectrales para generar mapas temáticos. La misma, permite categorizar cada uno de los píxeles de la imagen en las clases de cobertura previamente definidas (Pérez y Bacaro, comp., 2020, p.22).

Para esto, la información se volcó en el programa **SAGA GIS** (<http://www.saga-gis.org/>). Este es un Sistema de Información Geográfica (GIS) de código abierto utilizado para editar y analizar datos espaciales. Incluye una gran cantidad de módulos para el análisis de datos vectoriales (punto, línea y polígono), tabla, cuadrícula e imagen¹.

¹ https://live.osgeo.org/es/overview/saga_overview.html

La clasificación se obtuvo utilizando la herramienta **Random Forest (ViGrA²)**. Random Forest, es una de las técnicas de *machine learning* (aprendizaje automatizado). Este método consiste en utilizar un gran conjunto de árboles de decisión que se entrenan con diferentes subconjuntos de las muestras de entrenamiento. Cada píxel se asigna a la clase estimada por un sistema de votación correspondiendo a la clase arrojada por el mayor número de árboles (del Toro Espín et al., 2015 citado en Pérez y Bacaro, comp., 2020, p.22). Para esto, se realizaron ajustes respecto de los datos utilizados:

- ❖ Se simplificaron las categorías, ya que la similitud entre ellas confundía al clasificador. Se optó por juntar categorías similares como vid espaldero con vid espaldero con tela negra y se eliminaron las categorías poco representadas, como la de cultivos mixtos de vid parral con olivos y frutales. La clasificación resultante fue:

Tabla 4: Macroclases y clases resultantes.

Macroclases	Clases
Agrícola	Vid espaldero
	Vid parral
	Olivo
	Frutal
	Olivo y frutal
	Hortícola
	Cuerpos de agua artificiales
Nativo	Nativo
Urbano	Urbano
Suelo desnudo	Suelo desnudo

Fuente: Elaboración propia.

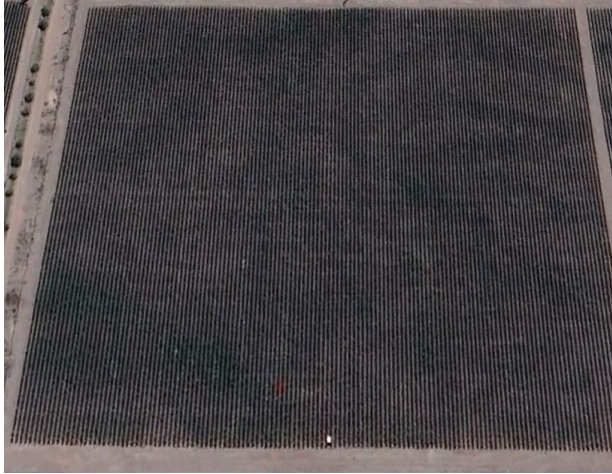
- ❖ Se procedió a enmascarar³ el lecho del Río Mendoza. Dada la alta cantidad de suelo desnudo, el clasificador lo confundía con urbano.
- ❖ Por último, se enmascaró el Humedal Arroyo Claro, ubicado en el extremo noreste del distrito. El mismo posee diferentes texturas y colores que confundían al clasificador. A partir del estudio de las imágenes satelitales, se pudo ver que el Humedal ha sufrido una reducción en su área en el periodo considerado. La importancia de este tipo de ecosistemas, especialmente en tierras secas, hizo que fuese necesario un estudio más específico del mismo, atendiendo a la reducción que ha sufrido y a la pérdida de servicios ecosistémicos que esto representa. El análisis se adjunta en el **Anexo I**.

Una vez obtenida la clasificación para la época estival 2020-2021, se modificaron los polígonos de entrenamiento utilizando las imágenes históricas de **Google Earth Pro**. Esto se hizo porque los polígonos de la figura 4 son válidos solamente como muestra de los cultivos actuales, pero no son representativos de cultivos de años anteriores.

² "Vision with Generic Algorithms"

³ Se realizó un polígono que cubría por completo el lecho del río, y se recortó de las imágenes ráster. La clasificación entonces, se hizo para la zona, sin contar el río. El mismo procedimiento se realizó para el humedal.

Vid espaldero



Vid parral



Olivo



Frutal



Olivo y frutal



Hortícola



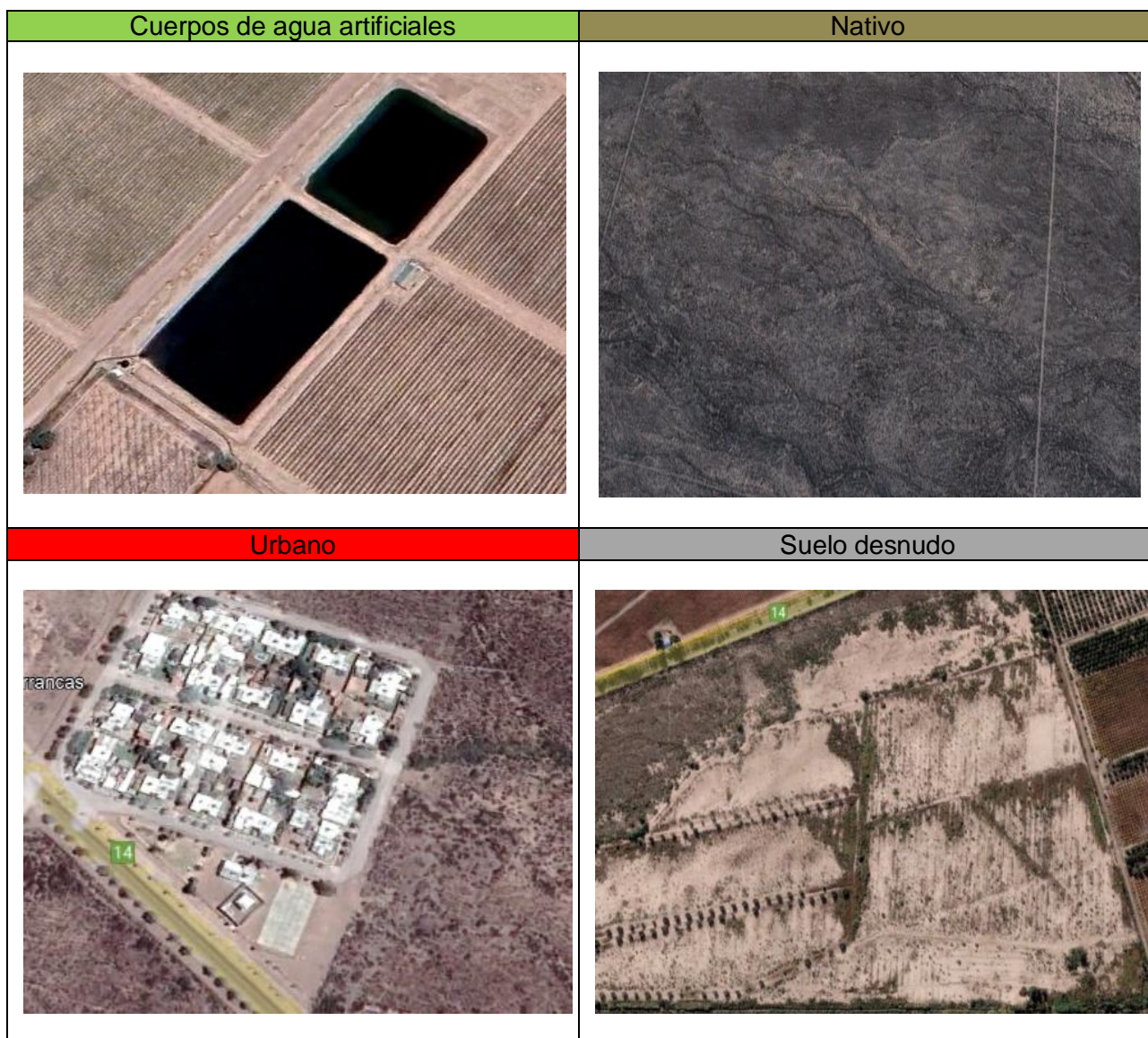


Figura 5: Imágenes locales para las diferentes clases.

Fuente: Imágenes capturadas de Google Earth.

El último paso fue calcular los **índices del paisaje** (landscape metrics) utilizando **LecoS**. Este es un complemento de Ecología del Paisaje de QGIS utilizado para calcular las métricas del paisaje en capas ráster (Duarte, 2014).

Los índices del paisaje son herramientas cuantitativas que aportan datos numéricos sobre la composición y la configuración de los paisajes, la proporción de cada cubierta del suelo o la superficie y la forma de los elementos del paisaje. Además, permiten la comparación entre distintas configuraciones paisajísticas, la misma área en distintos momentos temporales o la definición de escenarios futuros (Vila Subirós et al., 2006).

La elección de los índices a calcular se hizo en base a los objetivos e hipótesis de este trabajo. Además, se tuvo en cuenta la practicidad de cálculo de los mismos y la claridad de los resultados obtenidos. Los índices calculados fueron:

- ❖ **Land Cover (Cobertura):** Equivale a la sumatoria de las hectáreas de cada parche de una clase determinada (McGarigal, 2015).
- ❖ **Number of Patches (Número de parches):** Equivale al número de parches correspondientes a una clase. Es una métrica muy útil para numerosos procesos ecológicos, aunque normalmente es interpretativamente limitada, ya que no aporta información sobre área o distribución (McGarigal, 2015). En este trabajo, se la analizó asociada a Land Cover y dentro del cálculo de la fragmentación.
- ❖ **Overall Core Area (Área Núcleo):** El área núcleo equivale al área entre un espesor especificado (McGarigal, 2015). Dicho de otra forma, se considera el área núcleo a aquella área rodeada de 8 parches de la misma clase. Por ejemplo:

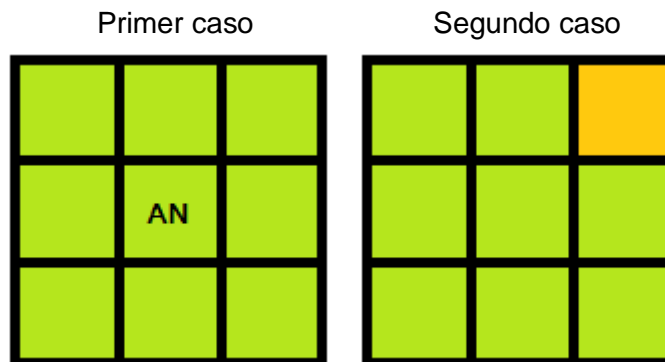


Figura 6: Ejemplos de área núcleo.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer caso, solo el cuadrado central es área núcleo, ya que los otros 8 cuadrados pertenecen a la misma clase. En este trabajo, por estar utilizando imágenes Landsat, el área núcleo del ejemplo serían 30m² (un píxel). En el segundo caso no hay área núcleo, porque no todos los 8 cuadrados colindantes pertenecen a la misma clase.

En este trabajo, se analizó la sumatoria de las áreas núcleo de cada fragmento de una misma clase, en hectáreas. Un valor alto de área núcleo implicaría la presencia de grandes fragmentos con formas más bien regulares (McGarigal et al., 1994; Rutledge, 2003 como se citó en Ferreira et al., 2018).

- ❖ **Fragmentación (F):** Para el estudio de la fragmentación, se relacionó la cobertura de cada clase con el número de parches, de forma tal que, a mayor valor, la fragmentación aumenta y a menor valor, la clase se encuentra más consolidada, ya que mayor área se concentra en menos parches.

$$F = 1 - \frac{\text{Cobertura (ha)}}{\text{Cobertura (ha)} + \text{Número de Parches} - 1}$$



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan las clasificaciones obtenidas para el distrito de Barrancas, en los distintos años estudiados. En la figura 7, se analizan comparativamente las macroclases para cada año y en la figura 8, las clases. Con estos mapas se puede apreciar a simple vista el avance del sector agrícola y la disminución del monte nativo de la zona. Por su parte, en la figura 8 se evidencia cómo el sector agrícola adoptó el sistema de conducción en espaldero y la monopolización que este generó. Estas figuras son complementarias al análisis de los indicadores que se encuentra a continuación. Los mapas de las figuras 7 y 8 se encuentran completos en el **Anexo II**.

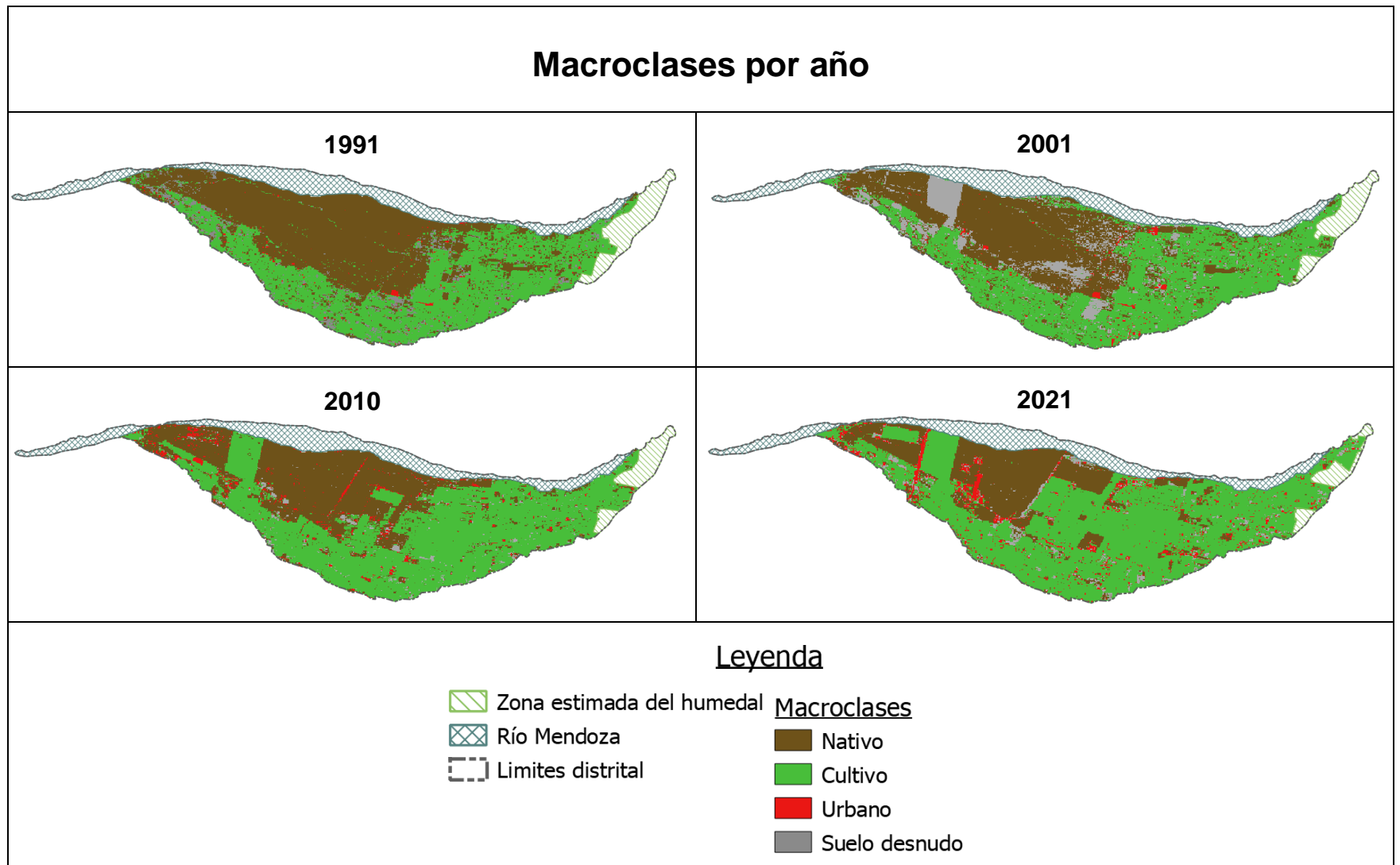


Figura 7: Evolución de las macroclases en Barrancas, Maipú, en el periodo 1990-2021.

Fuente: Elaboración propia.

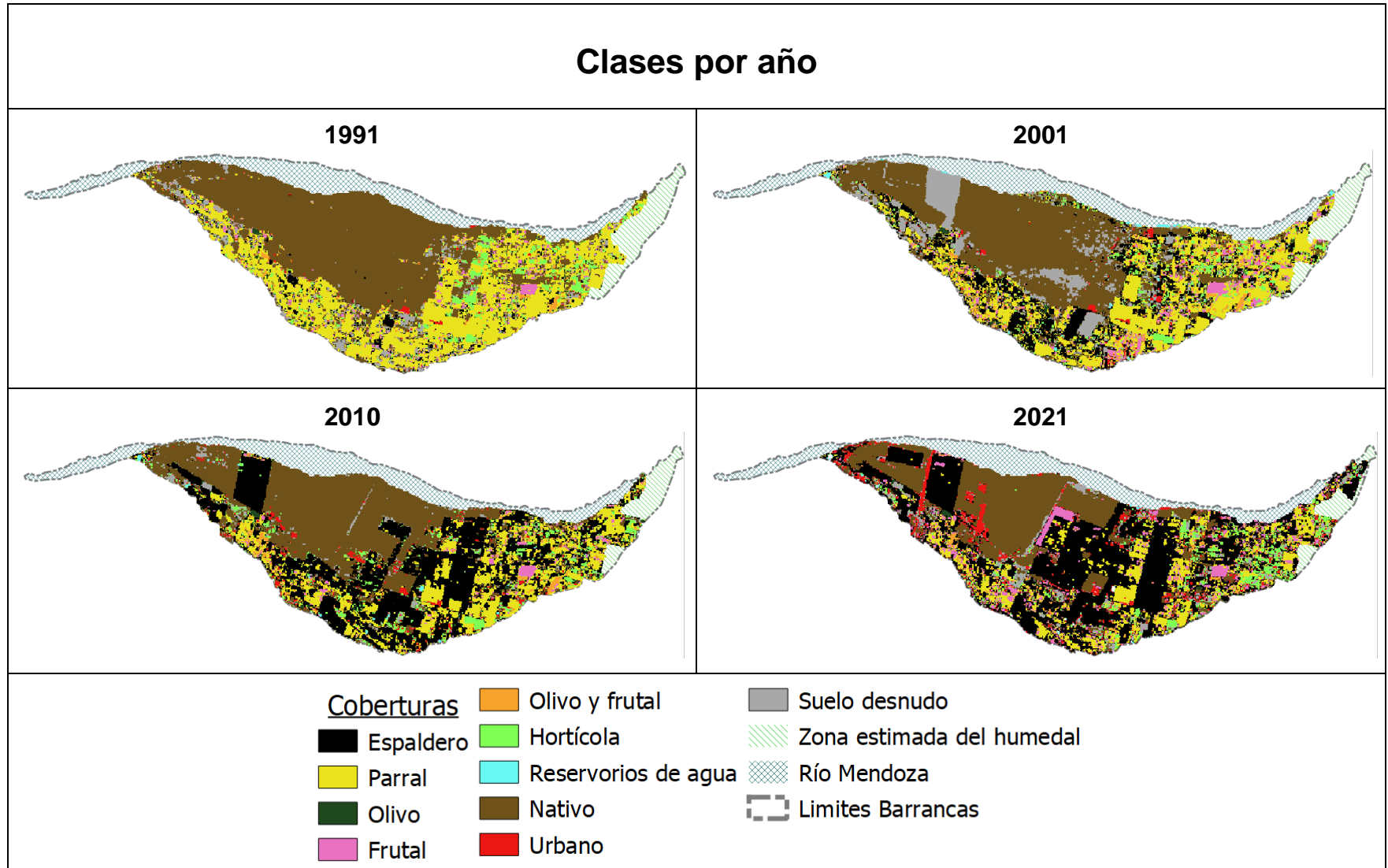


Figura 8: Evolución de las clases de coberturas del suelo en Barrancas, Maipú, en el periodo 1990-2021.

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Análisis por coberturas

A partir de los resultados obtenidos, podemos analizar cómo se han dado los cambios en la estructura del paisaje entre los diferentes años. En la tabla 5 y figura 9 se observa la magnitud de cambio que han sufrido las macroclases: los **cultivos** han aumentado su área en un **54,22%**, alcanzando un valor de **4367 ha**, cuando a principios de los años 90, tenía valores cercanos a las **2831 ha**. En contraposición, el **monte nativo** de la zona ha sufrido un **retroceso del 51,04%** en su superficie, pasando de tener **3115 ha** en 1991, a **1525 ha** en 2021. Por su parte, la **urbanización** ha aumentado en su superficie en un **508,93%**, pasando de **65 ha** a casi **400**.

Tabla 5: Superficie de las principales macroclases y variación de Barrancas, Maipú, en el periodo considerado.

	Cobertura (has)				Cambio relativo (%)
	1991	2001	2010	2021	
Agrícola	2831,4	3078,27	3863,7	4366,8	54,22
Nativo	3114,63	2417,13	2228,85	1524,87	-51,04
Urbano	65,52	98,73	162,27	398,97	508,93
Suelo desnudo	329,76	839,79	204,66	263,52	20,01

Fuente: Elaboración propia.

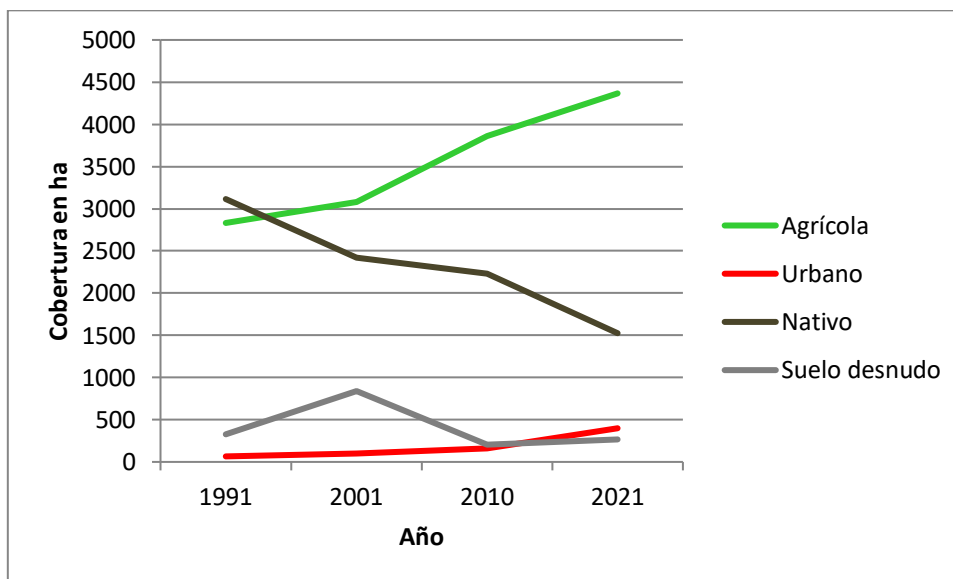


Figura 9: Evolución de superficie de las principales macroclases de Barrancas, Maipú, en el periodo considerado.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la tabla 6 y la figura 10 permite evidenciar el avance que el sector **agrícola** ha tenido en la zona, en el periodo considerado. Respecto del total del área de estudio, refleja un aumento neto del **24%**, lo que representa un total del **1535 ha**. Además, los emprendimientos **urbanos** aumentaron en un **5%** su área, lo que representa aproximadamente **333 ha**.

La suma de estos avances, coincide con el retroceso que ha sufrido la **vegetación nativa**, que tuvo una reducción del **24,6%**, lo que representa una pérdida de **1590 ha** en un periodo de 30 años.

Tabla 6: Cambio neto de las coberturas respecto de la superficie de Barrancas, en el periodo considerado.

	Cambio neto (ha)	Cambio neto (%)
Agrícola	1535.4	23,81
Urbano	333.45	5,17
Nativo	-1589.76	-24,66
Suelo desnudo	-66.24	-1,03

Fuente: Elaboración propia.

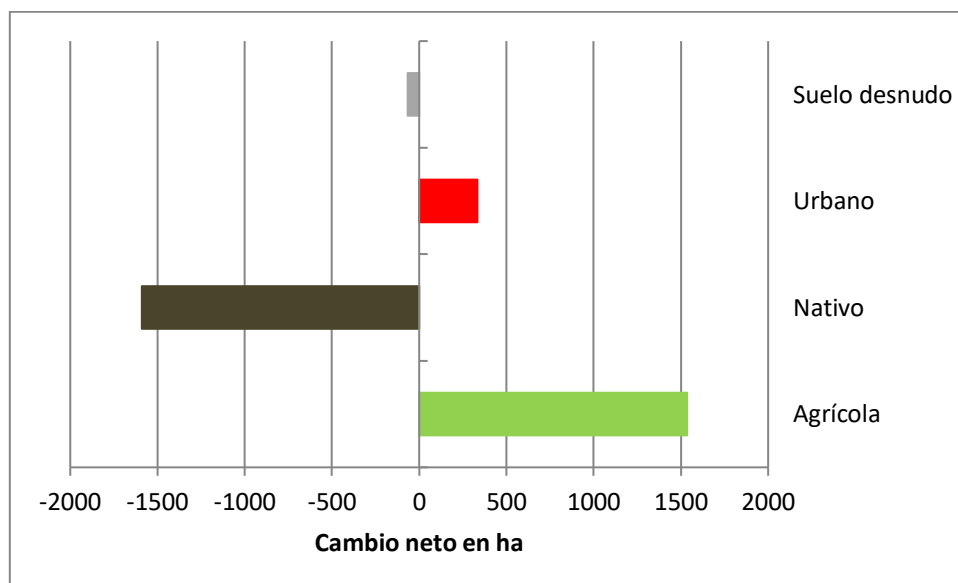


Figura 10: Cambio neto de las coberturas respecto de la superficie de Barrancas, en el periodo considerado.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 y figura 11 se puede ver la variación de superficie de cada macroclase así como su número de parches en cada año. La **superficie agrícola** ha **aumentado**, pero cada vez hay **menos parches**.

Tabla 7: Número de parches vs cobertura en ha.

	1991		2001		2010		2021	
	Cobertura	N° de parches	Cobertura	N° de parches	Cobertura	N° de parches	Cobertura	N° de parches
Agrícola	2831,4	372	3078,27	220	3863,7	153	4366,8	162
Nativo	3114,63	778	2417,13	879	2228,85	600	1524,87	393
Urbano	65,52	400	98,73	438	162,27	590	398,97	1071
Suelo desnudo	329,76	776	839,79	1133	204,66	623	263,52	556

Fuente: Elaboración propia.

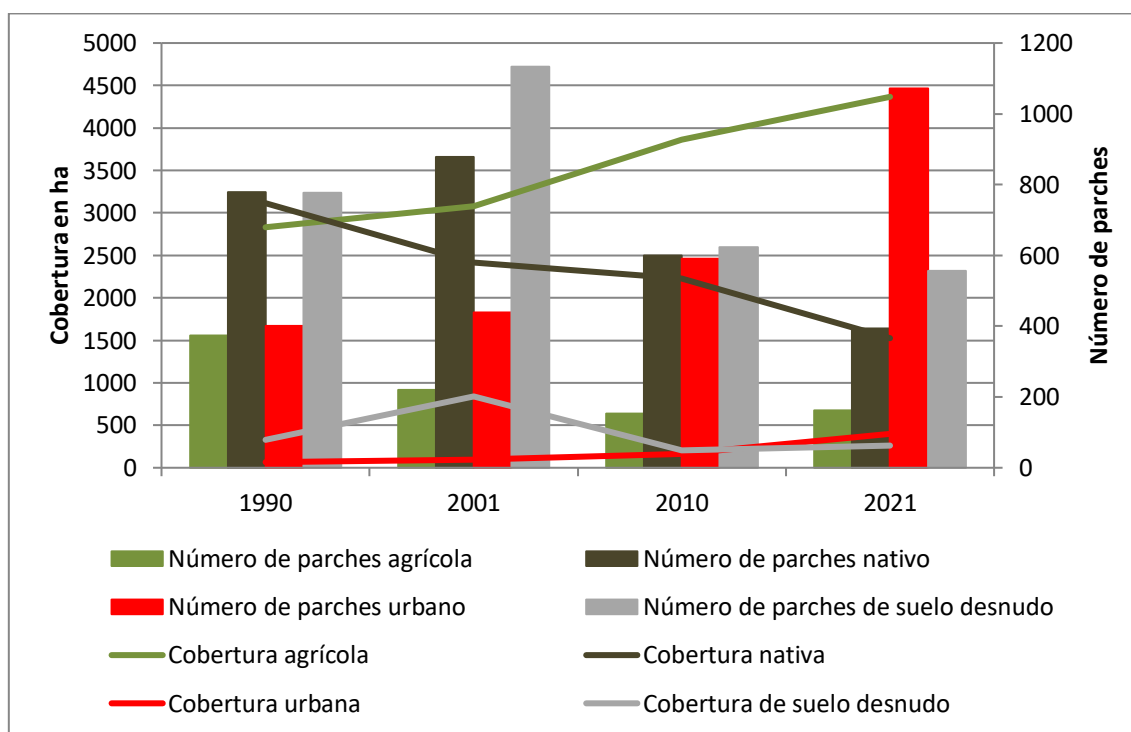


Figura 11: Número de parches vs cobertura en ha.

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados coinciden con lo expuesto en el trabajo de Van Den Bosch (2016), donde indicó:

A mediados de los 90, comenzaba un proceso de transnacionalización de las bodegas locales y un gran interés por aumentar la oferta vínica orientada hacia la calidad. Muchas zonas presentaron ventajas comparativas tales como disponibilidad de recursos, gran aptitud ambiental y se convirtieron en el centro de atención de la inversión extranjera, demandante asimismo de **terrenos de grandes dimensiones**, ahora capaces de ser cultivados con riego tecnificado.

Es en este contexto los procesos de concentración de tierras -y de sus recursos incorporados- pudieron instalarse, con presencias, modalidades y escalas diferentes y siempre asociados al **avance de la frontera agropecuaria sobre terrenos naturales** (Murmis & Murmis, 2012 como se citó en Van Den Bosch, 2016).

Este proceso de concentración de la tierra trae numerosos conflictos, ya que el acceso a la tierra se hace cada vez más asimétrico, así como a los ingresos asociados (Van Den Bosch, 2016). Por otro lado, las grandes parcelas de monocultivos genera problemas ambientales que van desde el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas al agotamiento del suelo (EOSDA, 2021).

En el caso del **monte nativo**, la superficie **ha disminuido** sustancialmente, así como el número de parches. La disminución del número de parches se dio por el reemplazo de pequeños espacios de vegetación nativa entre cultivos, que fueron tomados por los agricultores. Esto puede evidenciarse con los resultados de la tabla 8 y figura 12 donde se ve que la **fragmentación de la clase agrícola ha disminuido**, pasando de 0,12 a 0,03. Este último valor tan cercano a cero, indica una consolidación casi total de toda el área destinada a agricultura.

Tabla 8: Fragmentación vs cobertura en ha.

Clases	1991		2001		2010		2021	
	Cobertura	Fragm.	Cobertura	Fragm	Cobertura	Fragm	Cobertura	Fragm.
Agrícola	2831,4	0,12	3078,27	0,07	3863,7	0,04	4366,8	0,03
Nativo	3114,63	0,20	2417,13	0,27	2228,85	0,21	1524,87	0,20
Urbano	65,52	0,86	98,73	0,82	162,27	0,78	398,97	0,73
Suelo desnudo	329,76	0,70	839,79	0,57	204,66	0,75	263,52	0,68

Fuente: Elaboración propia.

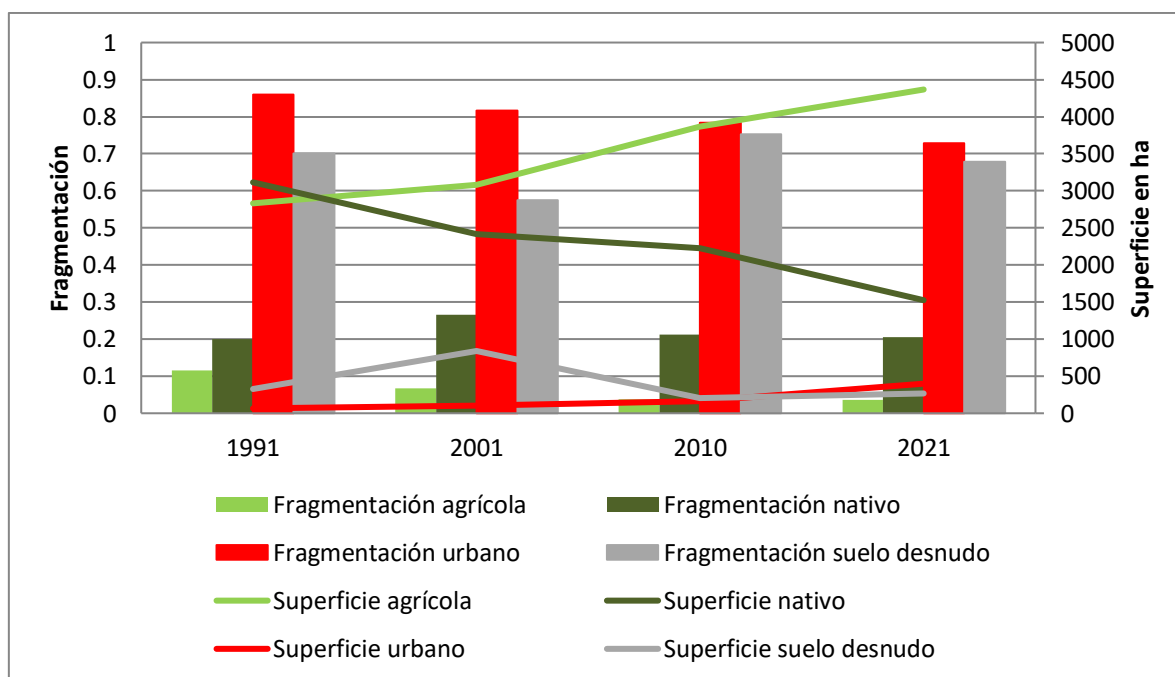


Figura 12: Fragmentación vs cobertura en ha.

Fuente: Elaboración propia.



Por otro lado, el análisis de los mapas y de la fragmentación (que no ha presentado grandes variaciones a lo largo del tiempo) indica que la **disminución del monte nativo se ha dado principalmente de los bordes hacia adentro**, no predominando el proceso de fragmentación. Los asentamientos agrícolas normalmente se asientan en los bordes del área nativa, acercándose cada vez más al núcleo.

Por último, para la macroclase **urbana**, la **superficie y el número de parches han aumentado** considerablemente, mientras que la **fragmentación ha disminuido** (no en gran medida, pero constante desde la década del 90). Esto se interpreta como un aumento en la cantidad de parcelas urbanizadas y además, un aumento en el tamaño de las mismas, ya sea por la instalación de barrios privados, la impermeabilización de caminos nuevos o la instalación de nuevas casas cercanas a algunas ya establecidas.

3.2 Análisis por cultivo

La tabla 9 y la figura 13, permite evidenciar el reemplazo que se ha dado en la zona entre los sistemas de conducción de la vid. En **1991** el sistema de conducción en **parral** era de **1803,96 ha**, mientras que en **2021** la cifra es de **839,79 ha**. En cambio, el **espaldero** aumentó más de 10 veces su superficie, pasando de **248,4 ha** en **1991** a **2565,36** en **2021**.

Tabla 9: Cobertura en ha de los principales cultivos, en Barrancas, Maipú, en el periodo de tiempo considerado.

Coberturas	1991	2001	2010	2021
Espaldero	248,4	874,08	2089,98	2565,36
Parral	1803,96	1290,51	1035,36	839,79
Frutal	207,45	254,16	135,54	423,81
Olivo	126,45	69,12	81,00	82,44
Olivo con frutal	141,75	241,74	160,20	109,44
Hortícola	303,39	321,48	344,52	334,89
Agua	0	27,18	17,10	11,07

Fuente: Elaboración propia.

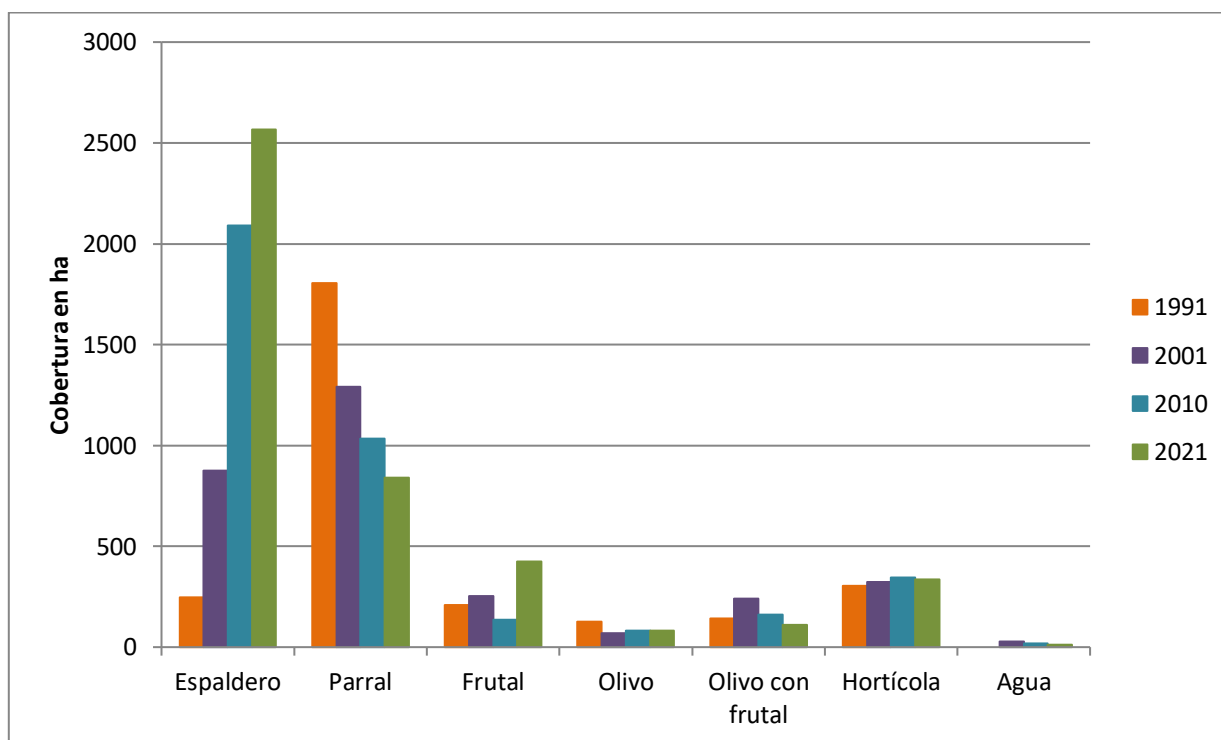


Figura 13: Cobertura en ha de los principales cultivos, en Barrancas, Maipú, en el periodo de tiempo considerado.

Fuente: Elaboración propia.



En relación a lo expresado anteriormente, Bocco et al. en 2007 indican que, a partir de 1990, se produjo una reestructuración en la vitivinicultura debido a numerosos factores: cambios en los mercados mundial y nacional de consumo de vino; ingreso de capitales internacionales a la actividad productiva primaria e industrial locales e incorporación de innovaciones tecnológicas asociadas al cultivo de uvas y a la elaboración, comercialización y distribución de vinos.

De este modo, el modelo productivo “clásico” tuvo que transformarse para responder a las nuevas características del mercado de consumo nacional e internacional. Estos, mostraban una firme tendencia de baja del consumo de vinos de mesa y un aumento sostenido del consumo de vinos finos tintos (Neiman y Bocco, 2001, como se citó en Bocco et al., 2007, p.47 y 48).

La orientación de la producción hacia vinos finos, con nuevas exigencias de calidad, ha generado un proceso de modernización de la producción primaria. Entre las innovaciones introducidas en los viñedos, se pueden mencionar (Bocco et al., 2007, p.68 y 69):

- ❖ **Cambios en los sistemas de conducción de la vid**
- ❖ Riego por goteo
- ❖ Nueva gama de agroquímicos (fertilización y sanidad) y formas de aplicación
- ❖ Nuevas técnicas en el manejo de canopia
- ❖ Cambios en las labores culturales
- ❖ Cambios en la cosecha y en logística de transporte de la viña a la bodega
- ❖ Protección climática

Si bien mejorar la calidad de la uva implicó introducir innovaciones, las mismas (especialmente la adopción del sistema de conducción en espaldero), están asociadas a numerosas ventajas (Agromática, 2016):

- ❖ Facilidad de aplicación de tratamientos fitosanitarios en el caso de prevención y tratamiento de plagas y enfermedades.
- ❖ Facilita la mayor parte de operaciones de mantenimiento del cultivo de la vid.
- ❖ Consigue mayor uniformidad en los racimos de uva.
- ❖ Al tener mayor aireación y exposición solar, se consigue un aumento de la tasa fotosintética y reduce las enfermedades fúngicas.
- ❖ Se obtiene un ahorro económico en la cosecha.
- ❖ Se consigue un mayor número de plantas por superficie.

Todas estas ventajas se traducen en un incremento del 25 % del rendimiento económico de la explotación, un 42 % menos de gasto económico de mano de obra y un 200% de mejora de la rapidez de mantenimiento del cultivo de la vid (Agromática, 2016).

3.3 Análisis del área núcleo

En la tabla 10 y figura 14 se ve la reducción que sufrió el **área núcleo del monte nativo** en la zona, en un periodo de 30 años. Se observa que el área núcleo **disminuyó prácticamente a la mitad**, pasando de **2200 ha** en **1990** a **1050** en **2021**. Esta disminución, se asocia al incremento de la relación perímetro/área.

En oposición, el **área núcleo de los cultivos agrícolas aumentó a más del doble**, pasando de **1520 has** en **1990** a **3120 has** en **2021**. Como ya se mencionó, un valor alto de área núcleo implica la presencia de grandes fragmentos con formas más bien regulares (McGarigal et al., 1994; Rutledge, 2003 como se citó en Ferreira et al., 2018).

Tabla 10: Área núcleo en ha de las macroclases agrícola y nativo.

	Área núcleo (ha)			
	1990	2001	2010	2021
Agrícola	1517,85	1698,21	2826,09	3122,1
Nativo	2207,61	1352,25	1427,4	1043,28

Fuente: Elaboración propia.

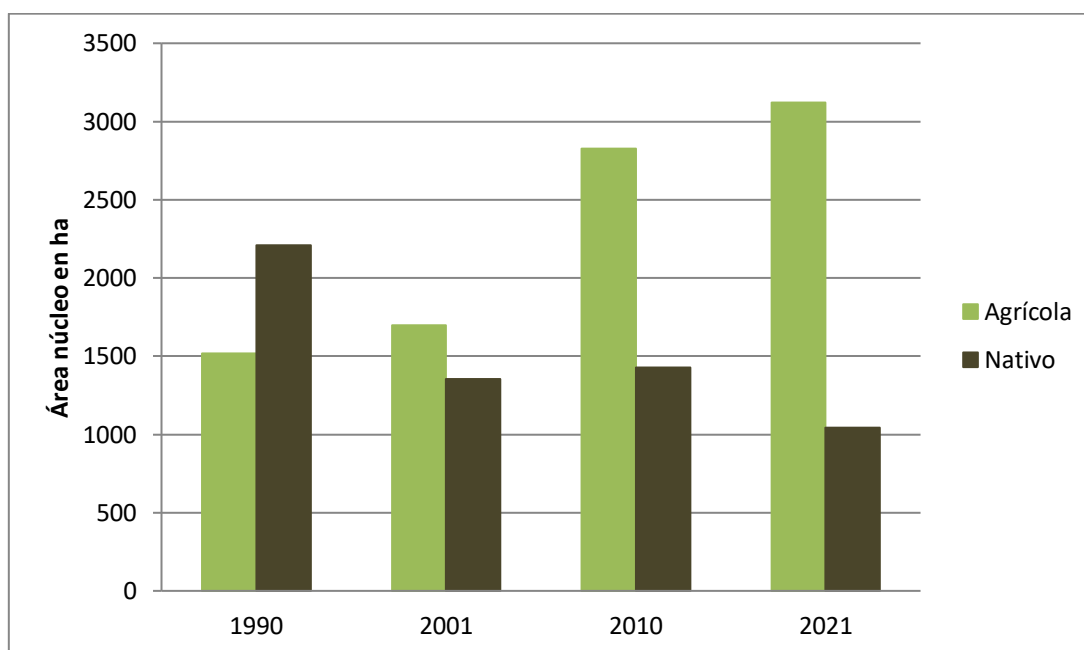


Figura 14: Área núcleo en ha de las macroclases agrícola y nativo.

Fuente: Elaboración propia.

En el **monte nativo** se genera por lo tanto, un **efecto borde**, entendido como el conjunto de procesos asociados al incremento de la relación perímetro/área que se produce con el avance de la fragmentación del hábitat (o en este caso, con la disminución del área núcleo). Estos procesos afectan gravemente la calidad del hábitat y provocan una pérdida de especies (Santos y Tellería, 2006).

El incremento del borde favorece la **invasión del área núcleo por numerosas especies generalistas**. Estos procesos generan una afectación directa tanto a las especies (a través de interacciones tales como la depredación y la herbivoría, la competencia por diversos recursos,

etc.) como a sus potenciales **servicios ecosistémicos** (polinización, dispersión de semillas, etc.), generando cadenas de extinciones locales (Aizen y Feisinger, 1994, Tallmon et al., 2003 como se citó en Santos y Tellería, 2006).

Sin embargo, en un estudio realizado por Beltrán Mas y Traveset Vilagines (2018), se demostró la importancia de las **especies generalistas de polinizadores** (como *Apis mellifera*), ya que son más propensas a conservar su funcionalidad en el tiempo que las especialistas. Esto se debe principalmente a que la abundancia de individuos en las especies generalistas es mayor que en las especialistas.

Por su parte, desde un punto de vista de la conservación intrínseca de las especies, los **polinizadores especialistas** son los más susceptibles a desaparecer frente a una perturbación que afecte a las comunidades de plantas. Esto es porque, si las plantas de las que se alimentan desaparecen, estas especies se podrían quedar automáticamente fuera de la red (Beltrán Mas y Traveset Vilagines, 2018). Como consecuencia, es necesaria una atención especial en las medidas de conservación para este grupo de especies.

Una buena forma de mantener el servicio ecosistémico, beneficiando tanto a las especies generalistas como especialistas, es **mantener los interfilares de la vid con especies nativas**, de modo de incrementar la biodiversidad. En un estudio realizado por López García et al. (2019), entre sus resultados preliminares, demostró que “la provisión intencional de coberturas vegetales con plantas nativas con flores que resultan atractivas para insectos benéficos en el paisaje cultivado con viñedos, es eficiente para mantener e incrementar la riqueza, diversidad y abundancia de éstos (polinizadores y depredadores⁴)”.

En la figura 15, se listan otros manejos para promover la biodiversidad en los cultivos agrícolas, beneficiando los componentes de la misma y las funciones que cumplen.

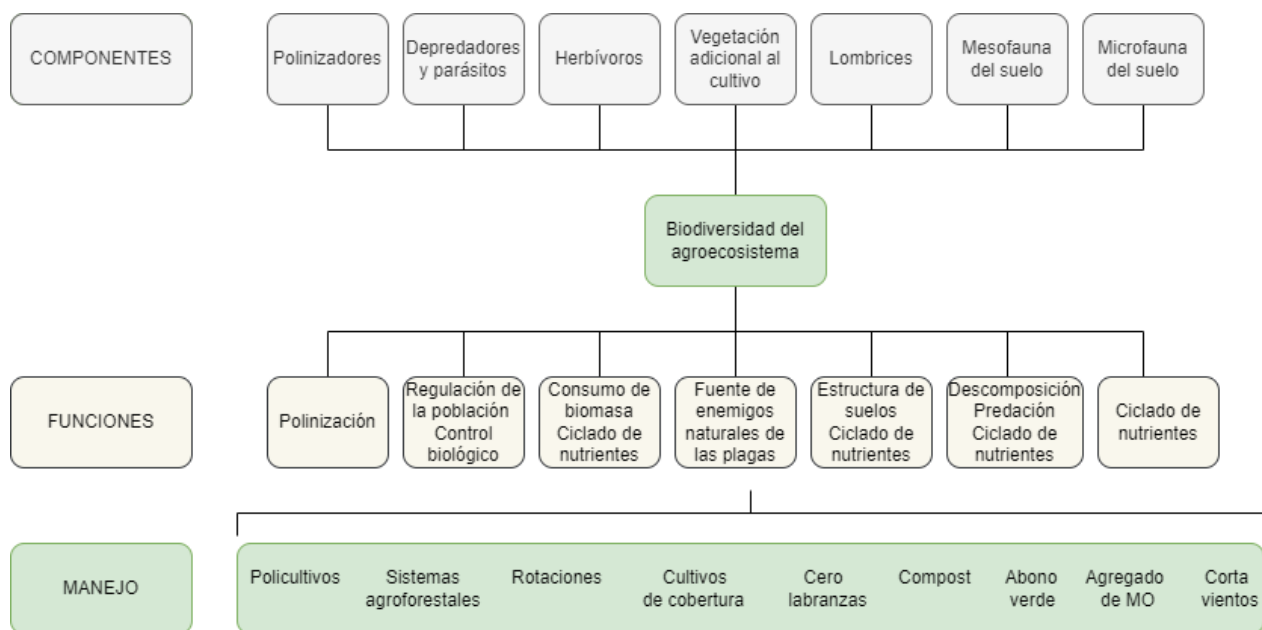


Figura 15: Componentes, funciones y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas.

Fuente: Altieri, 1999.

⁴ Entendiendo depredadores como aquellos artrópodos que actúan como control natural de plagas.



Por otro lado, implementando estos tipos de manejo, se puede hacer un mayor aprovechamiento del área núcleo de la parte agrícola. En la agricultura, la biodiversidad tiene numerosas funciones y brinda servicios ecosistémicos que van más allá de la producción de alimento, fibras, combustibles e ingresos económicos. Algunos ejemplos abarcan el reciclado de nutrientes, el control microclimático, la regulación local de procesos hidrológicos, la regulación de poblaciones de organismos como plagas y la desintoxicación de elementos nocivos (Altieri, 1999).



4. CONCLUSIONES

A partir de la década del 90, tanto a nivel internacional como nacional se produjeron numerosos cambios económicos y de consumo, que impactaron en las formas de producción a nivel provincial. Barrancas, por ser un distrito con una historia largamente vitícola, se adaptó a los cambios de la época, modificando los patrones de producción a expensas de la calidad ambiental.

El avance de las fronteras agrícola y urbana ha modificado la estructura del paisaje del distrito. La retracción que ha sufrido el monte nativo en los últimos 30 años es debido al desmonte y posterior utilización de las tierras para la producción agrícola, principalmente de viñedos. Esta es la tendencia dominante en la zona, donde, como los resultados indican, se ha perdido más de la mitad del monte nativo, pasando de 3100 ha en 1991 a 1500 ha en 2021. Por su parte, la agricultura ha pasado de tener 2800 ha en 1991, a 4360 ha en 2021.

No se evidencia un proceso de fragmentación. El monte nativo disminuye de los bordes hacia adentro o desaparece, según la zona. El primer fenómeno se da en el centro oeste, donde los asentamientos agrícolas se instalan en la periferia del área nativa, y crecen hacia el centro. El segundo, en el resto del distrito, donde se ve el avance de la agricultura sobre los parches de vegetación nativa que se encontraban previamente entre los cultivos. Producto de la reducción en la superficie nativa, el área núcleo del monte nativo también se ha visto disminuida (pasando de 2200 ha en 1991 a 1040 en 2021), aumentando el efecto borde en la zona. Este podría estar generando numerosas afectaciones a las comunidades animales y vegetales que allí residen, así como a los servicios ecosistémicos que brindan.

Por otro lado, a partir de la década del 90, el avance de la frontera agrícola se ha realizado a manos de grandes productores, algunas veces con inversiones extranjeras, que buscan la producción de vinos de alta calidad, prefiriendo el sistema de conducción en espaldero, ya que permite mayor tecnificación y la obtención de uvas de mayor calidad. Esto ha generado el reemplazo de los sistemas de conducción más antiguos y de las fincas más pequeñas. Actualmente, el sistema de conducción en espaldero es dominante, contando con 2500 ha, mientras que el sistema de conducción en parral ocupa 800 ha. Esta distribución estaba invertida en 1991, donde el sistema en espaldero ocupaba solamente 250 ha, y parral 1800.

Los cambios evidenciados nos permiten inferir que la falta de información y de conciencia ambiental ha llevado a que la economía prime sobre la calidad ambiental. El desmonte difícilmente pueda ser revertido, pero es necesario comenzar a tomar acciones de mitigación y compensación por los impactos generados. Una primera aproximación, es la plantación de flora nativa en los interfilares de las viñas o de especies nativas arbustivas y arbóreas en los bordes de los cultivos. Estas pequeñas acciones permitirían el establecimiento de fauna nativa, lo que ambientalmente representa una ganancia enorme frente a las condiciones actuales.

El cambio climático y la crisis hídrica que atraviesa nuestra provincia, así como la alta vulnerabilidad de la población rural, hace que sea indispensable el desarrollo de la zona. Sin embargo, no se puede seguir con las tendencias actuales.

Es necesario continuar generando información de la zona para la toma de decisiones en base a los tres pilares del desarrollo: ambiente, sociedad y economía. Se destaca la importancia de la información brindada en esta tesis para análisis diagnósticos y como base para estudios sobre la provisión de servicios ecosistémicos y los efectos del avance de las fronteras agrícola y urbana. Respecto de futuros estudios, se sugiere repetir el análisis en otros distritos y departamentos de Mendoza, principalmente en zonas vitícolas, ya que la metodología reconoce bien viñedos con distintos sistemas de conducción.



5. BIBLIOGRAFÍA

- Abaurrea Pereda, M. (2013). *Comparación de índices de vegetación en zona semiárida de Navarra*. (Tesina de Grado). Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Agromática (2016). Cultivo de la vid en espaldera. *Agromática* [Blog]. Recuperado de: <https://www.agromatica.es/cultivo-de-la-vid-en-espaldera/>
- Alonso, D. (2021). Los 6 Índices de Vegetación para completar el NDVI. *MappingGIS* [Blog]. Recuperado de: <https://mappinggis.com/2020/07/los-6-indices-de-vegetacion-para-completar-el-ndvi/>
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems [El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas]. In *Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes* (pp. 19-31). Elsevier.
- Baldini, C. (2020). *Territorio en movimiento: las transformaciones territoriales del Cinturón Hortícola Platense en los últimos 30 años* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Beltrán Mas, R. y Traveset Vilagines, A. (2018). Redes de interacción entre flores e himenópteros en dos comunidades costeras. Efectos de la pérdida de hábitat. *Ecosistemas*, 27(2), 102-114. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1409>
- Bocco, A., Alturria, L., Ruiz, A. M., Salvarredi, G., Vila, H., Oliva, J. y Rivero, I. (2007). La trama vitivinícola en la provincia de Mendoza. *Innovación y empleo en tramas productivas de Argentina*, 43-92.
- Buzzi, M. A., Rueter, B. L. y Ghermandi, L. (2017). Múltiples índices espectrales para predecir la variabilidad de atributos estructurales y funcionales en zonas áridas. *Ecología austral*.
- Cabeza, A. M. (2016). Cambios recientes en las políticas de ordenamiento territorial en América Latina. En *III WorkShop de la Red Iberoamericana de Observación Territorial–RIDOT*.
- Constitución de la Nación Argentina. Art 41. 3 de enero de 1995 (Argentina).
- D’Amario, J., Mastrantonio, L., Rodríguez Plaza, L. (2020). *Nociones de Teledetección*. Facultad de Ciencias Agrarias.
- De los Ángeles Luna, M. y Morales, H. (6 de septiembre, 2018). Índices apilados en imágenes Sentinel 2 para el estudio de áreas urbanas - 1° parte. *IDECOR* [Blog]. Obtenido de: <https://idecor.cba.gov.ar/indices-aplicados-en-imagenes-sentinel2-para-estudio-de-areas-urbanas-1-parte/>
- del Barrio, L., Perez, M. A., Dalmasso, C., Silva Colomer, J., Bres, E. S., Van den Bosch, M. E. y Lettelier, M. D. (2017). *Urbanización y su impacto en la viticultura: la percepción de los productores del Oasis Norte*. (62-75)
- Duarte, A. (2014). *Usando herramientas código fuente para la caracterización de un paisaje. El complemento LecosS*. Recuperado de: <https://qgis.org/es/site/about/index.html>.
- EOSDA (18 de junio 2021). Bandas Landsat 8: Combinaciones Y Usos En Imágenes. *EOSDA (Earth Observing System)* [Blog]. Recuperado de: <https://eos.com/es/blog/bandas-landsat-8/>



- EOSDA (s.f.). Landsat 5 (TM). *EOSDA (Earth Observing System)* [Blog]. Recuperado de <https://eos.com/find-satellite/landsat-5-tm/>
- EOSDA (9 de abril de 2021). Monocultivo En La Agricultura: Pros Y Contras. *EOSDA (Earth Observing System)* [Blog]. Recuperado de: <https://eos.com/es/blog/monocultivo/>
- FAO (2021). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. *FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)* [Página oficial]. Recuperado de: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/es/>
- Fernández, I. (2019). ¿Qué es la fragmentación de hábitats y por qué es tan importante? *Greenteach. Plataforma de educación y noticias de medio ambiente* [Blog]. Recuperado de: <https://www.greenteach.es/fragmentacion-de-habitats/>.
- Ferreira, I. J. M., Ferreira, J. H. D., Bueno, P. A. A., Vieira, L. M., de Oliveira Bueno, R., & do Couto, E. V. (2018). Spatial dimension landscape metrics of Atlantic Forest remnants in Paraná State, Brazil. [Dimensión espacial de las métricas del paisaje de los Bosques Atlánticos remanentes en el Estado de Paraná, Brasil]. *Acta Scientiarum. Technology*, 40, e36503-e36503. Obtenido de: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v40i1.36503>
- Giacomelli, J. (16 de agosto de 2018). #RegionesDelVino | Barrancas Maipú. *Blackwines* [Blog]. Obtenido de: <https://blackwines.wordpress.com/2018/08/16/regionesdelvino-barrancas-maipu/>.
- Guerrero, F. (18 de julio de 2021). Barrancas, antiguo poblado Huarpe junto al río Mendoza. *Diario Los Andes*. Obtenido de: <https://www.losandes.com.ar/sociedad/barrancas-antiguo-poblado-huarpe-junto-al-rio-mend>
- Hernández, A, Miranda, M., Arellano, E. C., Saura, S. & Ovalle, C. (2015). Landscape dynamics and their effect on the functional connectivity of a Mediterranean landscape in Chile. *Ecological Indicators*, 48, 198-206.. [Dinámicas del paisaje y su efecto en la conectividad funcional de un paisaje mediterráneo en Chile. Indicadores ecológicos].
- Lacoste, P. (2008). *Los tres paradigmas de la viticultura cuyana*. En Actas de la X Jornadas de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNCuyo.
- López García, G. P., Mazzitelli, M. E., Fruitos, A., González, M., Marcucci, B., Giusti, R., ... y Debandi, G. (2019). Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina: Consideraciones para el manejo del hábitat. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), 309-322.
- Manzini Marchesi, L. (2015). La dimensión histórica versus la banalización del paisaje. El caso del paisaje rural del departamento de Maipú, Mendoza, Argentina. *Tabula Rasa*, 22, 227-263.
- Matellanes Ferreras, R. (5 de mayo, 2018). Cálculo de índice NDBI para análisis urbanísticos. *Gis&Beers* [Blog]. Recuperado de: <http://www.gisandbeers.com/calculo-indice-ndbi-analisis-urbanisticos/>
- McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS help. *University of Massachusetts: Amherst, MA, USA*, 182.
- Mesa, N. A. y Giusso, C. M. (2014) La urbanización del piedemonte andino del área metropolitana de Mendoza, Argentina: Vulnerabilidad y segmentación social como ejes del conflicto. *Riurb: Revista Iberoamericana de Urbanismo*, 11, 63-67.



- Muñoz Aguayo, P. (2013). *Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación*. CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales).
- Parra, G. (2017). *La dinámica transformadora en el uso agrovitícola del suelo: pérdida del potencial vitícola y urbanización difusa en el suroeste del departamento de Maipú, Mendoza*. En: X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales.
- Pérez, M. A. y Bacaro, A. (comp.) (2020). *Clasificación de coberturas de suelo de la cuenca del río Tunuyán superior*. Ediciones INTA.
- Richardson, A. J., & Wiegand, C. L. (1977). Distinguishing vegetation from soil background information [Diferenciando vegetación de la información del suelo de fondo]. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 43(12), 1541-1552.
- Rojas, C., de la Barrera, F., Aranguíz, T., Munizaga, J. y Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*.
- Santos, T. y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2).
- San Vicente, M. G. y Valencia, P. J. L. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios geográficos*. 69(265), 519-543.
- Thiam A.K. (1997). *Geographic Information Systems and Remote Sensing Methods for Assessing and Monitoring Land Degradation in the Sahel: The Case of Southern Mauritania* [Sistemas de Información Geográfica y Métodos de Teledetección para la Evaluación y Monitoreo de la Degradación del Suelo en Sahel: El caso de Mauritania Meridional]. Doctoral Dissertation, Clark University, Worcester Massachusetts.
- Van Den Bosch, M. E. (2016). Dinámica de la concentración de tierras agropecuarias en la provincia de Mendoza. *INTA Ediciones. Colección: Investigación, desarrollo e innovación*.
- Vila Subirós, J., Varga Linde, D., Llausàs Pascual, A. y Ribas Palom, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'anàlisi geogràfica*, (48), 151-166.
- Villagra, P., Cony, M., Mantován, N., Rossi, B., González Loyarte, M., Villalba, R. y Marone, L. (2004). "Ecología y manejo de los algarrobales en la Provincia Fitogeográfica del Monte". IANIGLA-IADIZA. En: Arturi MF, JL Frangi & JF Goya (eds) Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina. Presentación multimedia en CD, Editorial Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Vitale Gutierrez, J. A., Saavedra, O. M., Ledesma, S. E., Cittadini, E. D. y Dalmasso, C. (2020). *Observatorios territoriales para el desarrollo y la sustentabilidad de los territorios. Vol. 2: Procesos de transformación*. Ediciones INTA.
- Zaccagnini, M., Wilson, M. y Oszust, J. (2014). *Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación-INTA, Buenos Aires. 95 p.



6. ANEXO I: HUMEDAL ARROYO CLARO

6.1 INTRODUCCIÓN

La Convención RAMSAR define a los **humedales** como zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre, cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006. p. 7).

Desde tiempos prehistóricos, los humedales se encuentran entre los principales ecosistemas donde se han llevado a cabo actividades antrópicas. Las poblaciones humanas han habitado en ellos o en sus inmediaciones, construyendo asentamientos, explotando sus recursos y/o alterándolos de acuerdo con sus necesidades (Viñals, 2002 como se citó en Universidad Nacional de San Martín, 2018, p.175).

En la actualidad, la existencia de los humedales en nuestro planeta se halla seriamente comprometida. Durante años, e incluso actualmente, los humedales han sido vistos como elementos limitantes del progreso y el destino para gran parte de ellos sigue siendo drenarlos, rellenarlos para convertirlos en tierra firme o dragarlos para que sean cuerpos de agua profunda. A pesar de que apenas ocupan entre el 5 y el 7% de la superficie terrestre, su degradación y pérdida tiene lugar más rápidamente que las de otros ecosistemas (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005 como se citó en Universidad Nacional de San Martín, 2018, p.161).

“La desaparición y la degradación de humedales involucran la pérdida de sus funciones ecosistémicas y, en última instancia, la pérdida de los bienes y servicios que proveen a la sociedad” (Universidad Nacional de San Martín, 2018, p. 161). Estos ecosistemas figuran entre los medios más productivos del mundo. Son cunas de diversidad biológica, fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006. p. 8).

Algunos de los principales **servicios ecosistémicos** brindados por los humedales se listan a continuación:

Tabla 11: Servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales.

Aprovisionamiento	
<i>Alimento</i>	Producción de pescado, caza, frutas y granos.
<i>Agua dulce</i> (también se puede considerar como un SE de regulación)	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola.
<i>Fibras y combustible</i>	Producción de troncos, leña, turba y forraje.
<i>Bioquímicos</i>	Extracción de medicinas y otros materiales desde la biota.
<i>Materiales genéticos</i>	Genes para resistencia y patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.
De regulación	
<i>Regulación del clima</i>	Fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, influencia sobre temperatura, precipitación y otros procesos.
<i>Regulación de agua</i>	Recarga y descarga de agua subterránea.
<i>Purificación y tratamiento de residuos</i>	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y otros contaminantes.
<i>Regulación de desastres naturales</i>	Control de inundaciones, protección contra tormentas.
<i>Polinización</i>	Hábitat de polinizadores.
Culturales	
<i>Espirituales</i>	Proyección de valores espirituales vinculados a los ecosistemas de humedales.
<i>Recreativos</i>	Entorno propicio para ocio.
<i>Estéticos</i>	Paisaje atractivo y valores estéticos.
<i>Educacionales</i>	Sensibilización medio ambiental y socio-cultural.
De apoyo	
<i>Formación de suelos</i>	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica.
<i>Ciclo de nutrientes</i>	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes.

Fuente: Adaptado de World Resources Institute (2005) como se citó en Díaz Carrión et al., (2018), p.29.

El **Humedal Arroyo Claro** se ubica en parte de los departamentos de Junín, Maipú y San Martín de la provincia de Mendoza. Se halla en la subcuenca del Arroyo Claro, perteneciente a la Cuenca del Río Tunuyán Inferior en la unión con el Río Mendoza. El Arroyo Claro llega a la Laguna Martín Pescador, que en la actualidad se abastece informalmente de este Arroyo (Brandi y Costamagma, 2018).

Este sistema cumplió el rol de ser un abastecedor de recursos pesqueros y actividades recreativas desde 1960, para 600 socios del Club Martín Pescador; y hasta hoy brinda servicios ecosistémicos de los que se benefician más de 1000 lindantes; es reservorio de 20 especies de flora nativa, 52 especies de aves y 7 especies de otros tipos de fauna silvestre, que alcanzan un radio de influencia de aproximadamente 300 km² (Brandi y Puebla, 2017).

El Humedal Arroyo Claro es un humedal de tierras secas, por lo que su biodiversidad es característica de estos ambientes. Las especies de flora y fauna presentan adaptaciones a niveles altos de salinidad en suelo, flujo recurrente de agua y suelos inundables (Brandi y Costamagma, 2018).



Por estar ubicado en zona interjurisdiccional y en áreas periurbanas de los tres municipios, el área del Humedal Arroyo Claro se ve afectada por la existencia de basurales clandestinos a cielo abierto, quemas intencionales que derivan en incendios forestales e invasiones de especies exóticas (*Tamarix gallica*, entre otras). El abastecimiento irregular de la Laguna Martín Pescador por la modificación del cauce natural del arroyo aguas arriba y la profundización del mismo por encauzamiento para evitar inundaciones en campos productivos, han dejado por debajo del nivel de ingreso de agua a la laguna y ésta se encuentra vacía desde hace más de 5 años (dato relativo al año 2018) (Brandi y Herrera, 2018).

6.1.1 Objetivos

6.1.1.1 General

Estudiar los cambios en superficie del Humedal Arroyo Claro, en el distrito de Barrancas, Maipú, desde 1990 a 2021.

6.1.1.2 Específicos

- ❖ Determinar la superficie del Humedal Arroyo Claro en la zona, en los distintos momentos estudiados.
- ❖ Comparar la superficie del Humedal en los distintos momentos estudiados.
- ❖ Establecer relaciones entre los posibles cambios de superficie y la estructura del paisaje en Barrancas.

6.1.2 Hipótesis

El avance de la frontera agrícola en el distrito de Barrancas, Maipú, durante el periodo de 1990 a 2021, ha provocado una disminución en la superficie del Humedal Arroyo Claro en la zona.

6.2 METODOLOGÍA

Se analizó el Humedal Arroyo Claro en zona relativa a Barrancas, Maipú, en el periodo 1990-2021, específicamente en los meses estivales (diciembre a marzo) de 1990-1991, 2000-2001, 2010-2011, 2020-2021.

A través del análisis de imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8 y del estudio de imágenes históricas de Google Earth, se delimitó el Humedal en el periodo considerado y se calcularon las áreas del mismo en los diferentes años.

6.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra la delimitación que se hizo, para los años estudiados, del sector del Humedal Arroyo Claro correspondiente al distrito de Barrancas (figuras 16 a 19). En la figura 20, además, se puede ver de forma comparativa. Por último, en la tabla 12 se indica su área en hectáreas.



Figura 16: Área relativa al Humedal en 1991.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17: Área relativa al Humedal en 2001.

Fuente: Elaboración propia.

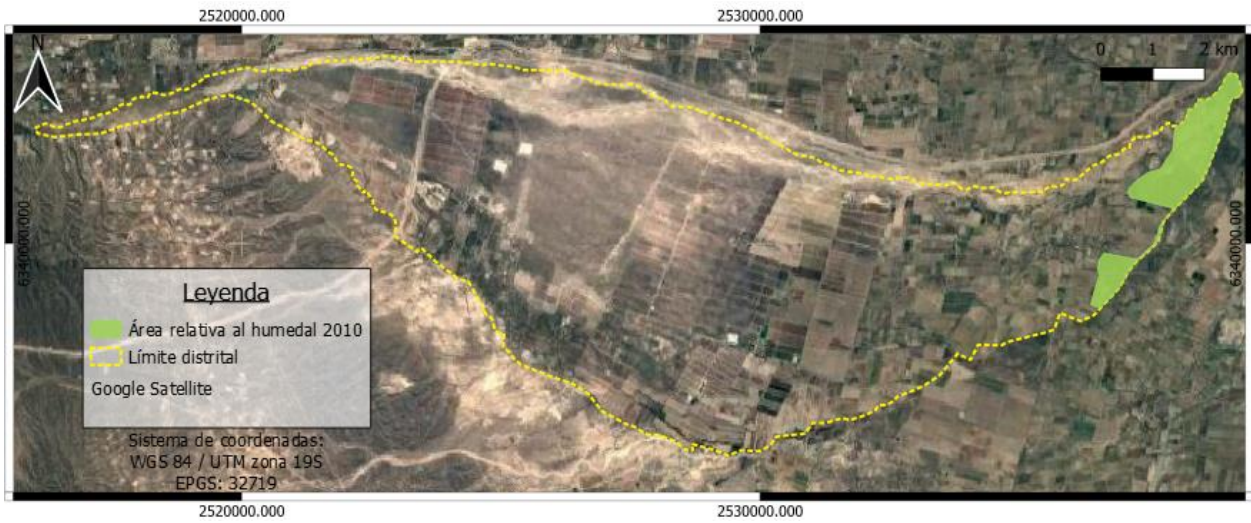


Figura 18: Área relativa al Humedal en 2010.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19: Área relativa al Humedal en 2021.

Fuente: Elaboración propia.

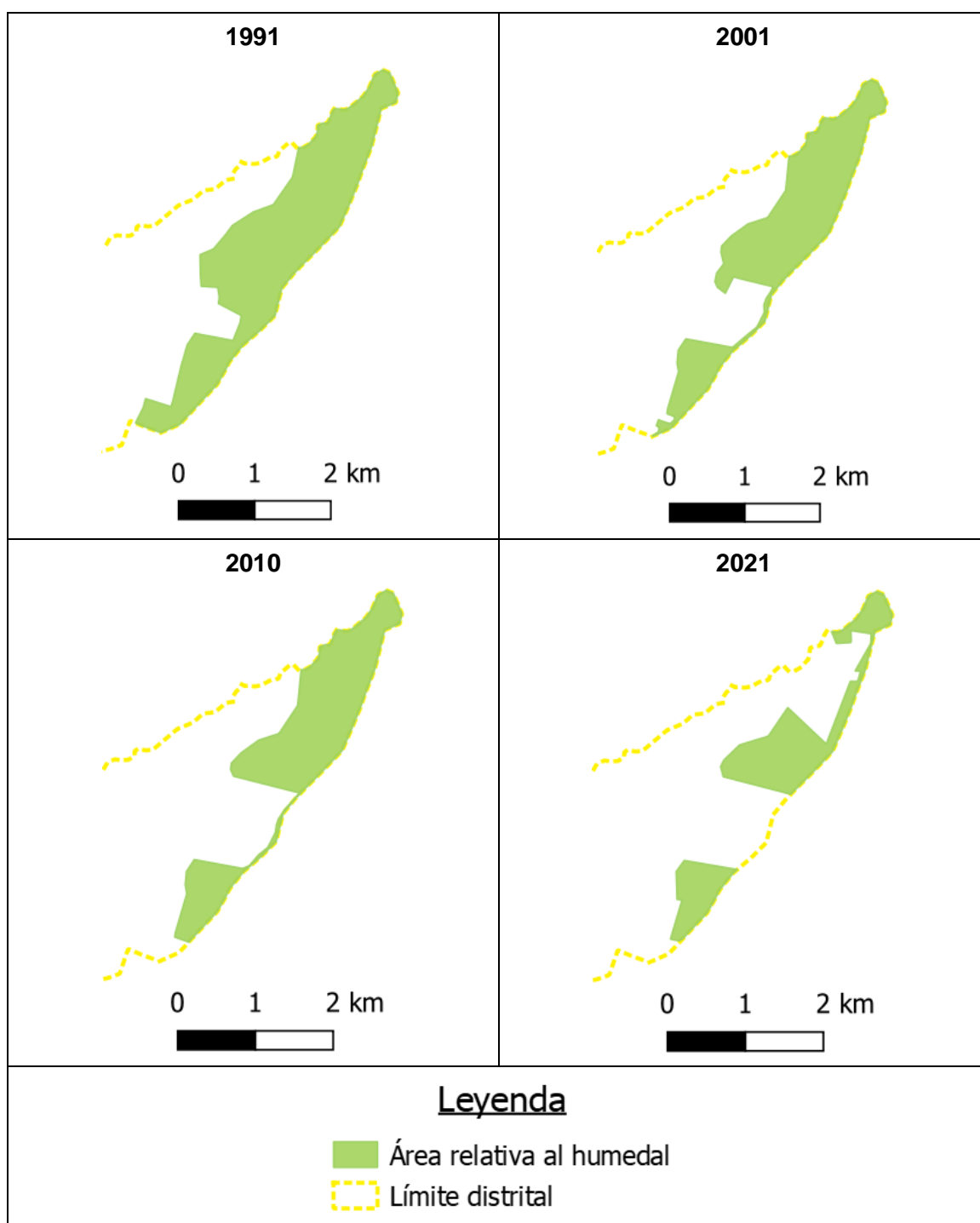


Figura 20: Evolución del Humedal en el periodo de tiempo considerado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Área relativa al Humedal Arroyo Claro en el periodo considerado.

Año	Área (ha)
1991	344,10
2001	257,08
2010	233,93
2021	150,69

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados comprueban que el Humedal Arroyo Claro sigue la tendencia mundial. El mismo, solamente en el área de Barrancas y en un periodo de 30 años, ha visto disminuida su extensión en aproximadamente 200 ha, lo que representa una pérdida del 56% de superficie respecto al año 1991.

Como los servicios y bienes que brindan los humedales, por lo general, no tienen una valoración económica directa y a corto plazo, su gestión se limita a autorizar actividades cuyo beneficio aparente es mayor o es percibido como de rápido retorno. Esta mirada estrecha amenaza la integridad ecológica de los humedales y con ello se potencia el riesgo de pérdida de estos ambientes y, en consecuencia, de los beneficios que brindan (Universidad Nacional de San Martín, 2018, p. 166-167). Dicho de otra forma, históricamente la conversión de humedales ha sido enfocada principalmente para favorecer ciertos servicios de aprovisionamiento (agricultura, ganadería, forestación) a expensas de perder o reducir la oferta de otros servicios de este tipo (por ejemplo, agua) o de servicios de regulación y soporte (Universidad Nacional de San Martín, 2018, p. 187).

En el caso del área de estudio, el Humedal está siendo reemplazado con los principales cultivos del área. Hacia el año 2021, en la zona del Humedal se evidencian cultivos de vid en espaldero, parrales y cultivos hortícolas, principalmente (figura 8 y figuras 26 a 29 del Anexo II).

A su vez, el área remanente del Humedal ve afectada su calidad debido a las presiones humanas. Como ya se mencionó, es soporte de numerosos basurales clandestinos a cielo abierto, quemas intencionales e invasiones por especies exóticas. Por otro lado, aguas arriba, los trabajos de modificación del cauce natural y el encauzamiento del mismo, han alterado el régimen hídrico de la laguna y del Humedal.

Estas presiones sobre el Humedal, podrían estar generando pérdidas en los servicios ecosistémicos; lo cual podría acarrear problemas ambientales y pérdidas económicas para los productores locales. La falta de servicios ecosistémicos tiene que ser reemplazada artificialmente, lo que para los productores implica más gastos en agroquímicos, más trabajos de arado de la tierra, problemas con las polinizaciones de las plantas, más gastos en maquinaria, entre otros (Viguera et al., 2017).

Por último, esta situación puede verse fuertemente agravada en el futuro, ya que los humedales se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Entre los impactos potenciales del cambio climático sobre los humedales se encuentran aquellos relacionados con las modificaciones en el régimen hidrológico tales como cambios en los regímenes de precipitación, incremento del derretimiento de los hielos, incremento de las tasas de evaporación e intensificación de las sequías, tormentas e inundaciones (Universidad Nacional de San Martín, 2018, p. 184).

A su vez, la degradación de humedales puede contribuir al calentamiento global, ya que la mayoría presenta una acumulación neta gradual de CO₂ en el tiempo y su desaparición implica la liberación de este CO₂ a la atmósfera. Los humedales contienen el 35% de las reservas totales de carbono de la biosfera. Son el principal reservorio de carbono a escala global (770 Gt) seguidos por los bosques tropicales (428 Gt), los bosques templados (159 Gt) y agroecosistemas (150 Gt) (Universidad Nacional de San Martín, 2018, p. 184-185).

Es determinante entonces, buscar los medios para la conservación y recuperación de este tipo de ecosistemas y los servicios que brinda. Dado el estado actual, en la zona se llevan a cabo acciones de **restauración ecológica (RE)** actividad que, según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (2004), se refiere a “una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad” (como se citó en de Lima Abouhamad, et al., 2017).

La restauración ecológica es reconocida a nivel global como un proceso esencial para restablecer la capacidad de los ecosistemas de soportar las demandas socioeconómicas, usar y manejar los recursos naturales de manera sostenible, mitigar los efectos del calentamiento global y conservar e incrementar el capital natural (Choi, 2004; Aronson *et al.*, 2006 y Hobbs, 2007, como se citó en de Lima Abouhamad, et al., 2017). En el Humedal, estas acciones, actualmente las realiza un grupo llamado “Guardianes del Humedal Arroyo Claro”, integrado por ACUYO, Club Martín Pescador, Jóvenes por el Clima, INTA Junín y la Comunidad local. Esta es una noble tarea que a largo plazo puede traer numerosos beneficios para el ecosistema y la comunidad en su totalidad.



Figura 21: Principales actividades llevadas a cabo en el Humedal Arroyo Claro por parte del grupo Guardianes del Humedal Arroyo Claro.

Fuente: Guardianes del Humedal Arroyo Claro (@guardianes_humedalarroyoclaro, página de Instagram). (24 de julio de 2020).



6.4 CONCLUSIONES

Desde tiempos prehistóricos, los humedales han figurado entre los ecosistemas más importantes para el desarrollo de la humanidad. Los mismos, brindan numerosos servicios ecosistémicos que han sido y son indispensables para las actividades antrópicas, tanto ganadería y agricultura, como la supervivencia y el bienestar de la población. Sin embargo, la tendencia mundial seguida por parte de la comunidad y los tomadores de decisiones pone en riesgo la existencia de los mismos, ya que se los ve como elementos limitantes del progreso, siendo el destino de gran parte de ellos, drenarlos, rellenarlos o dragarlos.

El Humedal Arroyo Claro no es la excepción. En las últimas décadas, en el distrito de Barrancas, el Humedal ha visto disminuida su superficie de manera abrupta, pasando de tener aproximadamente unas 345 hectáreas en 1991 a 150 hectáreas en 2021. Esta disminución representa una pérdida del 56% de la superficie en 30 años. Por su parte, el área remanente es soporte de numerosos basurales clandestinos a cielo abierto, quemadas intencionales e invasiones por especies exóticas. Además, su régimen hídrico se ha visto alterado por los trabajos de modificación del cauce natural y el encauzamiento del mismo, aguas arriba.

La tendencia actual implica el reemplazo del Humedal por los principales cultivos de la zona (vid y cultivos hortícolas). Esto puede traer numerosos perjuicios, no solo para el ambiente, sino también para los productores locales, que tendrían que reemplazar artificialmente los servicios ecosistémicos perdidos, acarreado grandes gastos económicos.

En la zona, se están llevando a cabo acciones de restauración por parte del grupo llamado Guardianes del Humedal Arroyo Claro. La restauración ecológica es una herramienta mundialmente utilizada, que a la larga puede traer numerosos beneficios en las zonas donde se aplica. Por otro lado, la restauración de este tipo de ecosistemas resulta esencial frente al cambio climático, tanto por su capacidad para retener CO₂, como por su vulnerabilidad frente a este.

Es necesario realizar estudios más profundos sobre los cambios en los servicios ecosistémicos y las afectaciones a los productores y colindantes que la reducción del Humedal ha generado. Por último, es imperativa la ejecución de políticas públicas y leyes donde se priorice el uso respetuoso, la participación ciudadana y la protección de los mismos.



6.5 BIBLIOGRAFÍA

- Brandi, S.; Costamagma, J. L. (2018). *Humedal Arroyo Claro: Gestión interdepartamental para la definición de un Área Natural Protegida en el Plan de Ordenamiento Territorial del Departamento de Junín, Mendoza, Argentina*. I Jornada Nacional de la Evaluación Integrada de la Desertificación: Enfoques y Metodologías Socioambientales. Mendoza, Argentina.
- Brandi, S.; Herrera, J. P. (2018). *Propagación de especies nativas para la restauración ecológica de ambientes degradados en tierras secas: Humedal Arroyo Claro, Los Barriales, Junín, Mendoza*. I Jornada Nacional de la Evaluación Integrada de la Desertificación: Enfoques y Metodologías Socioambientales. Mendoza, Argentina.
- Brandi, S.; Puebla, P. (2017). *Presentación de caso: Sitio de Interés para la Conservación Humedal Arroyo Claro, Los Barriales, Junín, Mendoza*.
- de Lima Abouhamad, S., Ramírez, M. V. R., Ramírez, J. L. M., Céspedes, K. S. y Alpízar, A. L. S. (2017). Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la sociedad y su relación con la restauración ecológica. *Biocenosis*, 31(1-2).
- Díaz Carrión, I. A.; de Jesús Sedas Larios, E. E.; Burguillo Cuesta, M. (2018). *Servicios Ecosistémicos en Humedales*. Estado de Veracruz, México. ISBN: 978-607-7844-92-1
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar, Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 4ª Edición*.
- Universidad Nacional de San Martín; FUNINTEC. (2018). *Agua + Humedales*. San Martín, Buenos Aires, Argentina, UNSAM EDITA, 485 p. (FUTUROS). ISBN: 978-987-4027-68-9
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M. R., Donatti, C. I., Harvey, C. A. y Alpízar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura Módulo 3* (No. P01 306). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

7. ANEXO II

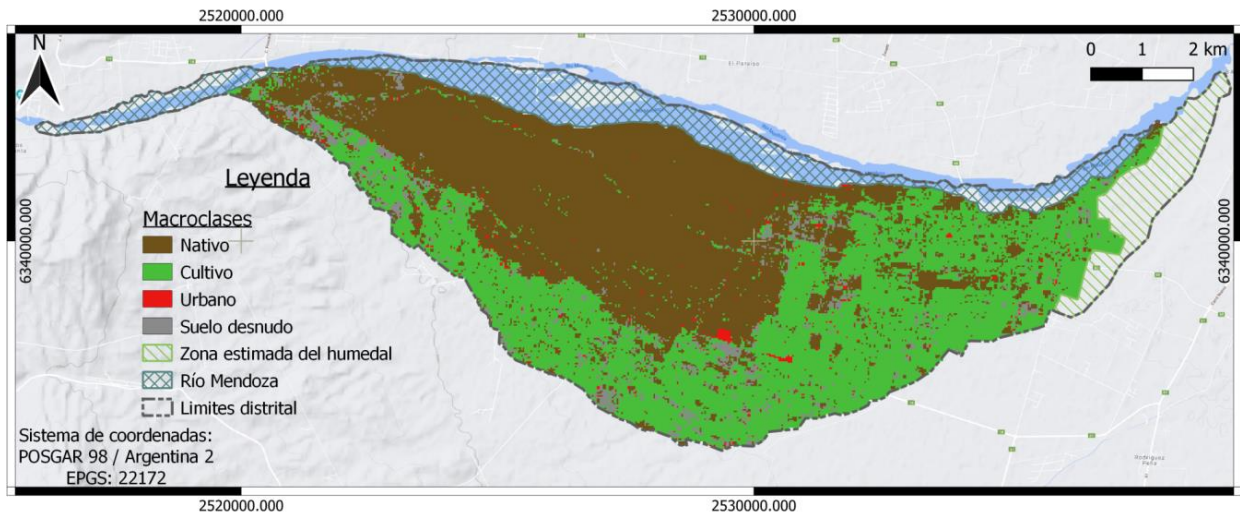


Figura 22: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 1990-1991.

Fuente: Elaboración propia.

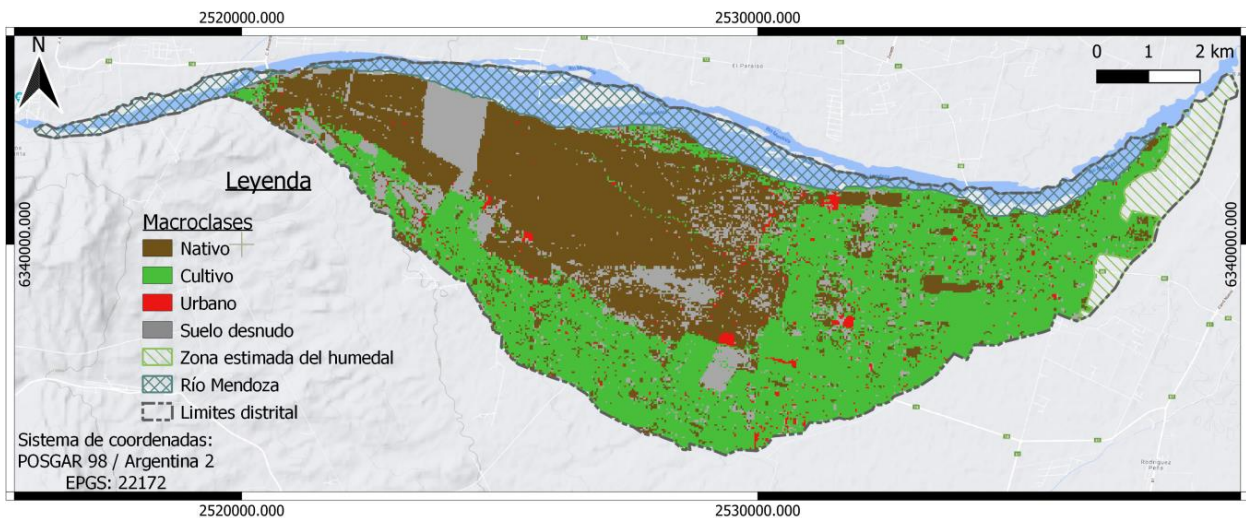


Figura 23: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2000-2001.

Fuente: Elaboración propia.

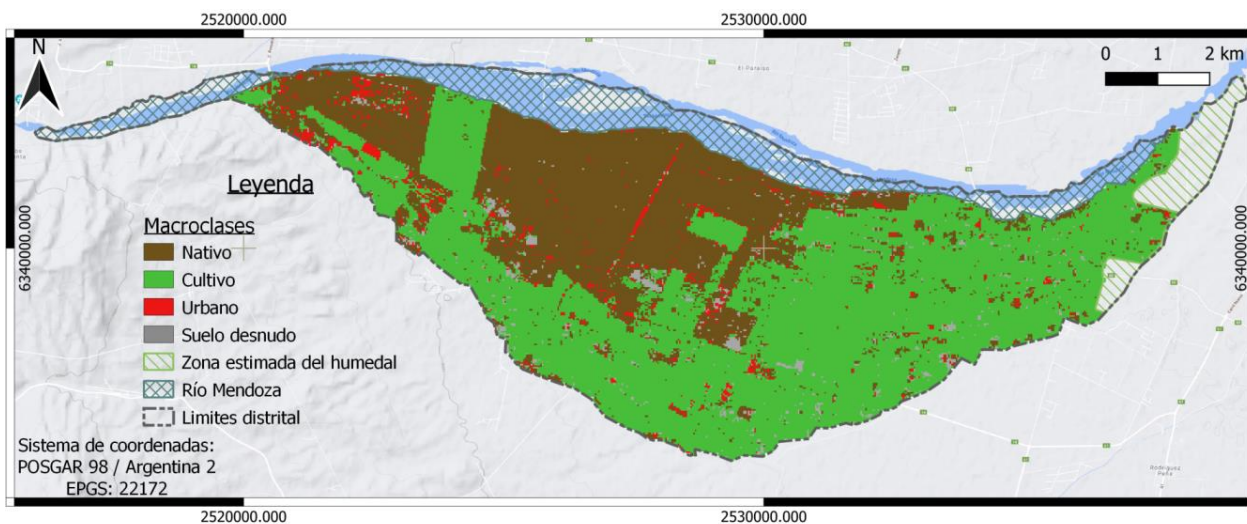


Figura 24: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2010-2011.

Fuente: Elaboración propia.

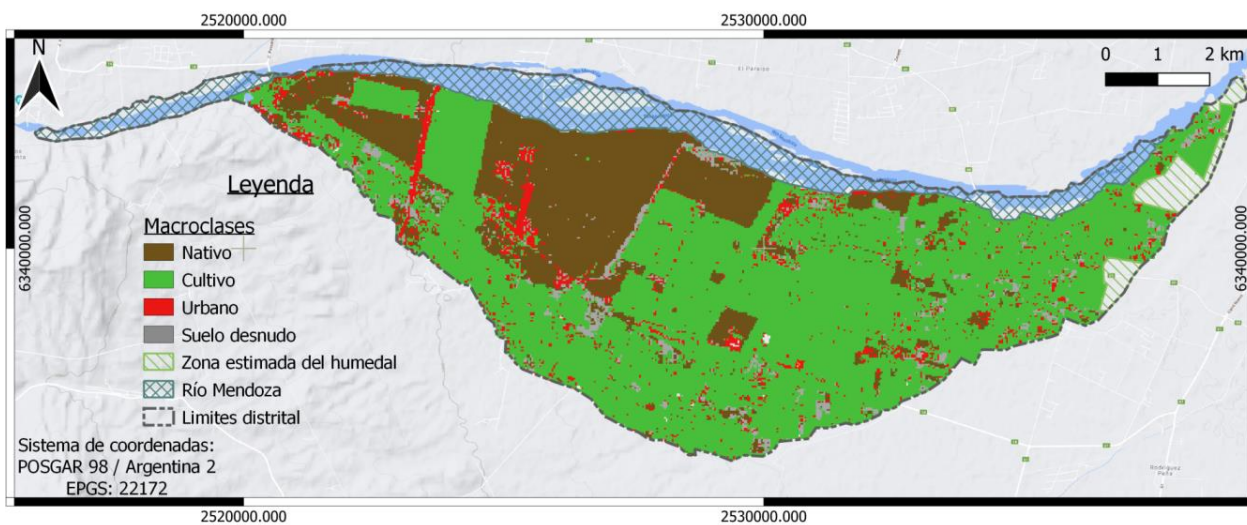


Figura 25: Macroclases en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2020-2021.

Fuente: Elaboración propia.

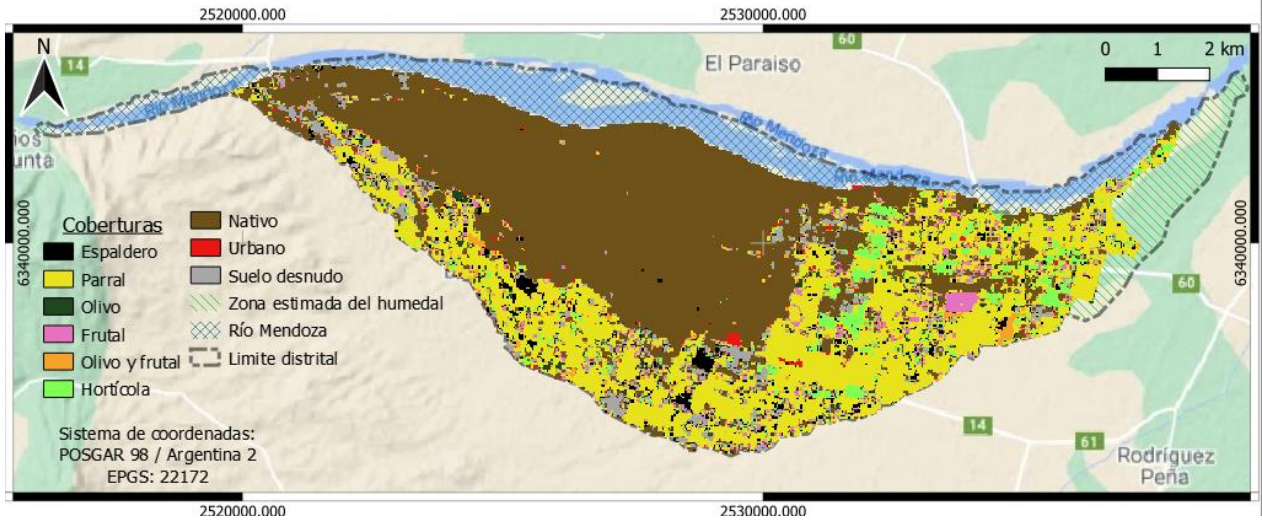


Figura 26: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 1990-1991.

Fuente: Elaboración propia.

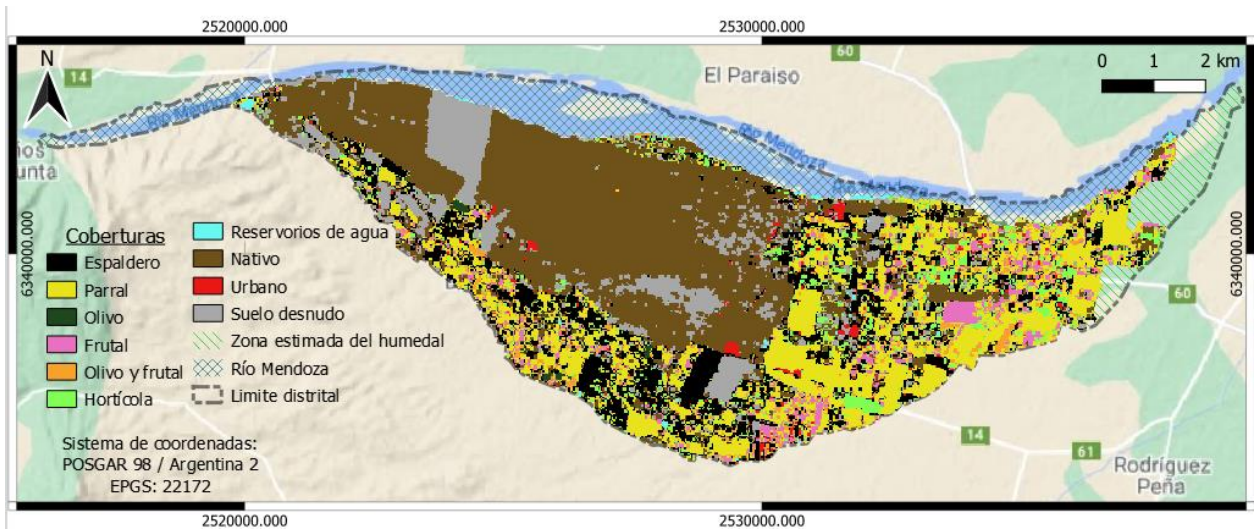


Figura 27: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2000-2001.

Fuente: Elaboración propia.

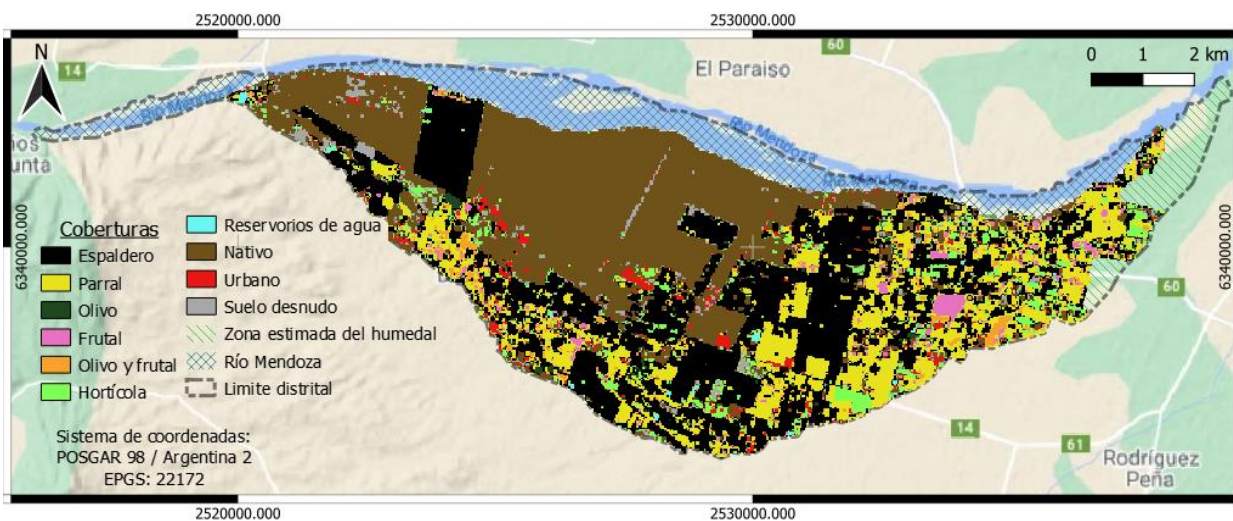


Figura 28: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2010-2011.

Fuente: Elaboración propia.

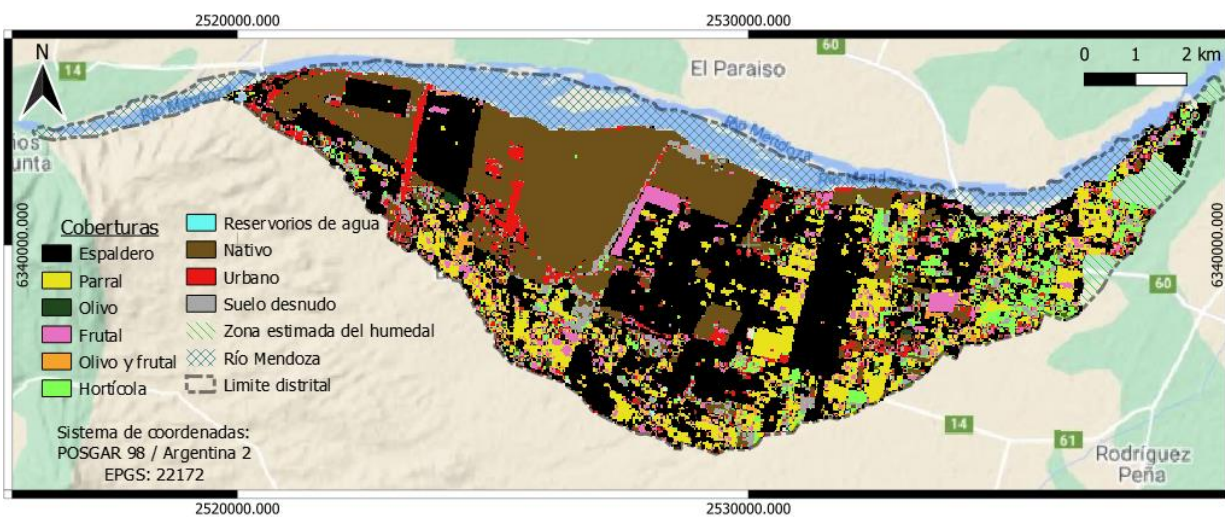


Figura 29: Coberturas en Barrancas, Maipú, en la época estival de los años 2020-2021.

Fuente: Elaboración propia.