

# Indicadores espaciales de diversidad biológica en la construcción de instrumentos de ordenamiento territorial. Los casos de Mendoza y Córdoba en Argentina

Spatial Indicators of Biological Diversity in the Construction of Land Use Planning Instruments. The Cases of Mendoza and Córdoba in Argentina

Recibido: 28/07/2023 | Aceptado: 22/05/2024

 <https://doi.org/10.48162/rev.55.059>

---

Yuliana Céliz

 <https://orcid.org/0000-0003-3810-8490>  
[yulianaceliz09@gmail.com](mailto:yulianaceliz09@gmail.com)

Observatorio de Agricultura Urbana Periurbana y Agroecología- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Córdoba  
Argentina

**Cómo citar:** Céliz, Yuliana (2024) "Indicadores espaciales de diversidad biológica en la construcción de instrumentos de ordenamiento territorial. Los casos de Mendoza y Córdoba en Argentina" en *Revista Proyección, Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial* N°35, Vol. XVIII, Instituto CIFO, Universidad Nacional De Cuyo, pp. 181-202, ISSN 1852-0006.

---

**Resumen:** El artículo trata sobre la expresión espacial de la relación entre los procesos de crecimiento y expansión de la ciudad y se focaliza en las recientes dinámicas de este sistema complejo que consume territorio, transformándolo según diversos intereses. El rol de las ciudades intermedias como sistemas complejos para hacer frente a los efectos del cambio climático es estratégico, por lo que la construcción e implementación de instrumentos de ordenamiento territorial que organicen estos territorios relacionales entre lo urbano y lo rural-natural es urgente. El objetivo de este trabajo es comprender la relevancia de estas ciudades como áreas capaces de ensayar instrumentos que se asienten en la construcción de indicadores de biodiversidad para ordenar territorios en contextos de cambio climático. Se seleccionaron dos casos de estudio: las ciudades de Córdoba y Mendoza. Se utilizaron técnicas de teledetección para el cálculo del índice de vegetación normalizada escalada para las áreas rurales-naturales de ambos casos. Los resultados del indicador se contrastaron con clases de cobertura de suelo producto de una clasificación supervisada. Las áreas sobre las que se observaron los valores de productividad más elevados se asociaron a paisajes de gran diversidad biológica y gran proximidad a la ciudad consolidada.

---

**Palabras clave:** cambio climático, urbanización, biodiversidad, teledetección, ciudades intermedias

**Abstract:** The study focuses on the impact of urban growth and expansion on surrounding areas. It emphasizes the recent changes in the city's complex system and its utilization of land for various purposes. Intermediate cities play a crucial role in dealing with the effects of climate change, so it's important to develop plans that organize the urban and rural areas. The construction and implementation of land-use planning instruments that organize these territories is urgent. This study aimed to ascertain the significance of these dynamic cities in testing biodiversity-based planning tools within the context of climate change. It includes two case studies: Córdoba and Mendoza. Remote sensing techniques were employed to accurately assess vegetation in the rural areas surrounding both cities. The findings were then meticulously compared with comprehensive land cover maps. The study concluded that areas exhibiting high vegetation productivity also boasted rich biodiversity and were in close proximity to the urban center.

**Keywords:** climate change, urbanization, biodiversity, remote sensing, intermediate cities

## Introducción

Este trabajo parte del análisis espacial de la relación que se establece históricamente entre los procesos de crecimiento y posterior expansión de la ciudad como sistema complejo que consume territorio, transformándolo según diversos intereses. La primera distinción es establecer que el nivel de urbanización describe la fracción de población viviendo en un área urbana y, la expansión urbana refiere a un incremento del área de tierra urbana. Asimismo, durante todo este trabajo se expondrá el concepto de creación de suelo urbano como sinónimo de expansión.

Algunos autores contemporáneos (Ascher, 2004; Brenner, 2013; Soja, 2008) coinciden en señalar que los procesos de urbanización de las ciudades occidentales, al menos desde fines de los años 80, han acelerado procesos de creación de suelo urbano y cambiado la escala de la experiencia urbana. Asimismo, las grandes ciudades comenzaron a perder capacidad de absorción de población<sup>43</sup>, tendencia que se acrecentó luego de la pandemia del SARS-CoV-2 de 2020.

En el caso de las ciudades latinoamericanas, la velocidad de la dinámica a partir de los años 90 (Abramo, 2012; Cicolella, 2014; Pérez, 2016, entre otros), implicó la disminución en la capacidad de transformación de sus áreas centrales, pero intensificado la interacción de las áreas urbanas pericentrales de uso del suelo urbano con áreas rurales y naturales. En estas áreas es donde se producen, aunque la mayoría de las veces por motivaciones individuales o de mercado, las transformaciones territoriales más relevantes.

---

<sup>43</sup> El caso más cercano es el de la ciudad Autónoma de Buenos Aires en Argentina que según los datos del Instituto de Nacional Estadísticas y Censo (INDEC 2022) tiene una población de 3.120.612 habitantes y no presentó variaciones significativas desde el censo de 2010.

Es importante señalar que la creación de suelo urbano no implica la condición de urbanidad. La lectura tradicional de la ciudad como área formalmente delimitada, distinta de sus áreas rurales y naturales contiguas es; en esta instancia del proceso urbanizador global, al menos anacrónica. El sistema urbano en tanto sistema vivo, implica una configuración más amplia y necesariamente compleja; se trata de una geografía específica pero que por su propia dinámica tiende a ser expansiva en su configuración territorial. A partir de esta complejidad es que algunos conceptos se ponen en crisis cada vez con mayor claridad al tratar de abordar el fenómeno regional.

Asimismo, la discusión en torno a lo rural, sobre todo asociado a lo urbano; expone desde su definición la idea de caracterización por oposición. Dicha relación es a priori de dependencia mutua, pero donde lo rural es todo aquello residual a lo urbano. Aquí se ubica el primer indicador de la relación urbano-rural-natural contemporánea: la necesidad de revisar qué criterios o elementos son la base de una valoración de aquellas áreas rurales y naturales asociadas a las urbanas. Chomitz et al. (2005) plantearon que si se observan como dos polos a la granja aislada y a la metrópolis, lo que sucede en el medio es un continuo. A lo largo de este espacio de lo urbano a lo rural se establece la relación de flujos urbanos y rurales, planteando que zonas situadas dentro de un radio de desplazamiento fácil, de un gran centro urbano, pueden considerarse urbanas, aunque estén siendo ocupadas por actividades rurales. Asimismo, en radios ligeramente mayores, hogares agrícolas y no agrícolas pueden acceder a empleos urbanos y practicar la agricultura de manera rentable para los mercados urbanos.

La intensificación de los flujos que conectan física y comunicacionalmente diferentes regiones en todo el planeta establecen una condición relacional fundamental en la configuración de estos procesos meta-territoriales. La expresión de una región urbana (Brenner 2013) está entonces asociada al impacto de las lógicas de la ciudad en territorios que no necesariamente constituyen áreas urbanas consolidadas o densamente pobladas. Esta noción territorial que da cuenta del carácter global de la urbanización; demanda instrumentos que permitan sostener esta relación equilibrada entre la dinámica de creación de suelo urbano y las áreas rurales y naturales, fundamentales para dicha región.

La ciudad latinoamericana, inmersa en esta lógica global; presenta elementos relevantes a tener en cuenta a la hora de observar este fenómeno donde las dinámicas de transformación acelerada no se encuentran en las mega ciudades, sino en aquellas que se encuentran entre los pequeños centros urbanos, pero no tan alejadas de las grandes ciudades. Es posible identificar en estas ciudades "en movimiento", al menos dos tendencias: por un lado, el emergente espacial de

la región urbana y por el otro; el papel estratégico de una ciudad intermedia o intermediaria.

Tradicionalmente, la idea de ciudad intermedia estuvo asociada a aquellas ciudades con menos de 1 millón de habitantes y considerando el margen más amplio hasta 100.000 habitantes (Shlomo et al., 2012). Sin embargo, con este criterio, ciudades que poseen dinámicas más cercanas a la ciudad intermedia, difícilmente puedan tener dinámicas comparables a las de Tokio en Japón o Nueva York en Estados Unidos e incluso en América Latina; São Paulo en Brasil o Buenos Aires. Este razonamiento subraya una crisis de representatividad de las categorías tradicionales que definen tipologías de ciudad. Esta franja dinámica de ciudades en contacto con sus áreas naturales y rurales, las transforma en áreas de interés para el Ordenamiento Territorial (OT) desde un enfoque ambiental estratégico.

Nos referimos entonces a una tipología urbana que experimenta aceleradas transformaciones, en la que sus áreas de influencia y relaciones tanto rurales como naturales son constitutivas. El término ciudad intermedia fue consensuado formalmente recién en 2016 en la conferencia de Hábitat III en Quito (Naciones Unidas 2016). Sumado a esto, Llop et al. (2019) refuerza la idea de “intermediación” que asumen este tipo de ciudades, entendiéndolas como un componente transversal del territorio. Esta lectura es fundamental en tanto ubica a la ciudad como un fenómeno que no resulta exclusivamente urbano, sino que se configura y se explica a través de las relaciones que establece con su territorio y otros usos del suelo que también la definen.

En este trabajo el término ciudad intermedia es útil para delimitar el fenómeno estudiado y será considerada como el área urbana de relevancia regional, con carácter de intermediación de flujos en áreas urbano-naturales y urbano-rurales. Para estas áreas no existen actualmente instrumentos de planificación urbana específicos ya que la mayoría de las veces exceden los límites urbanos administrativos.

Bajo esta concepción, si se considera a la ciudad como un sistema complejo a partir de las relaciones entre ecosistemas naturales y asentamientos humanos (Liu et al., 2007; Wang & Grant, 2021) no resulta extraño que también sea la principal causa del Cambio Climático. El 70 % de los gases de efecto invernadero se emiten en las ciudades (ONU HABITAT, 2011), y en ellas se consume el 80 % de la energía producida a nivel mundial (Sánchez Rodríguez et al. 2013 en Bárcena et al., 2020). Para el año 2014 el 81% de la población de América Latina y el Caribe vivía en áreas urbanas (Naciones Unidas, 2015). En esta región, el impacto del Cambio Climático es en la mayoría de los casos heterogéneo y adquiere particularidades regionales. Esto se debe a que un gran porcentaje de

los asentamientos humanos expuestos se encuentran en condiciones de vulnerabilidad.

La mayoría de los efectos se observan en las actividades agropecuarias, el agua, la biodiversidad, el nivel del mar, los bosques, el turismo, la salud y las áreas urbanas (Galindo & Delgado, 2006; CEPAL, 2010; Magrin et al., 2014). Algunas estimaciones sugieren que el impacto aumentará exponencialmente a medida que se incremente la temperatura (Nordhaus & Moffat 2017 en Bárcena et al., 2020). Los estudios realizados de 1990 a 2010 estimaron que si la temperatura aumenta 2.5 °C, el costo para una región como América Latina, con una economía reprimarizada, será crítico. En este escenario, las pérdidas potenciales de las actividades agrícolas y su capacidad de adaptación como sector, están impactadas por factores humanos. Un ejemplo de ello se asocia a la tenencia de la tierra, ya que cuando la propiedad está dissociada del uso, los incentivos para invertir en adaptación disminuyen lo que además estará asociado a la implementación de políticas públicas específicas.

A su vez el Cambio Climático pone en riesgo la disponibilidad de agua, principalmente incidida por la temperatura y el régimen de precipitaciones, seguido por el costo de suministro, obras de infraestructura y crecimiento poblacional. En este escenario también disminuye el potencial de rendimiento de los principales cultivos, junto con los efectos del clima extremo y el agotamiento del suelo. La salud de los ecosistemas es esencial para la salud humana. La destrucción generalizada de la naturaleza, incluidos hábitats y especies, está erosionando la seguridad hídrica y alimentaria y aumentando la posibilidad de pandemias (Atwoli et al., 2021). En América Latina, los principales efectos sobre la salud asociados al Cambio Climático son la malaria, el dengue, el estrés por calor y el cólera (Magrin et al. 2007).

En estos escenarios climáticos, la transformación del paisaje asociada al cambio de usos del suelo y la deforestación es un indicador de la intensificación de los efectos climáticos, aumentando la pérdida de biodiversidad. Para los paisajes latinoamericanos, configurados a partir de una amplia variedad natural, resultado de una amplia variedad climática, es posible inferir un aumento de la exposición al riesgo de los asentamientos humanos.

Frente a los escenarios planteados, es fundamental una lectura crítica de una relación sistémica, donde las actividades humanas influyen en los ecosistemas y, a su vez, los cambios en los ecosistemas pueden influir en la magnitud y la naturaleza del Cambio Climático. El conocimiento de esta relación y su gestión es fundamental en la comprensión de los ecosistemas estratégicos, que son aquellos sistemas naturales importantes para una sociedad porque le prestan

una serie de bienes y servicios, más allá de las funciones ecológicas de su propia dinámica (Márquez, 1997).

Teniendo en cuenta que las ciudades son sistemas de consumo de otros ecosistemas, las perturbaciones en la disponibilidad de consumo de recursos y procesos ecológicos básicos y fundamentales para los asentamientos humanos, condiciona el nivel de vulnerabilidad. La pérdida de importantes funciones de los ecosistemas, como la regulación climática, la disponibilidad y la retención de agua, debido a la destrucción de zonas verdes, suele estar directamente relacionada con el aumento del riesgo de inundaciones, calor y deslizamientos de tierra, exacerbados por el cambio climático. Esto, a su vez, aumenta la vulnerabilidad en las ciudades, especialmente en el contexto de eventos climáticos extremos.

Krellenberg et al. (2016) señalan que una de las variables fundamentales a considerar para abordar los intensificadores de vulnerabilidad, es el contexto institucional y político de la ciudad. En decir que, la capacidad de adaptación de una ciudad al Cambio Climático implica un amplio conjunto de recursos que comienzan por el grado en el que las autoridades locales lo han integrado en sus procesos de planificación y OT, sobre todo con miradas a largo plazo. Asimismo, la escala local es el espacio de gestión por excelencia para llevar a cabo estos proyectos, dado que la relación directa con los ciudadanos y el territorio permite la generación de conocimiento y herramientas, que mediante su aplicación permiten rápidamente, validación y evaluación.

Es importante subrayar que la preocupación por los procesos de antropización del territorio y la dependencia de las ciudades sobre estas áreas de amortiguamiento ambiental no son recientes. Sin embargo, el contexto de intensificación de los impactos del Cambio Climático, implica la necesidad de generar herramientas de OT basadas en la conservación de la biodiversidad. Para ello es importante conocer la configuración de territorios agrícolas, los productores de alimentos y las áreas naturales con grandes valores ambientales. En otras palabras, el primer paso para la construcción e implementación de este tipo de instrumentos, es el conocimiento de los ecosistemas y sus funciones básicas en relación a las ciudades.

El objetivo de este trabajo es entonces, entender a la ciudad intermedia y las áreas metropolitanas de escala nacional, como áreas estratégicas para enfrentar los procesos del Cambio Climático en el contexto regional. Esta afirmación se relaciona no sólo con la velocidad de las dinámicas territoriales y humanas; sino también en el impacto de políticas públicas a escala local y la capacidad de realizar valoraciones de estos impactos de aplicación en tiempos relativamente cortos.

### *Área de estudio*

En Argentina, oficialmente se reconocen como ciudades intermedias a aquellas de entre 1 millón y 100 mil habitantes (Ministerio del Interior Obras Públicas y Viviendas, 2018). Si se observa la dinámica urbana argentina, a fines de los años setenta se produce un cambio de tendencia, cuando aumenta la participación relativa de la población residente en las ciudades intermedias. Estas transformaciones implican factores dentro de los cuales estuvo la desaceleración del crecimiento de áreas metropolitanas y la tecnificación agropecuaria (Wahren, 2020). El impacto de esta dinámica en las ciudades intermedias puede estar asociado a que las migraciones del campo se localizaron en núcleos urbanos menores que buscaron no romper el vínculo con la actividad agropecuaria. El impulso de los regímenes de promoción industrial de este mismo período también impulsó movimientos hacia otras ciudades en diferentes regiones del país.

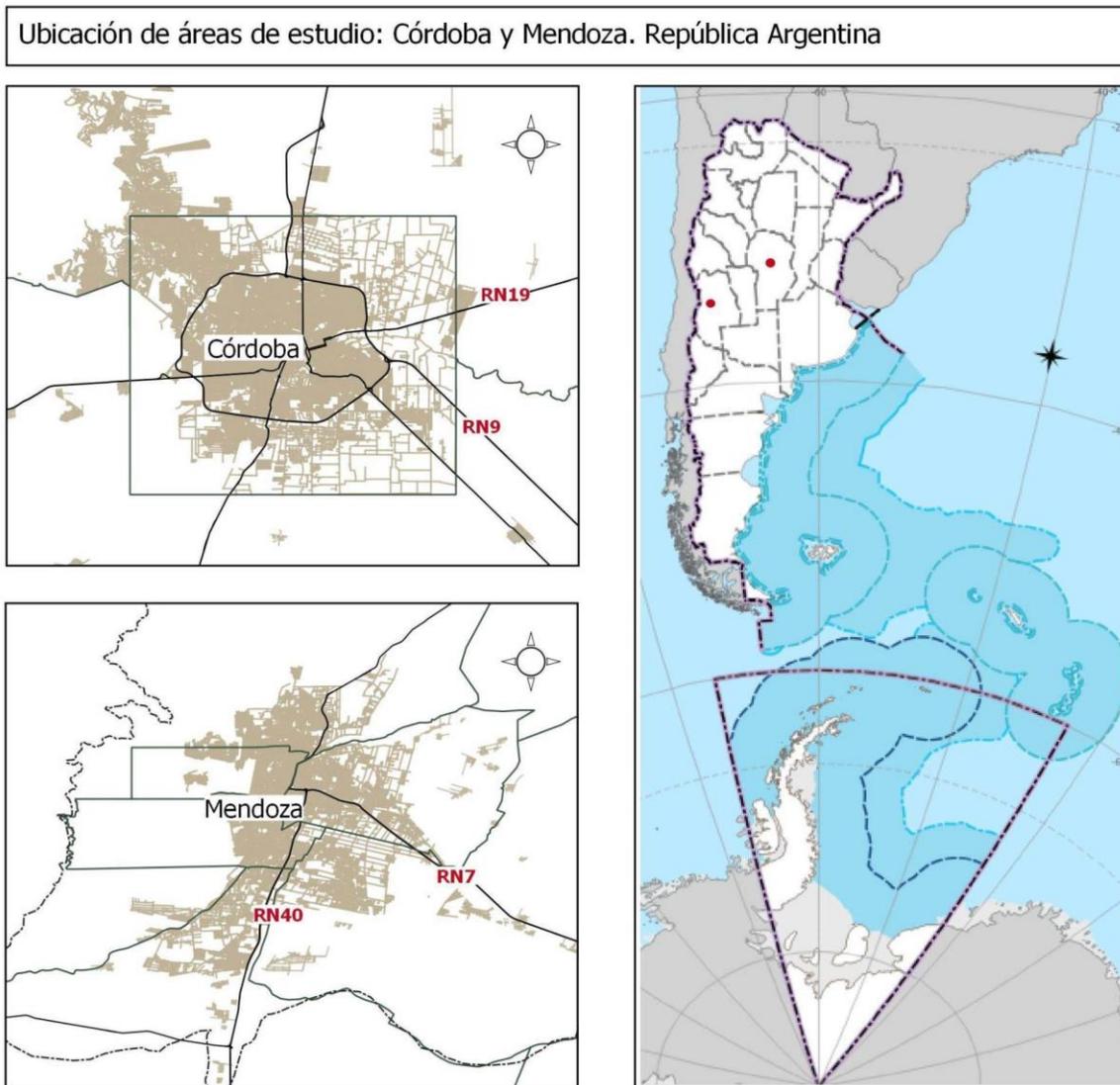
Hacia fines de los años 80 ya se observa a Buenos Aires como una ciudad de gran escala con una dinámica muy diferente al resto de los centros urbanos argentinos que, a su vez, se extendían a través de las relaciones regionales que fortalecen entre sí y con centros urbanos menores. Durante la década de los 90 comienza a primar el modelo neoliberal global de desarrollo urbano y las transformaciones se asocian a la creación de barrios cerrados en varias ciudades (Peralta, 2018). Durante los años 2000 se consolidaron barrios estatales de expulsión de poblaciones hacia las periferias urbanas conjuntamente con las barriadas informales que luego de la crisis del año 2001 también se consolidaron en la mayoría de las ciudades intermedias argentinas.

Teniendo en cuenta la lectura nacional de las dinámicas de creación de suelo urbano, se determinó un período de análisis entre los años 1987 y 2017 para dos casos de estudio. Por un lado, el área metropolitana de Córdoba, como la de mayor incorporación de población desde los años 80, sumado a ello, presentando una dinámica similar a la de una metrópolis nacional que ejecuta roles de ciudad intermedia diferenciada de Buenos Aires. Por otro lado, el área metropolitana de Mendoza, con claras características de ciudad intermedia, siendo un área con gran intensidad y protagonismo en su participación en la economía regional y nacional.

Si bien puede compararse al área de Mendoza con la escala de una ciudad intermedia, y a Córdoba con una metrópolis de escala nacional, en este trabajo se estableció el foco en las relaciones y la relevancia que ambas consolidaron regionalmente. Esto implica que las relaciones funcionales y por lo tanto de flujo que ejercen, les otorgan características dinámicas comparables como centros relevantes dentro de las economías regionales.

Otra particularidad que comparten ambas ciudades es que forman parte del 30% del territorio argentino caracterizado por sistemas montañosos, es decir que se trata de áreas urbanas que forman parte del área de montaña de Argentina (IGN-SegemAR, 2021). Es importante entonces señalar la relevancia de los procesos ecológicos que definen estos sistemas y cómo afectan la configuración de estos asentamientos humanos. En el caso de la ciudad de Córdoba, esta se desarrolla al occidente de las Sierras de Córdoba, que separan la Llanura pampeana y la región montañosa noroeste del país. La ciudad de Mendoza y los departamentos que configuran el área metropolitana por su parte, se extienden sobre tres grandes unidades geomorfológicas: precordillera, piedemonte y playa (Isgró et al., 2019). A su vez la mayor parte de su superficie se ubica sobre la unidad del piedemonte (Figura N° 1).

**Figura N°1: Ubicación áreas de estudio. Ciudades de Córdoba y Mendoza**



Fuente: Elaboración propia.

En este contexto ecosistémico se observó el proceso de expansión horizontal a través de la creación de suelo urbano en ambos casos. A su vez, las características comunes y distintivas ofrecen la posibilidad de ensayar la generación de datos ecosistémicos básicos y fundamentales para la creación de instrumentos de OT en contextos de Cambio Climático.

Como en el caso de otras ciudades intermedias argentinas, estas ciudades comparten la caracterización urbana que se acentúa en los años 90, donde se consolidan las urbanizaciones cerradas, los planes estatales y la conflictividad de la segregación espacial; la privatización de los espacios públicos, el transporte personal por sobre la infraestructura de transportes públicos, la desvalorización de los servicios ecosistémicos en pos del progreso de la ciudad, entre otras.

Otra particularidad espacial que ambas ciudades comparten es la relación que mantienen con sus áreas productivas inmediatas. En el caso de Córdoba a partir de un área denominada cinturón hortícola ubicado en el norte y sur de la ciudad y, en el caso de Mendoza el oasis productivo norte, delimitada por el área productiva bajo riego. Ambas áreas rurales productoras están claramente definidas determinando, no sólo su valor estratégico para ambas ciudades; sino también estableciendo una diferenciación con respecto a otras áreas rurales relevantes para estas regiones.

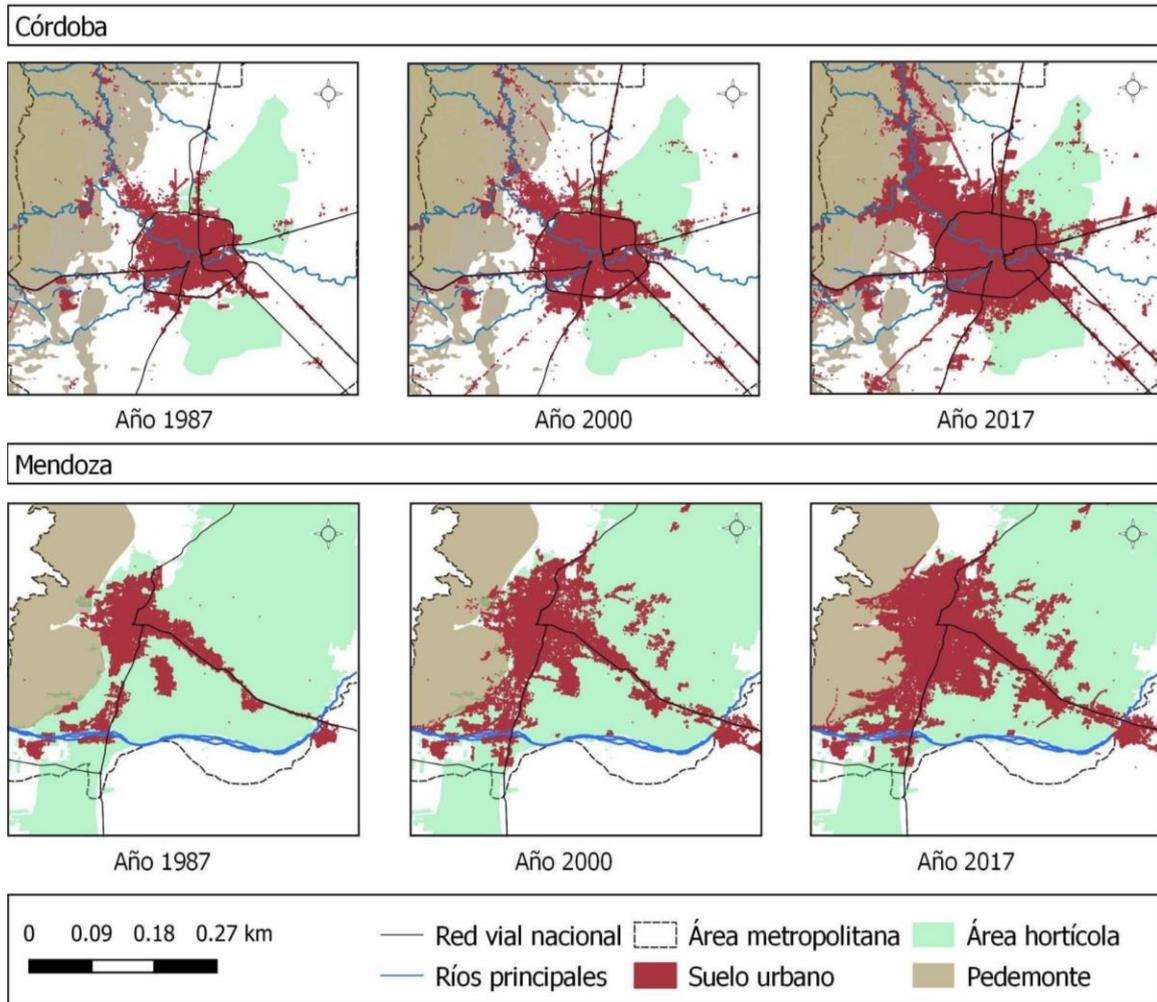
En este escenario se observaron los procesos de creación de suelo urbano 1987-2017 para las ciudades de Córdoba y Mendoza en Argentina. Si se observa la Figura N°2, y se analizan en conjunto las tendencias, es posible identificar algunas dinámicas: en ambas ciudades la creación de suelo urbano se da sobre dos ambientes, por un lado, el área rural hortícola principalmente productora de alimentos de proximidad y el área de pedemonte, caracterizada principalmente por el monte nativo en Mendoza y el bosque nativo en Córdoba. Otra dinámica que se observó en ambos casos es la direccionalidad en la expansión que otorgan las infraestructuras viales, intensificando la conexión con centros urbanos menores y cercanos.

En el caso de Córdoba se observó el avance del suelo urbano sobre el área noroeste hasta generar una continuidad con el valle serrano y consolidar un área urbana continua con la ciudad de Córdoba, reforzado principalmente por la ruta provincial E53 en el noroeste. En el caso de Mendoza la consolidación de suelo urbano se observó principalmente hacia el área este y sureste, sobre el oasis productivo norte, a través de la ruta nacional N°7 que se extiende de oeste a este en el área metropolitana.

A partir de este análisis inicial es posible entender las dinámicas de ambas ciudades en contextos ecosistémicos montañosos, como casos representativos

para la discusión en torno a la necesidad de construir instrumentos de OT con enfoques ecosistémicos y orientados a la generación de espacios de amortiguamiento o áreas con capacidad resilientes en ciudades con dinámicas intensas de cambios de usos del suelo por creación de suelo urbano.

**Figura N°2: Proceso de creación de suelo urbano en Córdoba y Mendoza 1987-2017**



Fuente: Elaboración propia en base a procesamiento de imágenes satelitales Landsat 5 TM y 8 OLI.

### La diversidad biológica como instrumento de resiliencia urbana

La diversidad biológica o biodiversidad, se refiere a la variedad de formas de vida que existen en nuestro planeta, incluyendo todas las especies de plantas, animales, hongos, bacterias y microorganismos, así como los ecosistemas en los que viven. La biodiversidad abarca la diversidad genética dentro de cada especie, la diversidad de especies dentro de un ecosistema y la diversidad de ecosistemas en una región o en todo el mundo. La biodiversidad es fundamental para el funcionamiento equilibrado y saludable de los ecosistemas y para el

bienestar de los asentamientos humanos. Cada especie y cada ecosistema desempeña un papel importante en la regulación del clima, la purificación del agua, la polinización de cultivos, la protección contra inundaciones y la provisión de alimentos, medicinas y recursos naturales.

La pérdida de biodiversidad puede tener consecuencias graves para la humanidad, ya que afecta la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático y la capacidad de las sociedades para adaptarse a desafíos futuros. La conservación y protección de la biodiversidad es fundamental para enfrentar los impactos del cambio climático debido a la interdependencia de los sistemas humanos y naturales, estas relaciones que fueron sintetizadas en los servicios ecosistémicos, fundamentales para garantizar la sustentabilidad y bienestar de los asentamientos humanos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Esto implica la adopción de medidas para reducir las amenazas a la biodiversidad, la creación de áreas protegidas, la promoción de prácticas de desarrollo sostenible y la sensibilización sobre la importancia de la diversidad biológica en la toma de decisiones y acciones de los asentamientos humanos.

La diversidad biológica puede entenderse como un indicador síntesis de la salud de los ecosistemas y por consiguiente del socioecosistema. Por lo tanto, espacializarlos resulta de gran relevancia para la construcción de información de base para instrumentos de OT orientados a la resiliencia urbana.

Sobre esta perspectiva existen marcos internacionales que incluyen esta perspectiva en la protección y ordenamiento de los territorios. La más relevante en este aspecto es la Nueva Agenda Urbana (ONU HABITAT, 2020) cuyo objetivo central radica en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2018). Uno de los ejes centrales es la Sustentabilidad Ambiental, este refuerza la necesidad de que los gobiernos generen políticas que garanticen la sustentabilidad de los territorios:

“(..)el uso sostenible de la tierra y los recursos en el desarrollo urbano, protegiendo los ecosistemas y la diversidad biológica, entre otras cosas promoviendo la adopción de estilos de vida saludables en armonía con la naturaleza, alentando modalidades de consumo y producción sostenibles, fortaleciendo la resiliencia urbana, reduciendo los riesgos de desastre, y poniendo en práctica medidas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos” - NAU p. 8

La República Argentina en particular, ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a través de la ley n° 24.295 de 1993. Asimismo, ha ratificado el Protocolo de Kioto mediante la ley n° 25.438 en junio de 2001, y el Acuerdo de París por medio de la ley n° 27.270 de septiembre de 2016. Para facilitar la adopción de políticas en materia de cambio climático y el cumplimiento de los compromisos provenientes de la CMNUCC y

del Acuerdo de París, el Poder Ejecutivo Nacional creó en julio de 2016, el Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC)<sup>44</sup>.

### *Figuras de OT fundamentales para la construcción de instrumentos resilientes*

Como aproximación metodológica, se tuvieron en cuenta figuras de OT que refieren a áreas de transición entre el suelo urbano y el rural y que, aportan elementos fundamentales y antecedentes para la consideración de instrumentos basados en la valoración de procesos ecológicos fundamentales.

En América Latina, desde al menos la intervención y avance de las misiones jesuíticas, ya era posible hablar de proto-ciudades con áreas productivas que cumplían una doble función, la generación de alimentos y la contención urbana:

“cada reducción tenía un huerto, que era de uso exclusivo de los jesuitas (...) en general estaba ubicado detrás del núcleo constructivo principal (...) A su vez, el huerto constituía el límite del crecimiento posible de la misión” (Roca, p.57 en Hilgert et al., 2022).

Desde las primeras lecturas del urbanismo utopista; la idea de áreas de amortiguamiento ambiental asociadas a los asentamientos humanos se consolida con el concepto *green belt* o cinturón verde. Esta figura buscó responder a diferentes requerimientos, pero desde la base de la valoración de áreas verdes; capaces de aportar valor ambiental o alimentario a las ciudades en crecimiento constante (Ciudad Jardín de Ebenezer Howard 1898). Sobre esta base a su vez, la necesidad de organizar las áreas urbanas periféricas también motivó la necesidad de ordenar el territorio, es el caso que ilustran las banlieue de París (Jaillet & Jalabert, 1982), en el marco de la consolidación de las áreas productivas industriales y rurales, el mercado del suelo, y los habitantes periurbanos. Este último antecedente es fundamental en la concepción de los usos y coberturas de suelo heterogéneas en áreas de interfase natural-antrópicas (Céliz, 2020b).

Otra figura de OT, quizá más cercana en el tiempo, es la del parque agrario como concepto que sintetiza la búsqueda de un área de amortiguamiento para las ciudades y la necesidad de limitar su crecimiento. El parque agrario sintetiza un instrumento de planificación territorial ya que es posible desarrollarlo en el marco de un proyecto específico o *master plan* inscripto dentro de la corriente de la planificación estratégica tradicional.

Finalmente, el concepto de infraestructura verde ha cobrado particular interés en los últimos años sobretodo impulsado por diversos programas y organismos

<sup>44</sup> Con el objetivo de lograr la implementación de la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) al 2030, el GNCC brinda un marco para la elaboración de planes sectoriales de cambio climático, los cuales forman parte del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAMCC), compuesto por los Planes Nacionales de Adaptación y Mitigación. Los planes sectoriales contienen la estrategia en materia de cambio climático de cada agencia de gobierno, según su competencia. En 2019, se sancionó la Ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global con el propósito de fortalecer la institucionalización de la labor que viene desarrollando el GNCC desde 2016.

Europeos (European Commission, 2014; Consejo de Europa, 2000) como así también norteamericanos (Young & McPherson, 2013) que incluso promueven la utilización de softwares específicos para el diseño e implementación de infraestructuras verdes (Schmitt et al. 2010; Rossman, 2010). La infraestructura verde demanda la generación de numerosos instrumentos que responden a los distintos componentes y puede ser asimilada a la idea de master plan urbano. Es decir que refiere a un sistema planificado de áreas naturales, semi-naturales y rurales diseñadas para llevar a cabo funciones ecológicas y económicas para los asentamientos humanos. Los elementos principales incluyen parques y áreas verdes urbanas, corredores de biodiversidad asociados a cursos de agua, áreas protegidas con sus respectivos planes de manejo, jardines y huertas comunitarias, techos y muros verdes, áreas hortícolas y productoras de alimentos, espacios de restauración ecológica y arboledas urbanas.

Es posible identificar que la preocupación por los procesos de antropización del territorio y la cercanía de las ciudades a áreas de amortiguamiento ambiental no son recientes. Sin embargo, el contexto de intensificación de los impactos del cambio climático y la necesidad de generación de herramientas orientadas a la resiliencia y la conservación de la biodiversidad en los entornos urbanos. Para ello es fundamental conocer la configuración de territorios agrícolas, productores de alimentos; áreas naturales nativas y con grandes valores ambientales. En otras palabras, el primer paso para la construcción e implementación de este tipo de instrumentos, es el conocimiento de los ecosistemas y sus funciones básicas en torno a las ciudades.

### *Propuesta metodológica*

A los efectos de obtener indicadores espaciales asociados a la diversidad biológica es necesario diferenciar la obtención de la información espacial asociada a los ecosistemas y por el otro lado las técnicas o mecanismos para interpretar la diversidad biológica. Como primera instancia se propone la obtención de información de los ecosistemas presentes. Para ello se identificaron las características funcionales de cobertura de cuerpos vegetales. Esta identificación se realizó a partir del procesamiento de imágenes provenientes de sensores remotos, durante un período de tiempo asociado a la fenología o trayectoria fenológica de los vegetales (José M Paruelo et al., 2004).

Si bien en los últimos años se ha popularizado la utilización de imágenes satelitales para la construcción de datos territoriales, apoyada sobre todo en su libre disponibilidad, una de las características más relevantes es la capacidad de obtener información sobre la estructura de los ecosistemas, asociada a la interpretación de datos remotos de la actividad fotosintética de los vegetales en la cobertura terrestre (Chuvieco, 1995; Justice et al., 1985; Tucker, 1979).

Dentro del campo de los estudios ecológicos se han proporcionado diferentes herramientas teóricas y metodologías de aplicación para estimar y diferenciar actividad fotosintética en la cobertura terrestre. Para este trabajo se utilizó el Índice de Vegetación Normalizado escalado o IVN-I (Paruelo, 2008) como adaptación del cálculo del Índice de vegetación normalizado o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) de Tucker (1979). Este índice espectral se utilizó como medida de la productividad total y biomasa; entendido como la suma de los valores positivos de IVN en un período de tiempo que permite inferir la productividad anual de la vegetación en el área de estudio de ambas ciudades.

La productividad en un vegetal se refiere a la capacidad de la planta para producir biomasa o materia orgánica a través de procesos como la fotosíntesis. Esta productividad es fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, así como para la obtención de alimento y energía para otros organismos.

Tanto en estudios que se enfocan en la productividad de agroecosistemas (Fensholt et al., 2006; Paruelo, 2008; Paruelo et al., 2006 y 2016) como en algunos más específicos, que relacionan la productividad de los sistemas y las regiones urbanas (Milesi et al., 2003) se utilizan técnicas basadas en teledetección, donde se observa la variación de esta productividad. Este indicador del funcionamiento de los ecosistemas varía según factores como la disponibilidad de agua, nutrientes, luz solar, temperatura y presencia de herbívoros y patógenos. Los ecosistemas con alta productividad general tienden a tener mayor diversidad biológica y proporcionar recursos a otros organismos. De esta manera constituye un indicador importante de la salud y el funcionamiento de los ecosistemas y de otros procesos fundamentales asociados a la salud de los asentamientos humanos.

Para ambos casos de estudio se trabajó con imágenes satelitales de la colección *Landsat 8OLI* (NASA), que tienen una resolución espacial de 30x30 metros. El período fenológico que se tomó corresponde a julio del año 2017 a abril del año 2018. Estas definiciones refieren al último año de creación de suelo urbano analizado y el ciclo fenológico de las plantas en las regiones templadas.

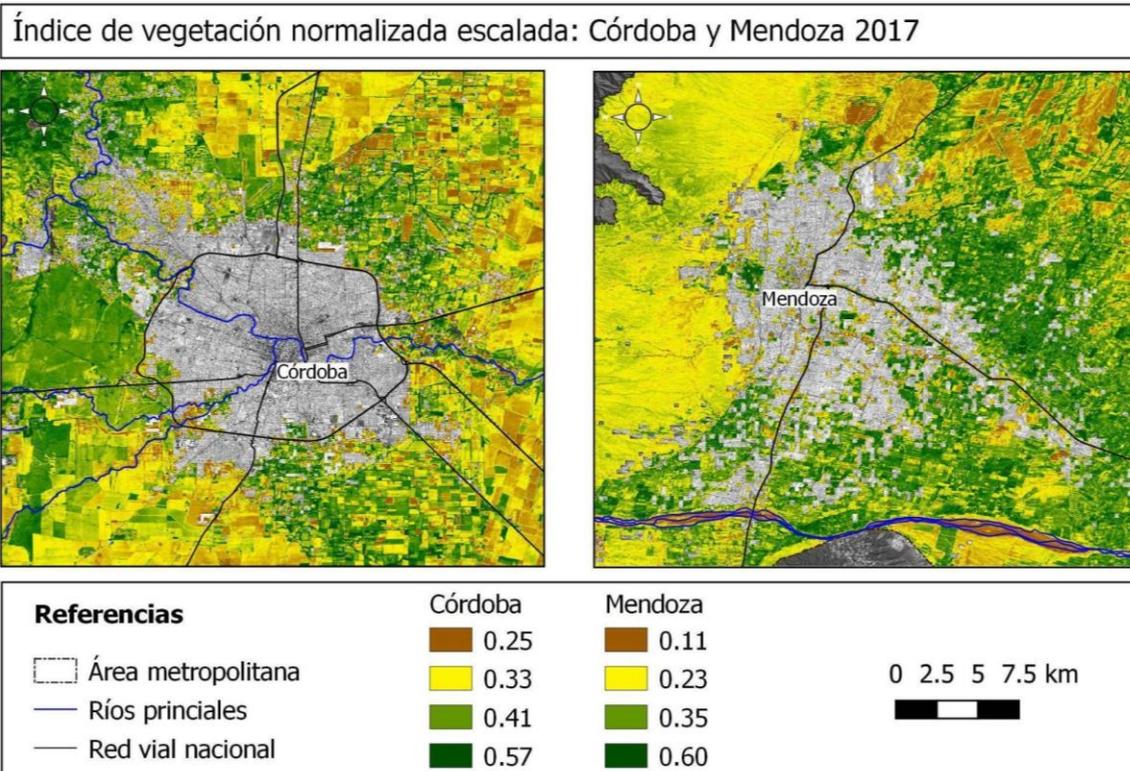
A los efectos de poder establecer una línea de base en la caracterización de estos ecosistemas que arrojaron altos valores de productividad se contrastaron los resultados espaciales con aquellos obtenidos por una clasificación supervisada de coberturas de suelo para el mismo período en ambos casos. Para esta clasificación se tomaron datos de campo de los distintos ambientes como así también se consultó bibliografía específica (Céliz, 2020a; García et al., 2018; Rojas et al., 2020).

## Resultados

Se calculó el IVN-I para las áreas contiguas tanto de la ciudad de Córdoba como de Mendoza. Es importante subrayar que el resultado espacial es un *raster* con valores de índice relativo como se observa en la Figura N°3. Es decir que no presenta valores absolutos, sino se trata de valores a partir de los cuáles se infieren mediante las distintas respuestas espectrales del sensor mayor o menor actividad fotosintética.

En ambos casos se observó un rango de valores de IVN-I similares que van desde los 0.25 a los 0.57 en Córdoba y 0.11 a 0.60 en Mendoza. Los valores más elevados se ubican en general en las áreas con mayor proximidad a los límites del suelo urbano o ejido urbano. En ambos casos como ya se observó los ecosistemas de amortiguamiento de las ciudades, se caracterizan por ser áreas de monte y bosque nativo y de producción hortícola. Si bien se infiere que se trata de áreas de valor para los asentamientos humanos, la zonificación que se obtiene a partir de este indicador permite definir áreas homogéneas desde el paisaje pero que, a partir del análisis de diversidad; identificar la heterogeneidad interior asociada a los diferentes valores de IVN-I.

**Figura N°3: Índice de vegetación normalizada escalada. Córdoba y Mendoza 2017**

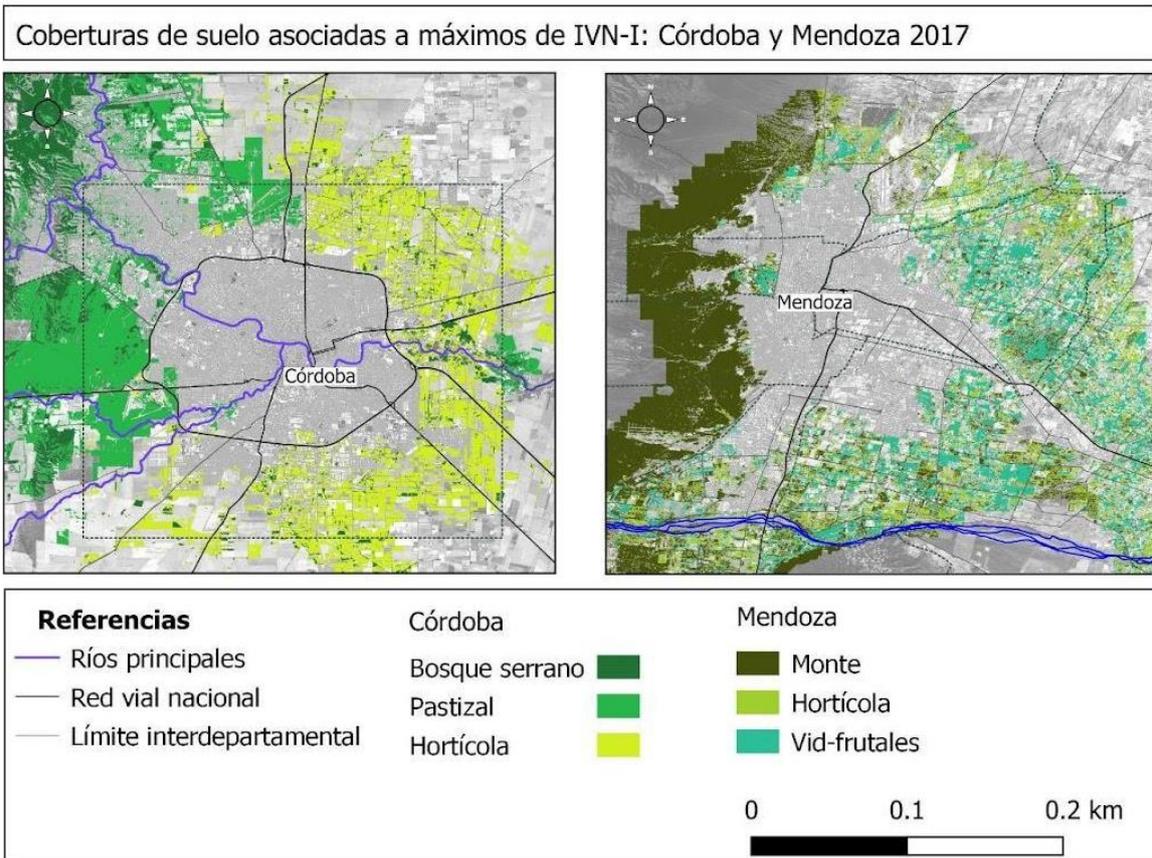


Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos se asociaron los diferentes valores de píxel correspondientes a las áreas productivas, con los resultados especializados de la clasificación de coberturas de suelo. Esto permitió contrastar información de característica funcional de cada ecosistema identificado con los valores de productividad. A partir de allí se etiquetaron los valores de píxel en grupos equivalentes a monte, bosque, pastizales o áreas hortícolas en el caso de las áreas inmediatas a las ciudades Córdoba y en áreas productivas vitivinícolas, olivares, horticultura y monte nativo en Mendoza.

En la figura 4 se observa la espacialización de los cuartiles más altos que se obtuvieron en el cálculo del IVN-I para cada caso de estudio; con la etiqueta correspondiente a la clase de cobertura detectada en función de la bibliografía y antecedentes analizados. En esta instancia se observó que los valores más altos de productividad se corresponden con las áreas de bosque serrano, algunas áreas hortícolas y zonas de pastizales que acompañan el curso de agua principal de la ciudad en sentido oeste-este, con mayor presencia en el área este. En el caso del área hortícola también se ubican algunos parches de bosque nativo por lo que es posible inferir que valores elevados también pertenecen a esta clase.

**Figura N°4: Coberturas de suelo asociadas a máximos de IVN-I. Córdoba y Mendoza 2017**



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de Mendoza, aunque hay una clara diferencia entre los valores de productividad del área hortícola-vitivinícola en relación al Monte; también es posible identificar píxeles con alto valor productivo en el área pedemontana sobre todo hacia el norte. Esta diferencia en los valores de productividad puede inferirse asociada al tipo de ecosistema del Monte mendocino como ecosistema árido y la estructura de la vegetación arbustiva predominante de estos ambientes.

Si bien es posible asociar los valores más altos de productividad a las áreas rurales productivas, la incorporación de la variable fenológica (temporal) permitió tener en cuenta la variabilidad de este tipo de cobertura que durante el año y de acuerdo al tipo de cultivo de que se trate presenta picos de actividad, pero no es constante como sí ocurre con las coberturas mayormente boscosas. En el caso del monte mendocino es importante tener en cuenta el impacto de las tierras secas en la respuesta espectral y la estructura de la vegetación característica de estos ecosistemas.

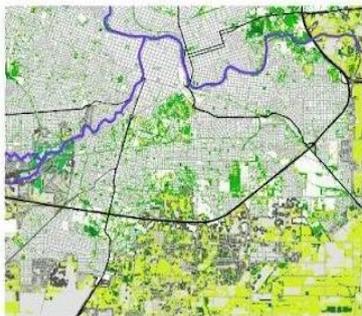
Si se compara la dinámica de creación de suelo urbano (Figura N°2) con la cartografía de resultados, en ambas ciudades se puede identificar que las áreas de mayores valores de productividad se encuentran dentro de la tendencia de expansión urbana. En ambos casos este proceso se advierte sobre áreas de pedemonte y hortícolas o productivas de gran valor tanto para las ciudades como para la región en la que se ubican.

Es importante señalar que es posible incorporar a este análisis una instancia de medición cuantitativa de diversidad a partir de indicadores de riqueza como el índice de *Simpson* o el índice de *Shannon Wiener*. Dado que este paso excede el objetivo de este trabajo, se establece a partir de la caracterización funcional de los ecosistemas el valor de la diversidad biológica para estos dos grandes ecosistemas identificados. Por un lado, las áreas hortícolas - productoras de alimentos en ambos casos se tratan de una agricultura de escala familiar diversificada. En el caso del monte y bosque en ambos casos su configuración les confiere funciones básicas de regulación asociadas al ecosistema de montaña y la presencia de especies nativas en mayor o menor presencia dentro del sistema.

Si se tienen en cuenta las zonificaciones presentadas en la Figura N°4 se puede identificar una matriz verde pero que no presenta una cobertura total de la superficie. Si esta matriz si se considera en relación con el verde urbano (Figura N°5) es posible identificar posibilidades de intervención asociadas a las diferentes figuras de OT antes mencionadas.

**Figura N°5: Zonas urbanas-rurales-naturales y diversidad biológica. Córdoba y Mendoza 2017**

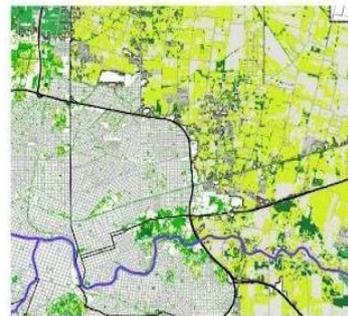
Zona sureste: área hortícola e ingresos principales a la ciudad de Córdoba



Zona noroeste: Pastizal-bosque, curso de agua y conexión con Sierras Chicas



Zona noreste: área hortícola y articulación con el área este sistema río



Zona este: área productiva-ruta nacional conexión centro urbano-quintas urbanas



Zona sur: quintas urbanas y producción de vid-frutales. Via de conexión estructural urbana sentido N-S.



Zona oeste: pedemonte y urbanizaciones de baja densidad hacia centro urbano



Fuente: Elaboración propia. De izq. A der. los primeros 3 recuadros se corresponden con la ciudad de Córdoba, mientras que los 3 recortes inferiores se corresponden con la ciudad de Mendoza.

En el caso de Córdoba se pueden identificar áreas con gran presencia de horticultura en el norte y sur de la ciudad en relación con los principales cursos de agua de la ciudad. Esto no solo potencia la posibilidad de una importante infraestructura verde, sino que también aumenta la diversidad relacionada con la presencia de áreas de pastizales y los corredores verdes asociados a la diversidad de áreas costeras y de río.

En la zona norte y noroeste se ubica la zona de mayor presión de creación de suelo urbano aún en convivencia con áreas de bosque serrano por lo que las particularidades de esta área que cuenta con importantes áreas naturales protegidas los instrumentos están más asociados a la protección y renovación de áreas naturales.

En el caso de Mendoza las áreas del oasis productivo están asociadas no sólo al valor económico-productivo de la ciudad y su región, sino también al valor cultural turístico de estos territorios. De esta manera es posible identificar elementos asociados a las figuras de protección similares al parque agrario.

La zona pedemontana de Mendoza también experimenta una fuerte presión de antropización tanto asociada a la creación de urbanizaciones cerradas como así también de la actividad productiva que implican la demanda de nuevas

infraestructuras y sistemas de obtención de agua que modifican significativamente el sistema pedemontano.

En ambos casos existen instrumentos de protección de áreas naturales: legislación específica en la protección del pedemonte mendocino, áreas protegidas del bosque serrano cordobés; ley de presupuestos mínimos de protección de bosques nativos, entre otras; actualmente resultan en zonificaciones que no implican la concepción de procesos ecológicos básicos y fundamentales con un enfoque asociado a la resiliencia.

Una primera espacialización de áreas con valor ecosistémico estratégico a partir de indicadores de diversidad biológica, en casos de estudio que presentan procesos de creación de suelo urbano en entornos diferentes; constituye una base fundamental para la discusión de instrumentos de OT de relevancia en contextos de cambio climático.

### Reflexiones finales

Este trabajo se propuso un ensayo de espacialización de procesos ecológicos representativos de ecosistemas de gran valor para los asentamientos humanos. A los efectos de establecer el debate necesario de su utilización se trabajó con el índice de vegetación normalizado escalado o IVN-I. Sin embargo, esta etapa de obtención de la información espacial debe ser contrastada con otros mecanismos más sencillos para arribar a los mismos indicadores. Se propone a futuro comparar estos resultados con el cálculo del NDVI o índice de vegetación normalizado clásico y el producto del sensor MODIS de productividad como formas de establecer el mejor proceso para la generación del dato.

Por otro lado, es importante subrayar la necesidad y urgencia de incorporar los procesos ecológicos al ordenamiento del territorio urbano en su expresión cada vez más regional. Es decir que en la medida en que nos enfrentamos a procesos urbanos globales resulta fundamental que no sea en detrimento de la salud de los ecosistemas que posibilitan la vida de los asentamientos humanos. Es por ello que los instrumentos para ordenar estos territorios complejos en contextos climáticos cada vez más adversos no pueden limitarse o cambiar a partir de una delimitación político-administrativa.

El resumen de procesos de investigación y estudio que buscó reflejar este trabajo, buscó expresar las ventajas de poder identificar espacialmente la actividad fotosintética, capaz de ser obtenidas por técnicas cada vez más precisas. Sobre esto a su vez identificar el potencial de este tipo de indicadores para caracterizar la presencia de biomasa, ecosistemas y dinámicas fundamentales para la resiliencia de los asentamientos humanos. En base a esta experiencia y frente a los escenarios planteados resulta de gran valor el

aprendizaje y articulación con otras áreas del conocimiento que es urgente puedan alimentar al urbanismo y la planificación territorial.

Finalmente, la existencia de instrumentos y marcos internacionales que establecen metas, líneas directrices y objetivos de desarrollo sostenible se constituyen en importantes espacios de discusión, pero también de financiamiento de laboratorios o áreas de implementación de este tipo de abordajes. Para las ciudades latinoamericanas en este escenario resulta de gran interés dado que muchas veces este tipo de líneas de trabajo quedan por detrás de cuestiones básicas aún no resueltas en estos territorios, como la vivienda o el agua potable, por ejemplo.

## Bibliografía

- Abramo, P. (2012). La ciudad com-fusa: Mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *Eure*, 38(114), 35–69. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000200002>
- Ascher, F. (2004). *Los nuevos principios del urbanismo. El fin de las ciudades no está a la orden del día*. Madrid: Alianza.
- Atwoli, L., Baqui, A. H., Benfield, T., Bosurgi, R., Goglee, F., Hancocks, S., ... Vázquez, D. (2021). Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health. *The Lancet*, 398, 939–941. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01915-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01915-2)
- Bárcena, A., Samaniego, J., Peres, W., & Alatorre, J. E. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* (CEPAL, Ed.). Santiago: Naciones Unidas.
- Brenner, N. (2013). Tesis sobre la urbanización planetaria. *Nueva Sociedad*, (243), 38–66.
- Céliz, Y. (2020a). *Transformaciones en territorios de interfase. Un aporte a la planificación en Córdoba desde los socioecosistemas*. Universidad Nacional de La Plata.
- Céliz, Y. (2020b). Una construcción compleja de la interfase territorial. Revisión conceptual para la generación de variables de análisis. *Papeles de Geografía*, 66(2020), 151–176. Retrieved from <https://revistas.um.es/geografia/article/view/411721/300551>
- CEPAL (2010). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados*.
- Consejo de Europa (2000). European landscape convention. *European Treaty Series*, 176, 1-7.
- Chomitz, K. M., Buys, P., & Thomas, T. S. (2005). Quantifying the rural-urban gradient in Latin America and the Caribbean. *World Bank Policy Research Working Paper* 3634.
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de teledetección espacial*. p. 415. Madrid: Ediciones RIALP S.A.
- Cicolella, P. (2014). *Metrópolis Latinoamericanas*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Café de las Ciudades.
- European Commission, Directorate-General for Environment, (2014). *Building a green infrastructure for Europe*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/54125>
- Fensholt, R., Sandholt, I., Schultz, M., Stisen, S., & Diouf, A. (2006). Evaluation of satellite based primary production modelling in the semi-arid Sahel. *Remote Sensing of Environment*, 105, 173–188. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.06.011>
- Galindo, C., & Delgado, J. (2006). Los espacios emergentes de la dinámica rural-urbana. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 1–2.

- García, C., Teich, I., Kindgard, A., Bosio, M. J., Ravelo, A., Piunetto, M., ... Fuentes, M. L. (2018). *Mapas de cobertura del suelo de la provincia de Córdoba 2017/2018* (p. 64). p. 64. Córdoba: Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).
- Hilgert, N. I., Stampella, P. C., Pochettino, M. L., & Hernández Bermejo, J. E. (2022). *Las Misiones del Noreste Argentino*.
- IGN-SegemAR. (2021). *Definición de áreas de montaña de la República Argentina de la parte continental americana e Islas Georgias del Sur*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Isgró M., Gatti A., Grintal M., Kolton F., Milone M., Morgani R., Poppi M., Pravatta L. (2019). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de Mendoza*. <https://ciudadmendoza.gov.ar/wp-content/uploads/2019/04/PMOT.pdf>
- Jaillet, M., & Jalabert, G. (1982). La production de l'espace urbain périphérique. *Revue Géographique Des Pyrénées et Du Sud-Ouest*, 53(1), 7–26. <https://doi.org/10.3406/rgps.1982.3672>
- Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Holben, B. N., & Tucker, C. J. (1985). Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 6(8), 1271–1318.
- Krellenberg, K., Welz, J., Link, F., & Barth, K. (2016). Urban vulnerability and the contribution of socio-environmental fragmentation : Theoretical and methodological pathways. *Progress in Human Geography*, 1–24. <https://doi.org/10.1177/0309132516645959>
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Folke, C., Alberti, M., Redman, C. L., ... Provencher, W. (2007). Coupled human and natural systems Coupled Human and Natural Systems. *Ambio*, 36(8), 639–649.
- Llop, J. M., Iglesias, B. M., Vargas, R., & Blanc, F. (2019). Las ciudades intermedias : concepto y dimensiones. *Ciudades*, 22(2019), 23–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.24197/ciudades.22.2019.23-43>
- Magrin, G., Gay Garcia, C., Cruz Choque, D., Giménez, J. C., Moreno, A. R., Nagy, G. J., ... & Villamizar, A. (2007). *Latin America. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Forth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 581-615.
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J. P., Buckeridge, M. S., Castellanos López, E. J., Poveda, G., ... & Villamizar, A. (2014). *Central and South America. In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional aspects*. (pp. 1501–1545).
- Márquez, G. (1997). Ecosistemas como factores de bienestar y desarrollo. *Ensayos de Economía*, 7(13), 113–141. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/23828/24511>
- Milesi, C., Elvidge, C. D., Nemani, R. R., & Running, S. W. (2003). Assessing the impact of urban land development on net primary productivity in the southeastern United States. *Remote Sensing of Environment*, 86, 401–410. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00081-6)
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Washington DC.
- Ministerio del Interior Obras Públicas y Viviendas. (2018). *Política Nacional Urbana Argentina*. Buenos Aires.
- Naciones Unidas (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, (ST/ESA/SER.A/366). Departamento de asuntos económicos y sociales, División Población.
- Naciones Unidas (2016). *Conferencia temática previa a Hábitat III "Ciudades intermedias: crecimiento y renovación urbana"*. Cuenca noviembre de 2015.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago.
- ONU HABITAT. (2011). *Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011*. Kenia.

- ONU HABITAT. (2020). *La Nueva Agenda Urbana* (Programa d). Nairobi GPO Kenya.
- Paruelo, J. M. (2008). La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. *Ecosistemas*, 17(3), 4–22.
- Paruelo, José M, Golluscio, R. A., Guerschman, J. P., Cesa, A., Jouve, V. V., & Garbulsky, M. F. (2004). Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning : the case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography*, (13), 385–395.
- Paruelo, José M, Guerschman, J. P., Piñero, G., Jobbágy, E. G., Verón, S. R., Baldi, G., & Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay : marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, 10(2), 47–61.
- Paruelo, José M, Teixeira, M., Staiano, L., Mastrángelo, M., Amdan, L., & Gallego, F. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. *Ecological Indicators*, 71, 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.054>
- Peralta, C. (2018). *Urbanización y redistribución espacial de la población de la provincia de Córdoba 1914-2010* (Universidad Nacional de Córdoba). Retrieved from <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6845>
- Pérez, P. (2016). Las heterogeneidades en la producción de la urbanización y los servicios urbanos en América Latina. *Territorios*, 34(1), 87–112.
- Rojas, F., Rubio, C., Rizzo, M., & Bernabeu, M. (2020). Land Use and Land Cover in Irrigated Drylands : a Long-Term Analysis of Changes in the Mendoza and Tunuyán River Basins , Argentina ( 1986 – 2018 ). *Applied Spatial Analysis and Policy*, 25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12061-020-09335-6>
- Rossman, L.A. (2010). *Storm water management model user's manual, version 5.0*, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency.
- Schmitt, T., Billah, M., Collins, J., Sullivan, M., & Busiek, B. (2010). EPA's response to the current status of CSO control efforts development of new tools and guidance. Proceedings of the Water Environment Federation, 2010, 1399–1405.
- Shlomo, A., Parent, J., Civco, D. L., & Blei, A. M. (2012). *Atlas of Urban Expansion*. Cambridge Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy.
- Soja, E. W. (2008). *Postmetrópolis* (Primera ed; Traficante de Sueños, Ed.). Madrid.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, (8), 127–150.
- Wahren, P. (2020). Historia de los cambios tecnológicos en el agro argentino y el rol de las firmas multinacionales. *Ciclos*, XXVII(54), 65–91.
- Wang, H. H., & Grant, W. E. (2021). Reflections of two systems ecologists on modelling coupled human and natural (socio-ecological, socio-environmental) systems. *Ecological Modelling*, 440(May 2020), 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109403>
- Young, R. F., & McPherson, E. G. (2013). Governing metropolitan green infrastructure in the United States. *Landscape and urban planning*, 109(1), 67-75