



Consolato Generale d'Italia
La Plata



Workshop CUIA sobre las perspectivas de la cooperación entre Italia y Argentina en actividades por el monitoreo del medio ambiente con sensores espaciales

Sensores remotos y monitoreo de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas algunos ejemplos para el objetivo 11 (ciudades resilientes y sostenibles) y el objetivo 15 (Gestión sostenible de los bosques)

M LAURA CARRANZA (UniMol, CUIA, RCAI)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DEL MOLISE

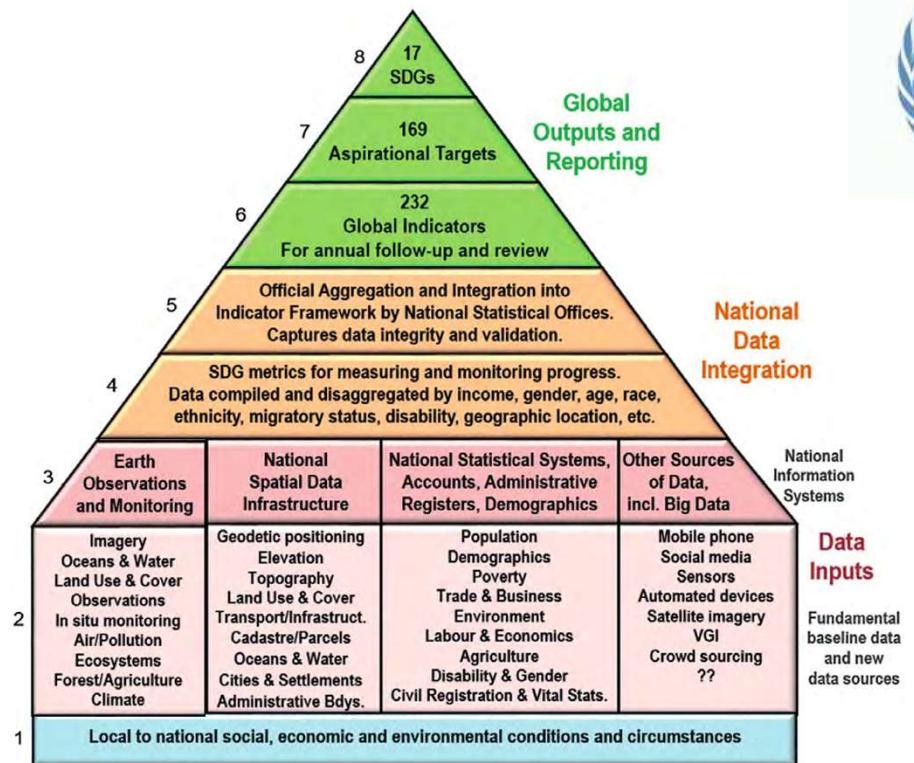




Ministero degli Affari Esteri
e della Cooperazione Internazionale



UN-SDG and Earth Observation



Un 20% de los indicadores para verificar el estado (distancia o cercanía) del las **metas de desarrollo sostenible 2030** establecidos por las Naciones Unidas (UN-SDGs) se pueden obtener de datos e imágenes de teledetección

11 CIUDADES Y
COMUNIDADES
SOSTENIBLES



LOGRAR QUE LAS CIUDADES Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SEAN INCLUSIVOS, SEGUROS, RESILIENTES Y SOSTENIBLES

- **Reducción de la contaminación** que produce las ciudades (calidad del aire y manejo de basura).
- Desarrollo inclusivo y sostenible con **acceso a espacios verdes y sanos** para todos
- acceso a una **habitación segura** a precios populares

15 VIDA
DE ECOSISTEMAS
TERRESTRES



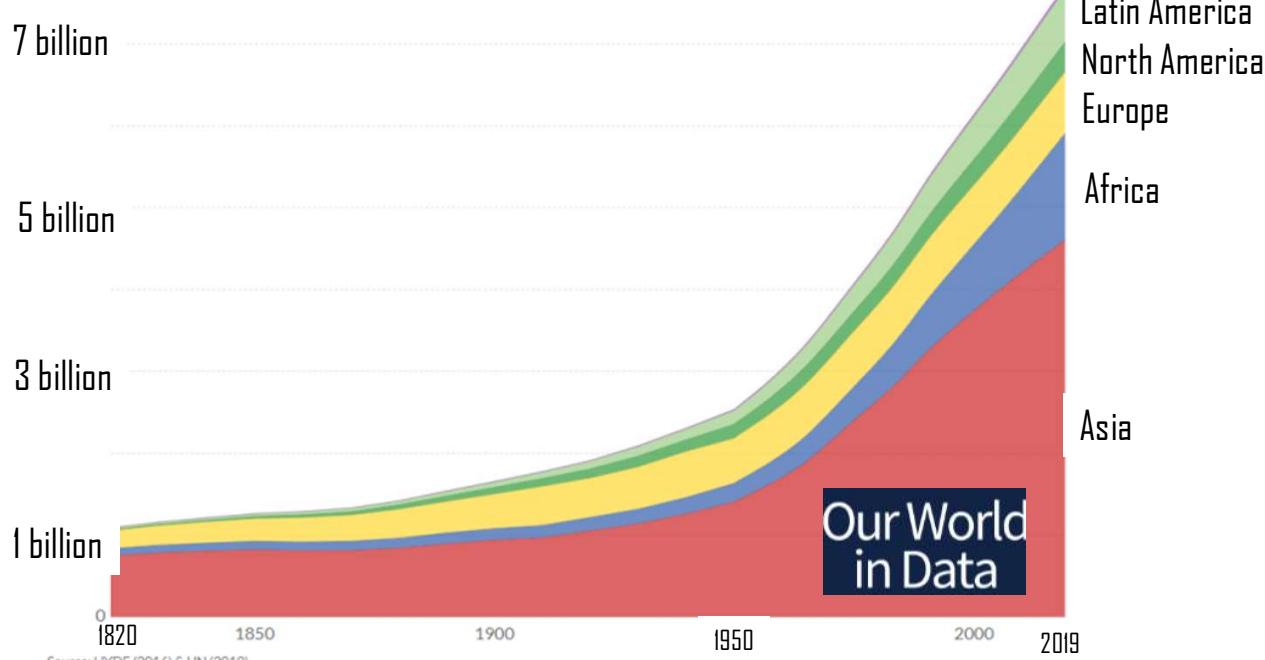
PROTEGER, RESTABLECER Y PROMOVER EL USO SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, GESTIONAR SOSTENIBLEMENTE LOS BOSQUES, LUCHAR CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, DETENER E INVERTIR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS Y DETENER LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

- **Superficie forestal** en proporción a la superficie total.
- Proporción de lugares importantes para la biodiversidad en **zonas protegidas**.
- **Gestión sostenible** del bosque
- **Niveles elevados** de **biodiversidad**



LOGRAR QUE LAS CIUDADES Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS SEAN INCLUSIVOS, SEGUROS, RESILIENTES Y SOSTENIBLES

World population by region



En los ultimos 70 años la **poblacion mundial que vive en ciudad** ha aumentado por dos procesos:

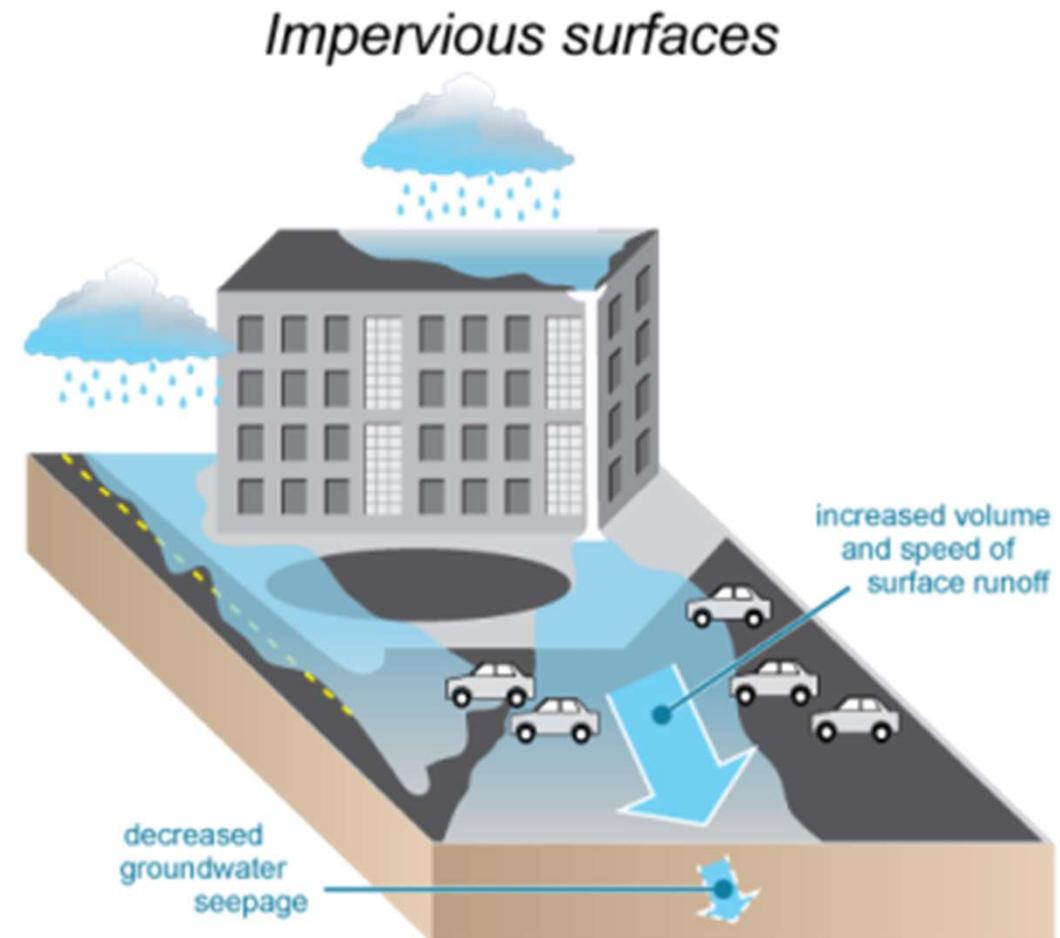
- crecimiento demografico **local**
- **migracion** desde las zonas rurales hcia las ciudades.

Consecuencia natural → expansion de las superficies edificadas
→ **URBANIZACION**



La URBANIZACION es uno de los principales factores de **cambio global**, y tiene impactos importantes sobre el ambiente y la biodiversidad a escalas espaciales y temporales diferentes :

Impermeabilización del suelo

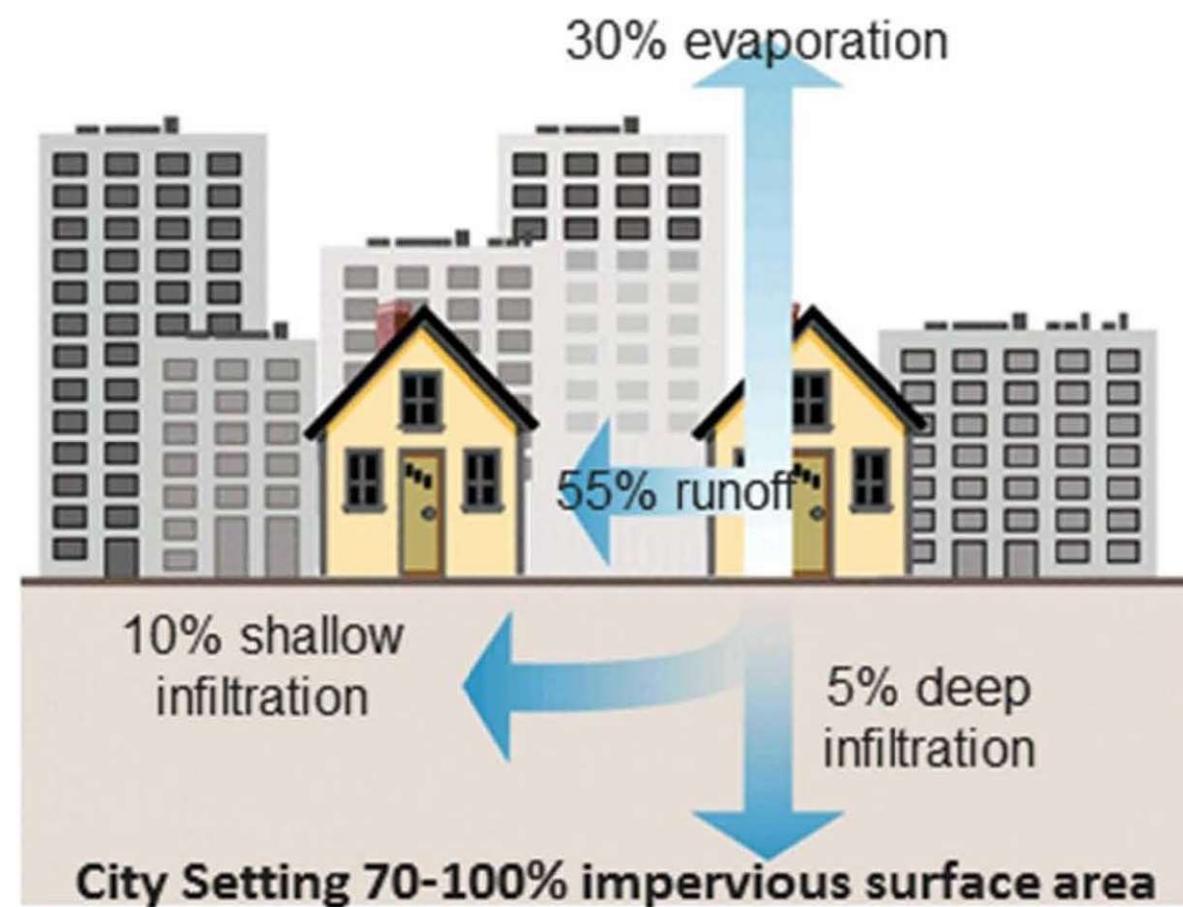




La URBANIZACION es uno de los principales factores de **cambio global**, y tiene impactos importantes sobre el ambiente y la biodiversidad a escalas espaciales y temporales diferentes :

Impermeabilización del suelo

Alteración del balance hidrologico



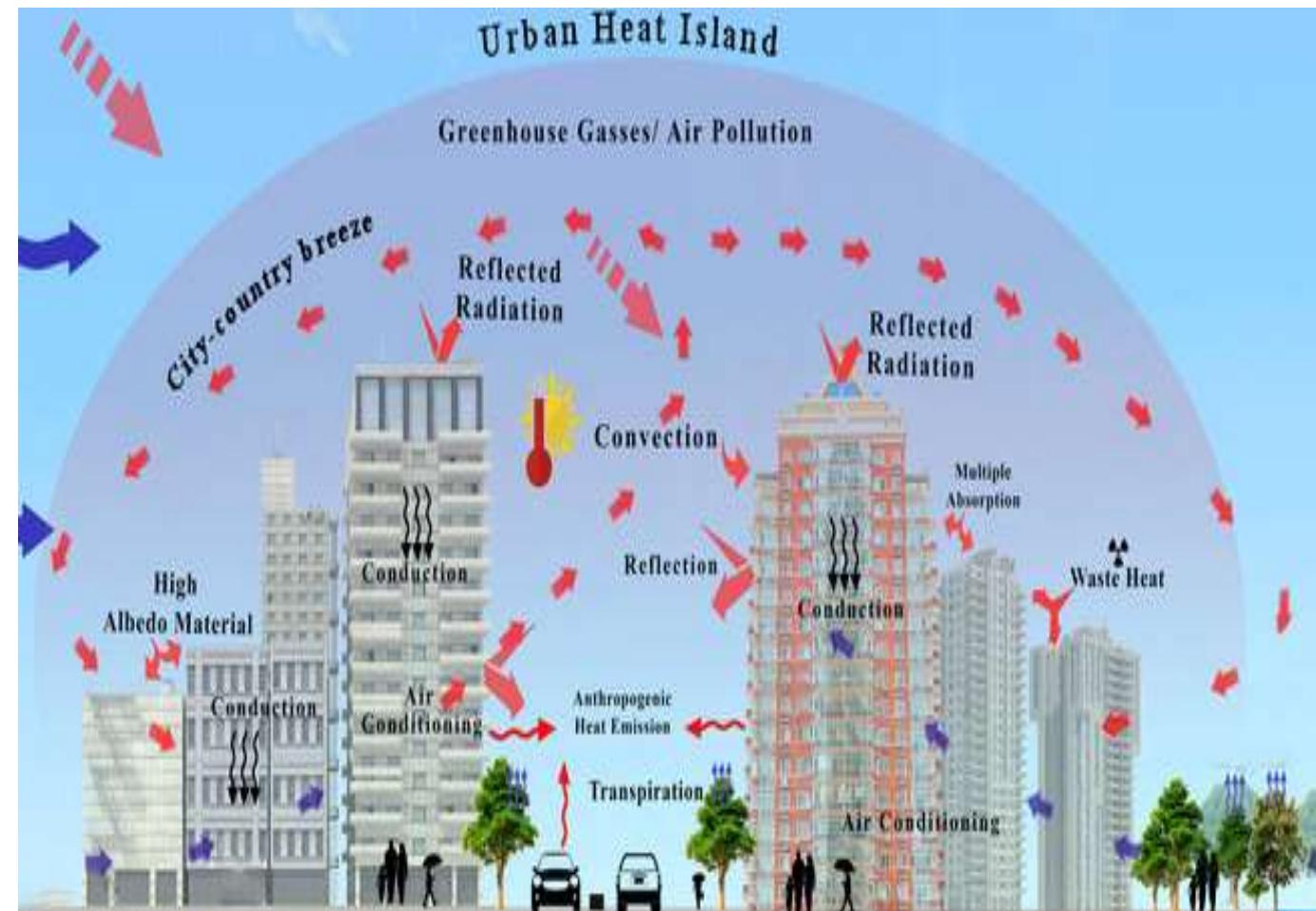


La URBANIZACION es uno de los principales factores de **cambio global**, y tiene impactos importantes sobre el ambiente y la biodiversidad a escalas espaciales y temporales diferentes :

Impermeabilización del suelo

Alteración del balance hidrologico

Isla di Calor Urbana





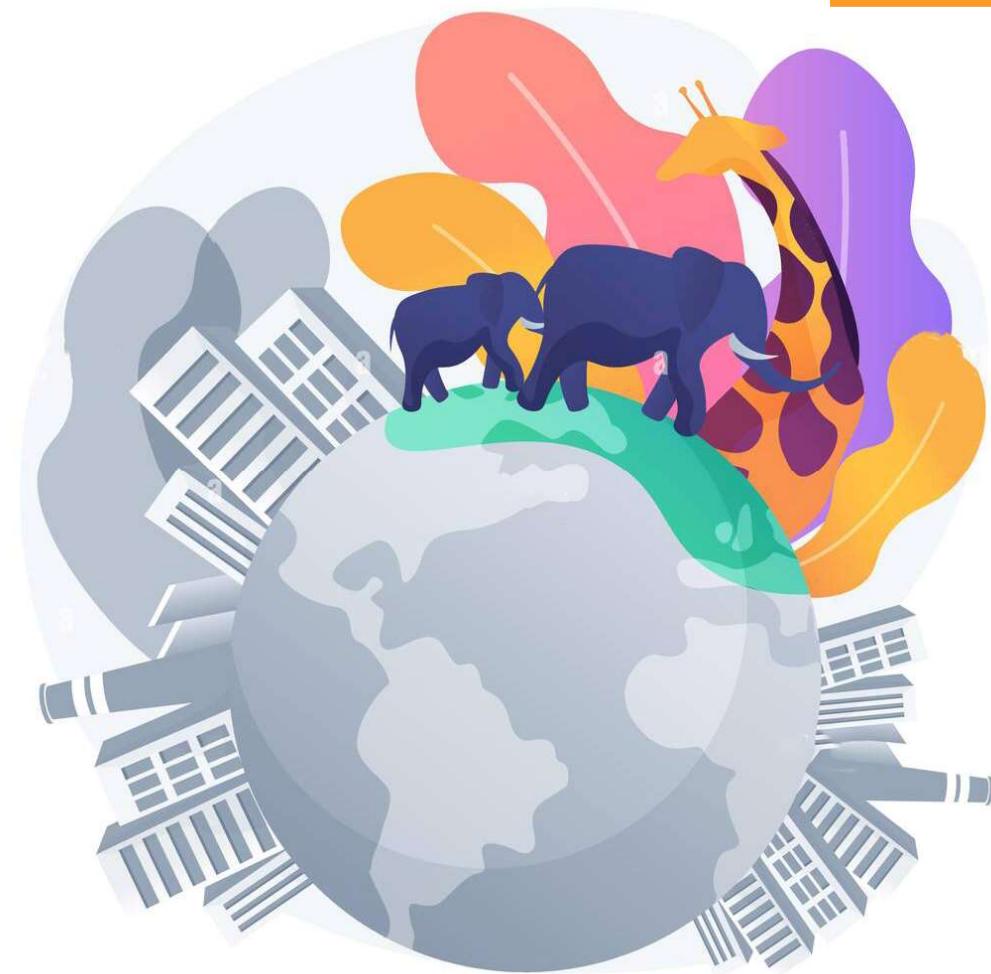
La URBANIZACION es uno de los principales factores de **cambio global**, y tiene impactos importantes sobre el ambiente y la biodiversidad a escalas espaciales y temporales diferentes :

Impermeabilización del suelo

Alteración del balance hidrológico

Isla de Calor Urbana

Fragmentación y **perdida de hábitat** y **extinción de las especies** (perdida de biodiversidad)





La URBANIZACION es uno de los principales factores de **cambio global**, y tiene impactos importantes sobre el ambiente y la biodiversidad a escalas espaciales y temporales diferentes :

Impermeabilización del suelo

Alteración del balance hidrológico

Isla de Calor Urbana

Fragmentación y pérdida de hábitat y extinción de las especies (pérdida de biodiversidad)

Aumento de la contaminación atmosférica y de la hidrosfera





La definicion de estrategias de gestion y gobierno compatible con el desarrollo sostenible de las aree **urbanas** son un gran desafio del **ANTROPOCENE**



ANROPOCENE: Era geologica actual caracterizada por el cambio radical del sistema tierra (clima, morfologia, ciclos de los nutrientes, agua, ect.) debido a las actividades del hombre

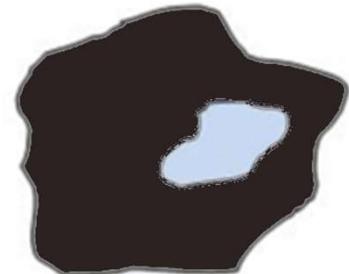


Los sensores (RS - imágenes de satélite, dron, avión) son una herramienta eficaz y en constante evolución para la cartografía y la descripción de los procesos de "urbanización" y permiten la descripción precisa de este proceso

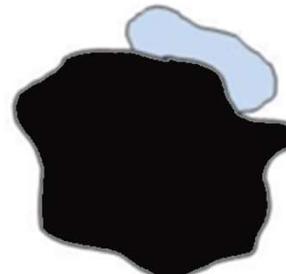
Relleno (Infilling): construcción de nuevos edificios en zonas no edificadas dentro de la ciudad (construcción en parques, zonas seminaturales, huertos urbanos, etc.);

Expansión lateral de la ciudad (edge-expansion): el crecimiento de la ciudad en áreas limitrofes y en contacto directo con el núcleo urbano y con niveles moderados de urbanización;

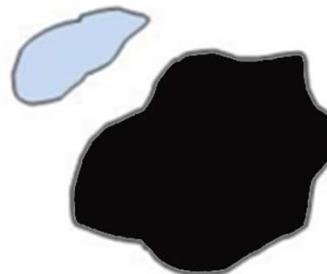
Nuevos núcleos urbanos en áreas suburbanas (Outlying): construcción de nuevos núcleos urbanos en las afueras de la ciudad rodeados de un paisaje semi-natural o agrícola



■ Old built-up
■ New built-up



b. Edge expansion growth



c. Outlying growth

Wilson, E. H., Hurd, J. D. Civco, D. L., Prisloe, M. P., & Arnold, C. (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote Sensing of Environment*, 86, 275-285. doi - 10.1016/S0034-4257(03)00074-9

SOSTENIBILIDAD de los diferentes procesos de urbanización

INTRO



RELLENO

Pros



a. Infilling growth

Presión antropica en
áreas restringidas

Utilización de "**vacíos**"
urbanos, de areas
industriales, abandonadas o
sub-utilizadas

desplazamientos diarios de
trabajadores, **modestos**;

Consumo di energia **bajo**;

Cros

Reduce la **conectividad** ecológica y crea
barreras entre las areas que contienen aun
"naturaleza residual"

Disminución de la **biodiversidad** urbana

Aumento de la **contaminación**
atmosférica;

Aumento de las **superficies**
impermeables

Aumento de la temperatura de la **isla**
de calor

Disminución de la **calidad de**
vida

Sostenibilità dei diversi processi di urbanizzazione

INTRO



Expansión lateral de la ciudad (edge-expansion)



b. Edge expansion growth

Pros

Dejar ecosistemas naturales dentro del tejido urbano, mejora la **conectividad** y reduce el riesgo de extinción de las especies;

Menor efecto Isla de calor;

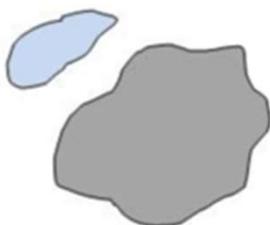
Cros

Mayor **consumo de suelo**

Transformaciones irreversibles del paisaje

Mayor extension de la ciudad y de su influencia en los ecosistemas limitrofes;

Nuevos núcleos urbanos en áreas suburbanas



c. Outlying growth

Menor contaminación del aire en zonas próximas al **verde** urbano

Menor densidad de habitantes y más **espacios verdes accesibles**

Menor desigualdad social;

El verde residual puede facilitar la expansión de especies **exóticas invasoras**

Aumento de los desplazamientos diarios → **contaminacion por trafico de vehiculos**

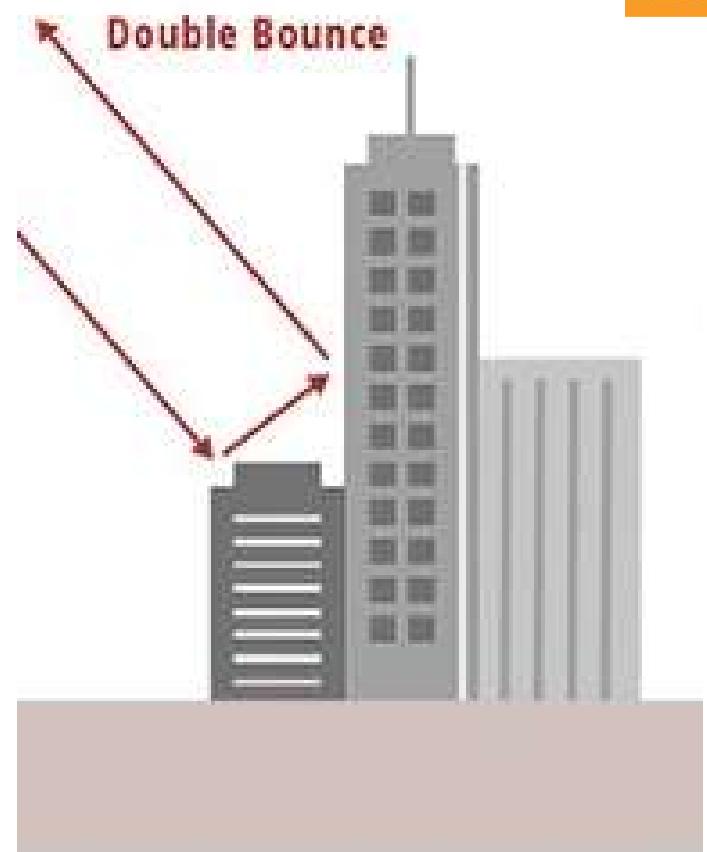
Mayor dispersión y **consumo de energía**;



Entre las diferentes herramientas de tele-detección

Los sensores **SAR** (Synthetic Aperture Radar) son **sensores activos** que proporcionan datos **libres** del efecto de las **nubes** o de diferencias en la intensidad de la **luz solar**

Los datos SAR describen de manera eficaz las **áreas urbanas** porque las estructuras construidas tienen una respuesta característica (**double bounce backscatter effect**), que es estable en el tiempo → no afectado por la hora del dia o la estacion del año





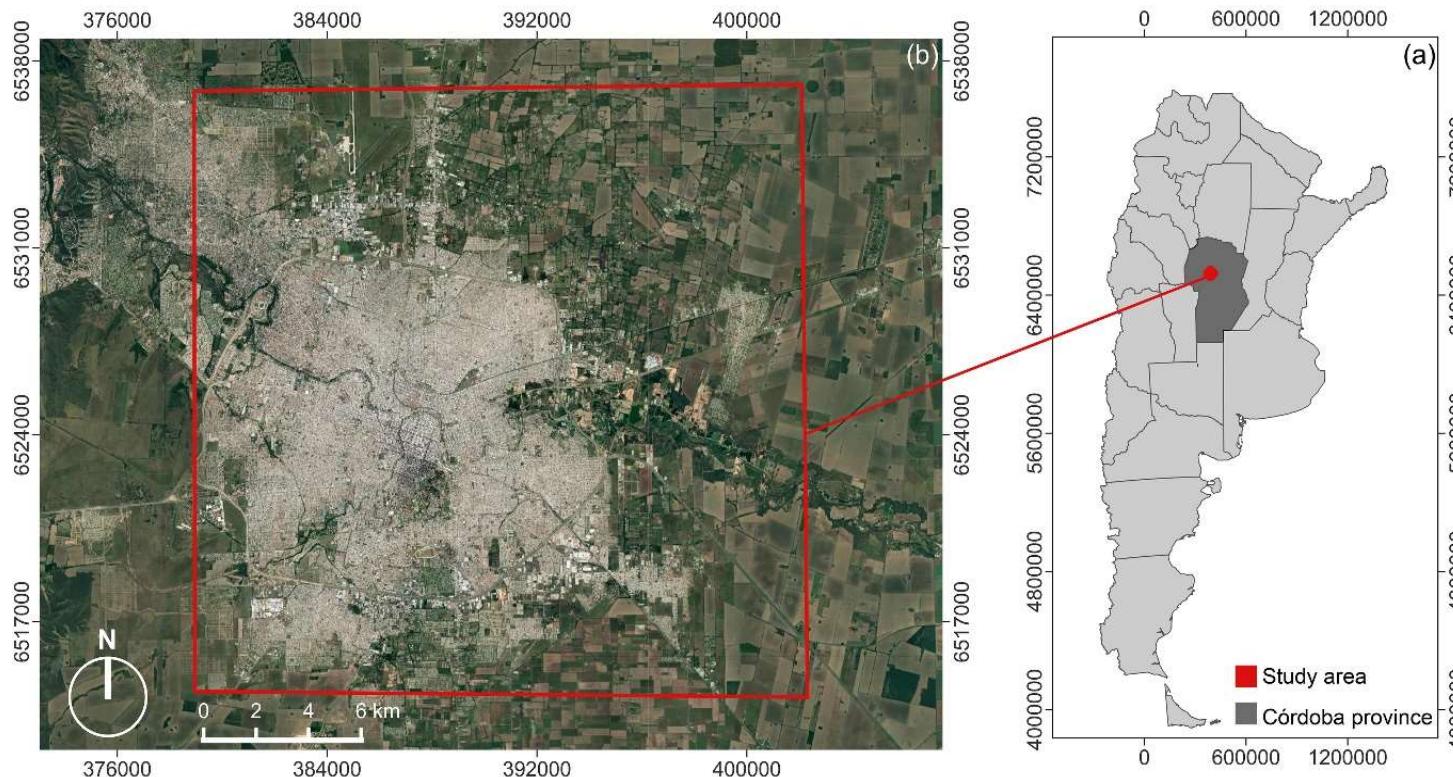
Analizar el **proceso de urbanización** en el área metropolitana de la ciudad de Córdoba (Argentina) combinando imágenes **SAR multi-temporales** y **análisis estadístico del paisaje**

Basado en cartografía multi-temporal de zonas urbanas (2010 - 2021) derivadas de imágenes **Cosmo SkyMed** (COnstellation of small Satellites for Mediterranean basin Observation)

Areas urbanas en cada fecha y **zonas de expansión urbana** (comparación de fechas) en los últimos 10 años;

Relación entre los procesos de urbanización y la **densidad del tejido urbano**;

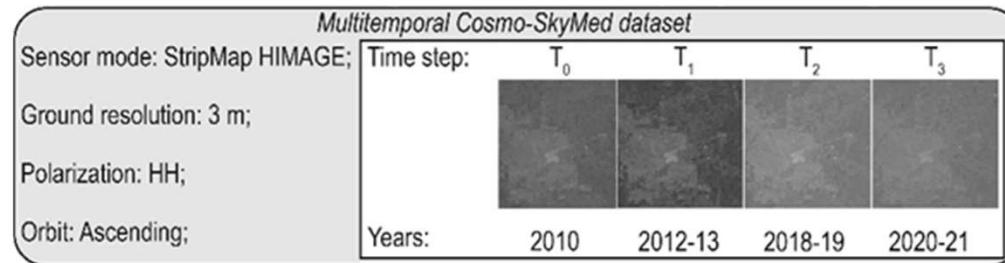
Identificación de los **procesos** de (infilling, edge-expansion, outlying) en el **tiempo**





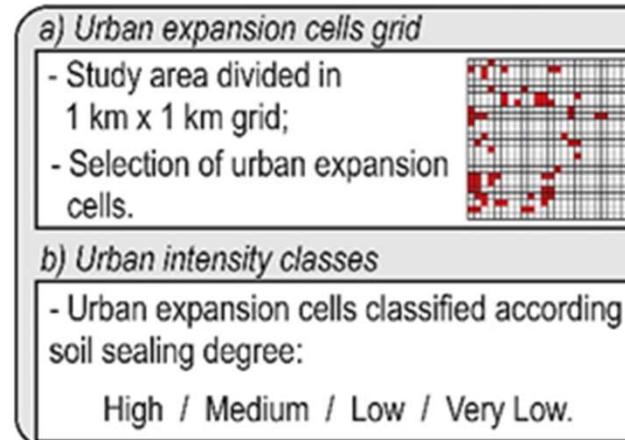
ESQUEMA METODOLOGICO

(A) Selección y preparación de imágenes SAR (Cosmo-SkyMed)

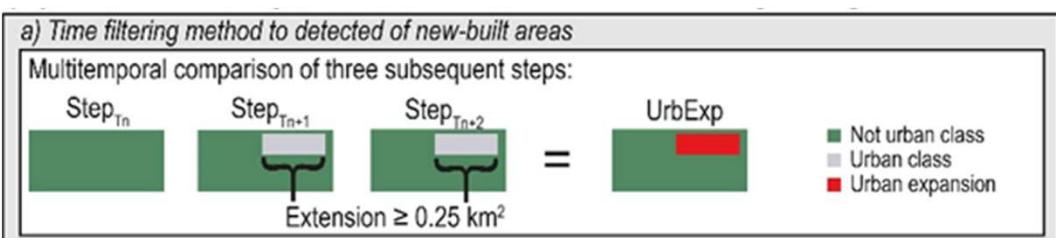


- (B)
- Cartografía de zonas urbanas (algoritmo Urb-Ext)
 - análisis de precisión cartográfica
 - Comparación multitemporal → identificación de zonas de expansión urbana

(C) Proceso de expansión urbana en relación a la densidades de tejido urbano (elevado/medio/bajo/molto bajo)

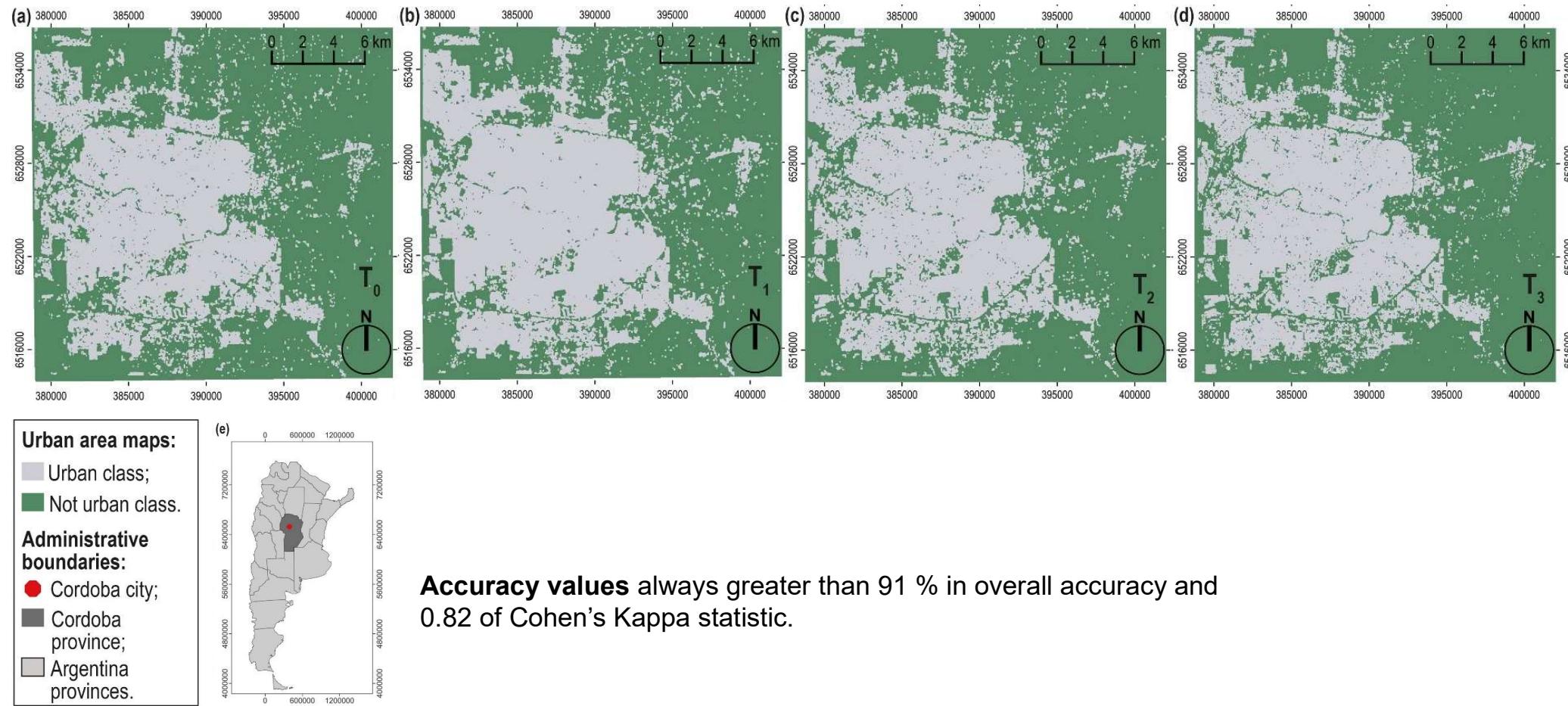


(D) Identificación de los procesos de (infilling, edge-expansion and outlying) en el tiempo y en diferentes sectores de la ciudad



El mapeo de las áreas urbanas en cada período analizado (utilizando el algoritmo **Urb-Ext**) resulta extremadamente preciso.

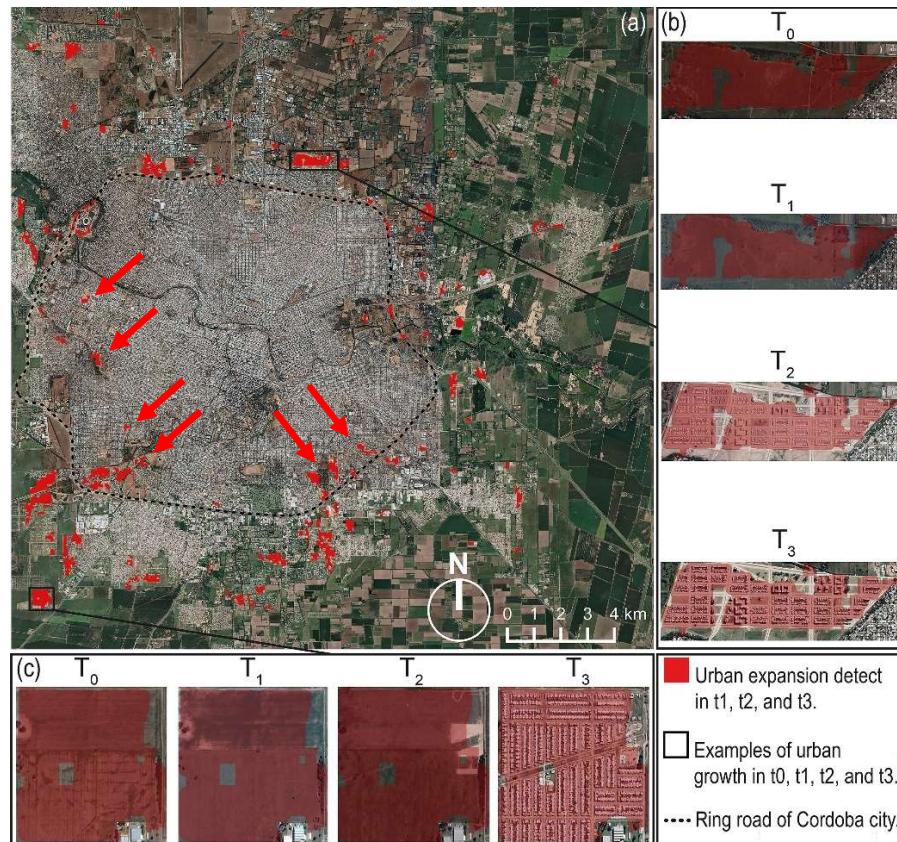
RESULT





Proceso de urbanización muy pronunciado (2010-2021) → aumento de área edificada de alrededor de 900 hectáreas en una década.

Los datos de expansión son extremadamente precisos (overall accuracy >90%; Cohen's Kappa = 0.79).



Procesos:

Relleno (Infilling) → 159.02 ha

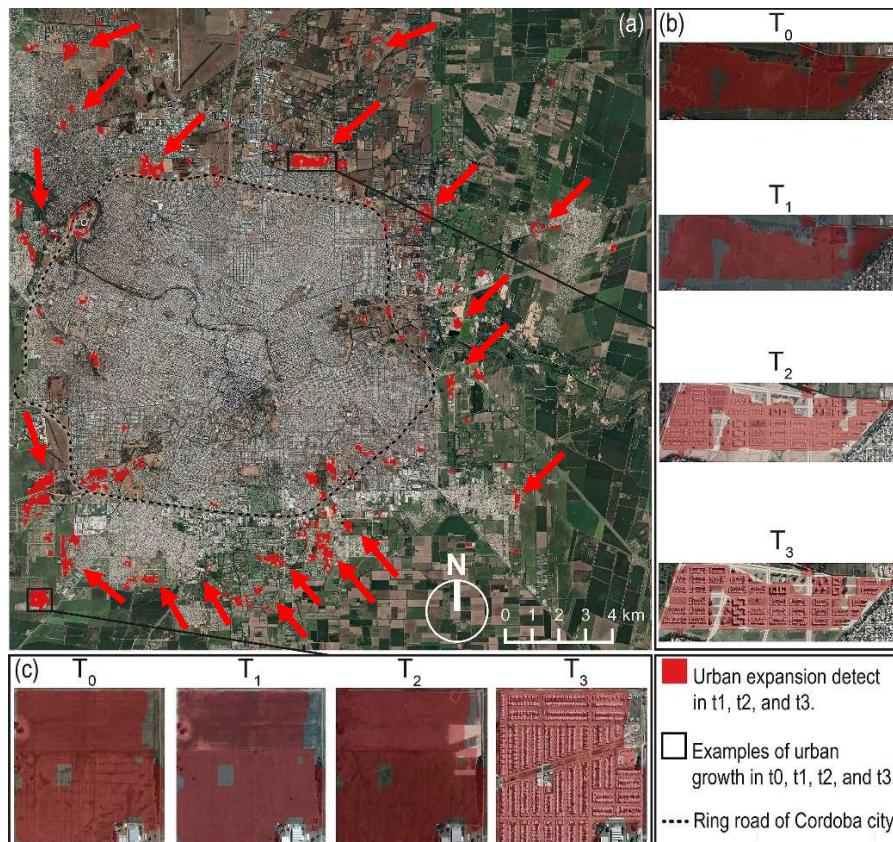


a. Infilling growth



Proceso de urbanización muy pronunciado (2010-2021) con un aumento de area edificada de alrededor de 900 hectáreas en una decada.

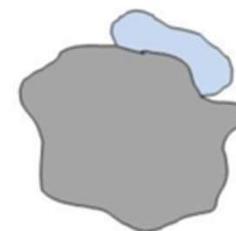
Los datos de expansión son extremadamente precisos (overall accuracy>90%; Cohen's Kappa= and 0.79 in.



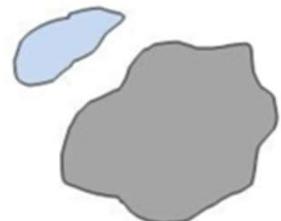
Procesos:

Relleno (Infilling) $\rightarrow 159.02$ ha

Expansión lateral de la ciudad (Edge-expansion) y Nuevos núcleos urbanos en áreas suburbanas (outlying) $\rightarrow 734.35$ ha



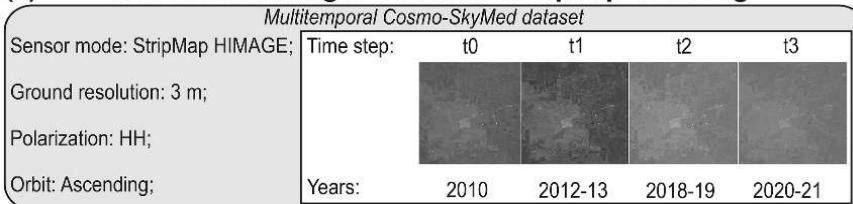
b. Edge expansion growth



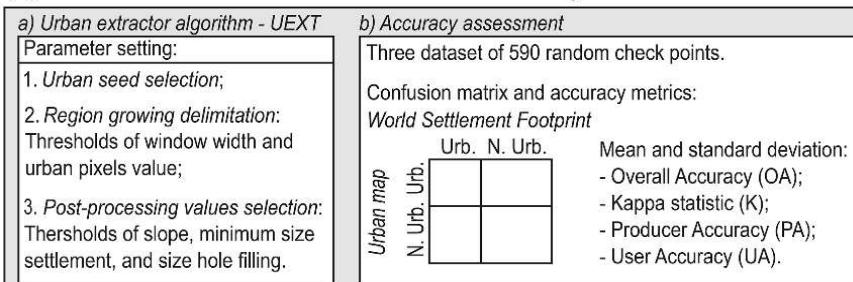
c. Outlying growth



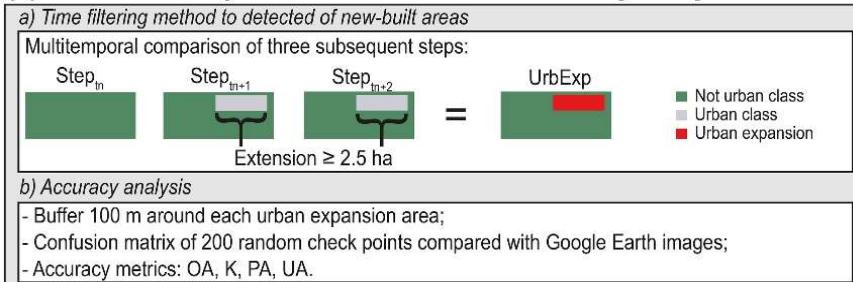
(a) SAR satellite images selection and pre-processing



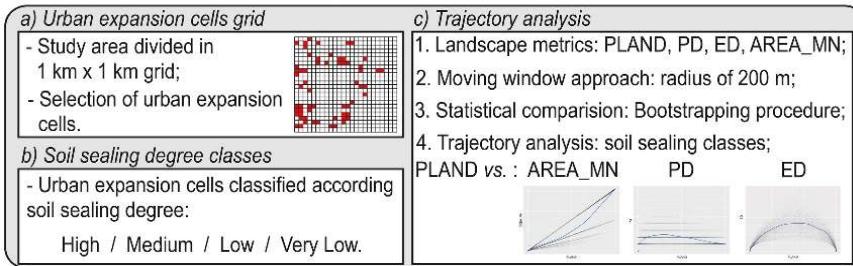
(b) Urban area extraction and accuracy assessment



(c) Urban expansion detection and accuracy analysis



(d) Urban Trajectory analysis



Propuesta metodológica robusta para el análisis de procesos de urbanización

Las imágenes SAR **Cosmo-SkyMed** y el **algoritmo Urb-Ext** para la cartografía de las áreas urbanas permitieron el mapeo muy preciso de las áreas urbanas, un análisis robusto de los procesos de expansión, y la descripción de los cambios en el paisaje.

Contribución a la definición de indicadores de desarrollo sostenible

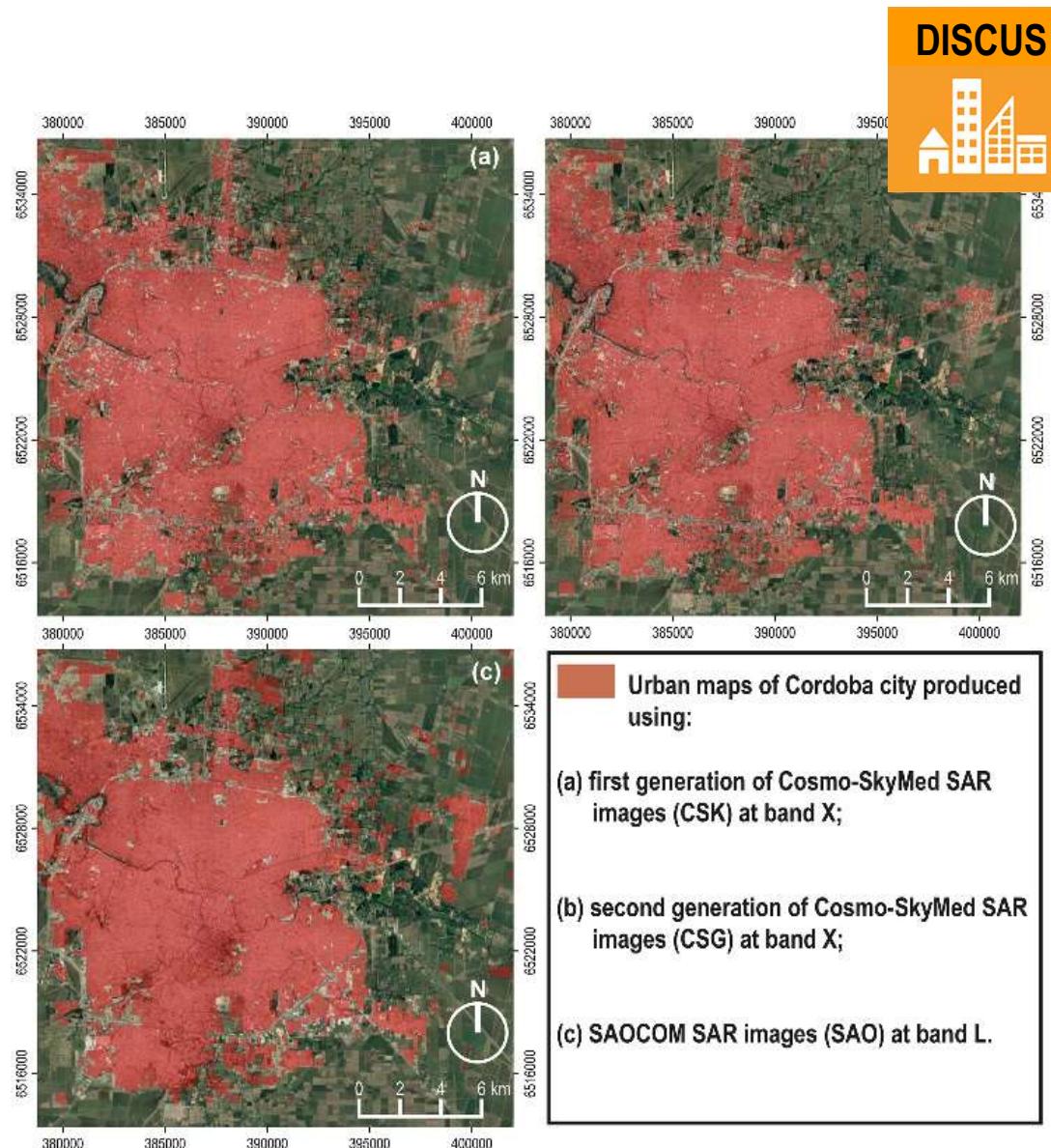




La propuesta metodologica se puede aplicar tambien al análisis de procesos de urbanización utilizando datos SAR más recientes como los **SAOCOM** (Satélite Argentino de Observación COn Microondas - lanzado el 7 de octubre de 2018).

Los análisis de SAOCOM permitieron mapear las áreas construidas con una precisión similar a la de Cosmo-SkyMed.

SAOCOM podría contribuir en las campañas de monitoreo y análisis de los procesos de expansión urbana





PROTEGER, RESTABLECER Y PROMOVER EL USO SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, GESTIONAR SOSTENIBLEMENTE LOS BOSQUES, LUCHAR CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, DETENER E INVERTIR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS Y DETENER LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD



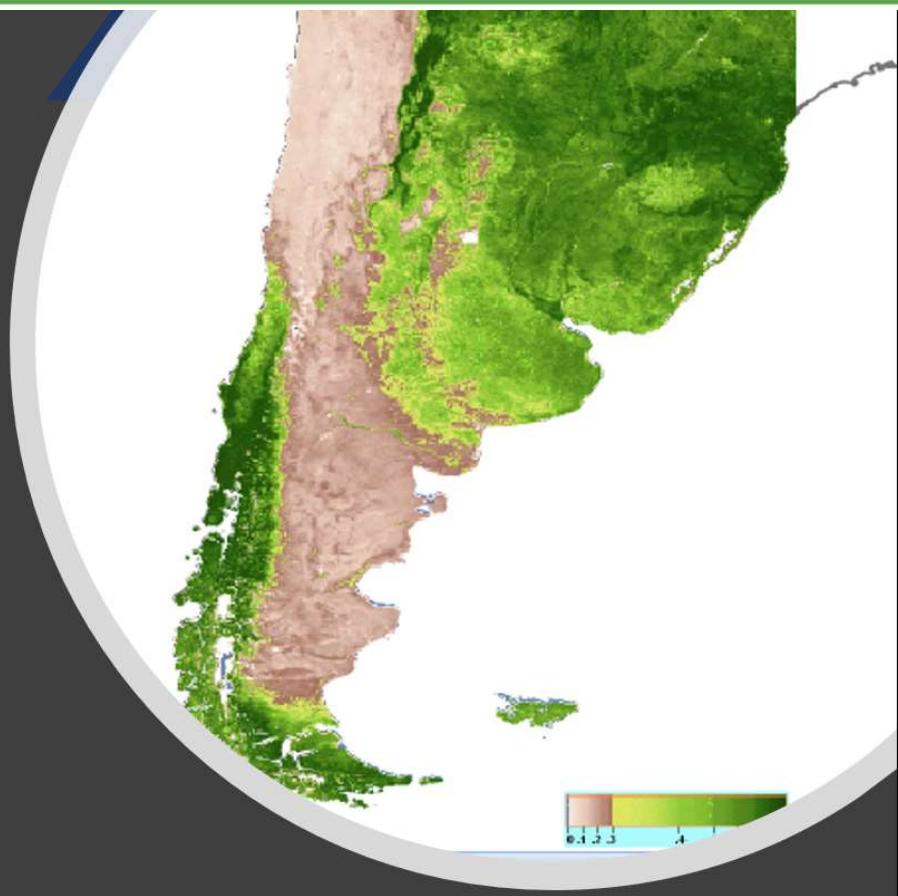
PROTEGER, RESTABLECER Y PROMOVER EL USO SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, GESTIONAR SOSTENIBLEMENTE LOS BOSQUES, LUCHAR CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, DETENER E INVERTIR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS Y DETENER LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

15.1.1: Superficie forestal en proporción a la superficie total. Análisis multitemporal con particular atención a los incendios y procesos de degradación y desertificación del paisaje utilizando imágenes multi-espectrales y radar (SENTINEL y Cosmo/SkyMed - SAOCOM).

15.1.2 Proporción de lugares importantes para la biodiversidad incluidos en zonas protegidas.

15.2.1. Indicadores de sostenibilidad del bosque (SENTINEL)

15.5.1 Índice de la Lista Roja
SPECTRAL VARIABILITY HYPOTHESIS



Los bosques naturales de los países tropicales y subtropicales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados en el mundo (Wade et al 2003)
Sobre todo debido a: expansión de la frontera agropecuaria, extracción de madera (legal o ilegal) e incendios (Hoekstra, 2005)





FOREST LOSS AND
DEGRADATION INCREASE
THE LAST DECADES AT
ALARMING RATES.

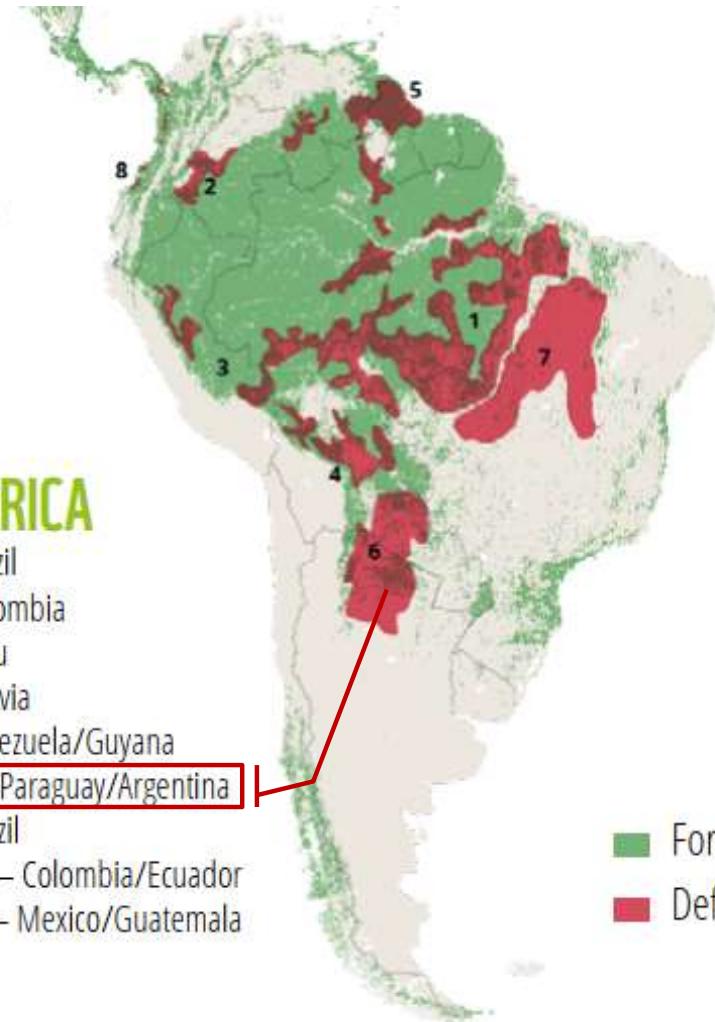
Over
43 million

hectares were lost in these
deforestation fronts between
2004 and 2017, an area
roughly the size of Morocco

WWF report 2021
→ GRAN CHACO is a “deforestation
front” (deforestation hotspots where
remaining forests are under threat)

LATIN AMERICA

- 1 Amazon – Brazil
- 2 Amazon – Colombia
- 3 Amazon – Peru
- 4 Amazon – Bolivia
- 5 Amazon – Venezuela/Guyana
- 6 Gran Chaco – Paraguay/Argentina
- 7 Cerrado – Brazil
- 8 Chocó-Darién – Colombia/Ecuador
- 9 Maya Forests – Mexico/Guatemala



Pacheco et al. 2021. Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world. WWF

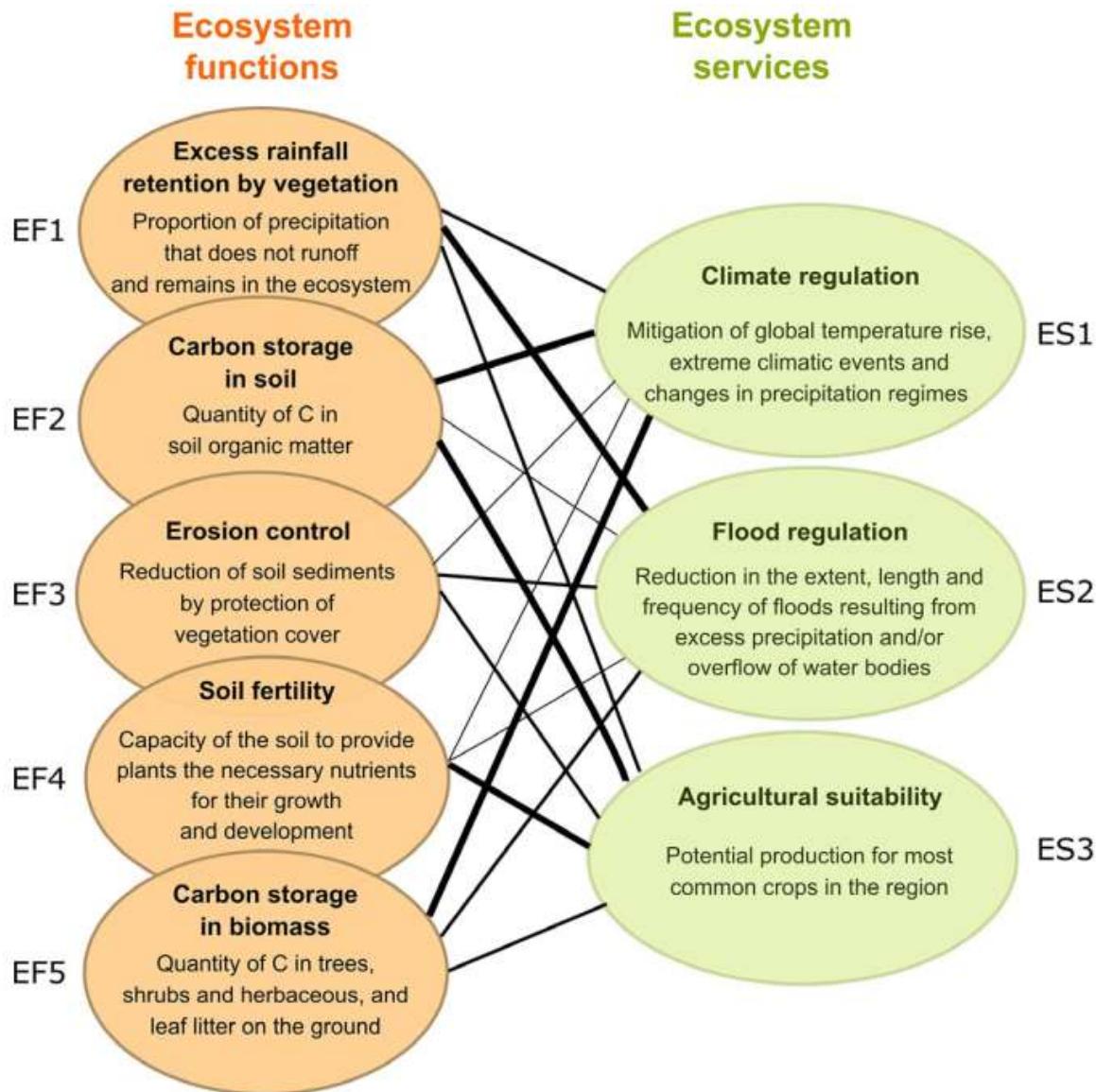


GRAN CHACO

Uno de los bosques subtropicales con estación secca más extensos del mundo (Bucher 1982; Zak et al 2008; Cáceres 2014).



La biodiversidad del bosque chaquenio → asegura numerosos servicios ecosistemicos a la sociedad (materiales e inmateriales)



Biodiversity supports **Ecosystem functions** (EF) delivering Ecosystem **services** (ES). Example of Supporting and Regulation assessed for Chaco.

Relative contribution of each ecosystem function to each ecosystem services

- 0.1–0.4
- 0.4–0.7
- 0.7–1.0

Weyland et al. 2017. *Ecol. Indic.*
Barral et al 2020. *Appl. Ecol.*

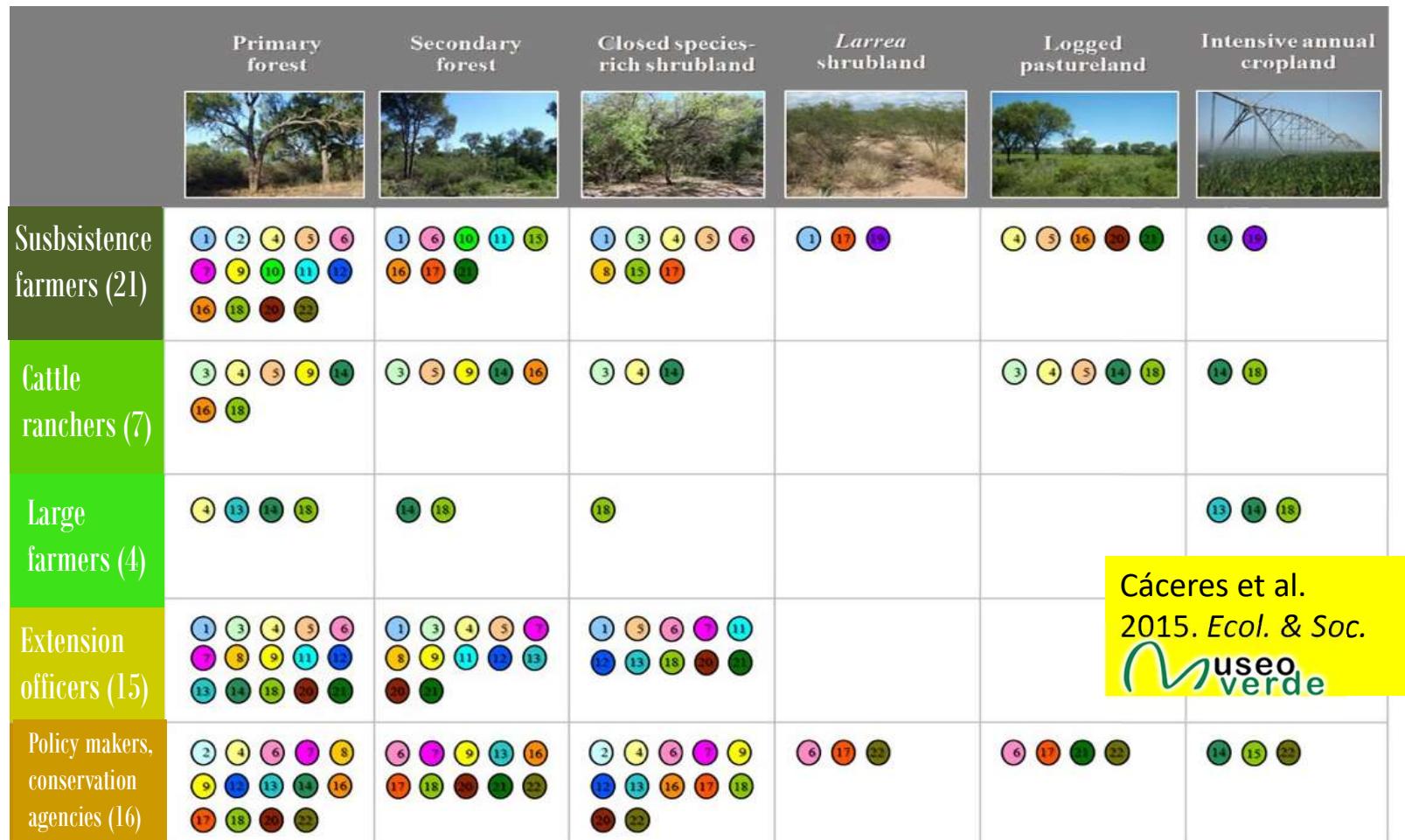
RESEARCH ARTICLE

Journal of Applied Ecology BRITISH
ECOLOGICAL
SOCIETY

Widespread and major losses in multiple ecosystem services as a result of agricultural expansion in the Argentine Chaco

María Paula Barral^{1,2} | Sebastian Villarino^{2,3} | Christian Levers⁴ |
Matthias Baumann⁴ | Tobias Kuemmerle^{4,5} | Matias Mastrangelo^{2,3}

Ecosystem services (ES) which are also provision and cultural ones are perceived by social actors (SA) in different ways → trade off and conflicts on management approaches (sustainable or not)



LEY DE BOSQUE NATIVO: PER LA GESTIONE SOSTENIBILE

Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos
(ley 26.331 - 2009)

POTENCIALIDAD DE LA TELEDETECCION (ITAREO) – INDICADORES DE METAS DEL OBJETIVO 15

15.1.1

Superficie forestal en proporción a la superficie total. Analisis multitemporal con particular atencion a los incendios y procesos de degradacion y desertificacion del paisaje utilizzando imagenes multi-espectrales y radar (e.s. SENTINEL y Cosmo/SkyMed - SAOCOM). **FRAGMENTACION Y BIODIVERSIDAD**

15.1.2

Proporción de lugares importantes para la biodiversidad incluidos en zonas protegidas. **GAP ANALYSIS**

15.2.1

indicadores de **GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE**

15.5.1

Índice de la Lista Roja **SPECTRAL VARIABILITY HYPOTHESIS**



FRAGMENTACION Y PERDIDA DE BIODIVERSIDAD → ejemplo con cartografia derivada de clasificacion de imagines multiespectrales

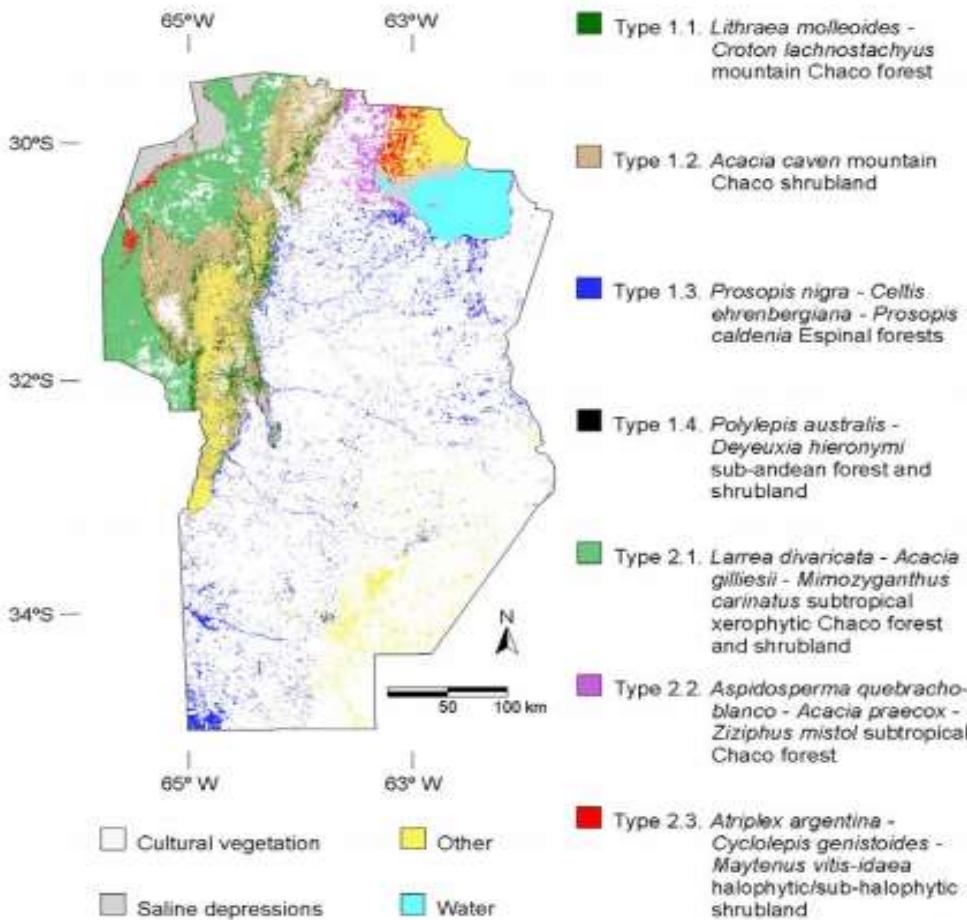


FIGURE 3 Actual vegetation map of Cordoba province derived from remote sensed images (Landsat TM, 2009) and field data. The distributions of the seven vegetation types recognized through ISOPAM classification and their corresponding schematic profiles resembling the physiognomy of the different vegetation types are reported.

La vegetacion natural en Cordoba ha reducido drasticamente su extension en los ultimos años, Situacion dramatica para el espinal
 (Cabido et al 2018 – **CLASIFICACION IMAGENES**
 Landsat – ISOMAP
 (Isometric Feature Mapping))

Cabido et al. 2018. Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Appl Veg Sci.* 21: 298–311.

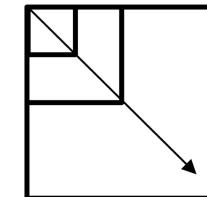
15.1.1

INDICES DE FRAGMENTACION APLICADOS A MAPA DE BOSQUES → MAIN PITFALLS

✗ **Scale dependence**



- Multiscale analysis
- Scalogramas



✗ **No statistical analysis of significance**

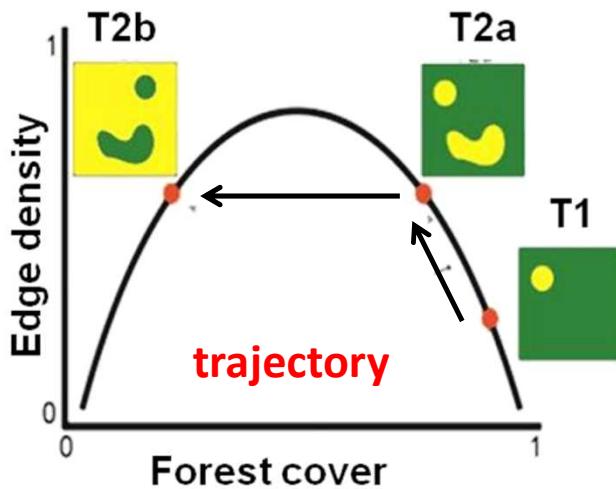


- Simulation models
- Landscape sampling

✗ **non-linear relation of landscape composition and configuration**



- composition vs configuration relationship
- SPACES (e.g., Long et al. 2010; Wang et al. 2014)



ANALISIS DE LA FRAGMENTACION

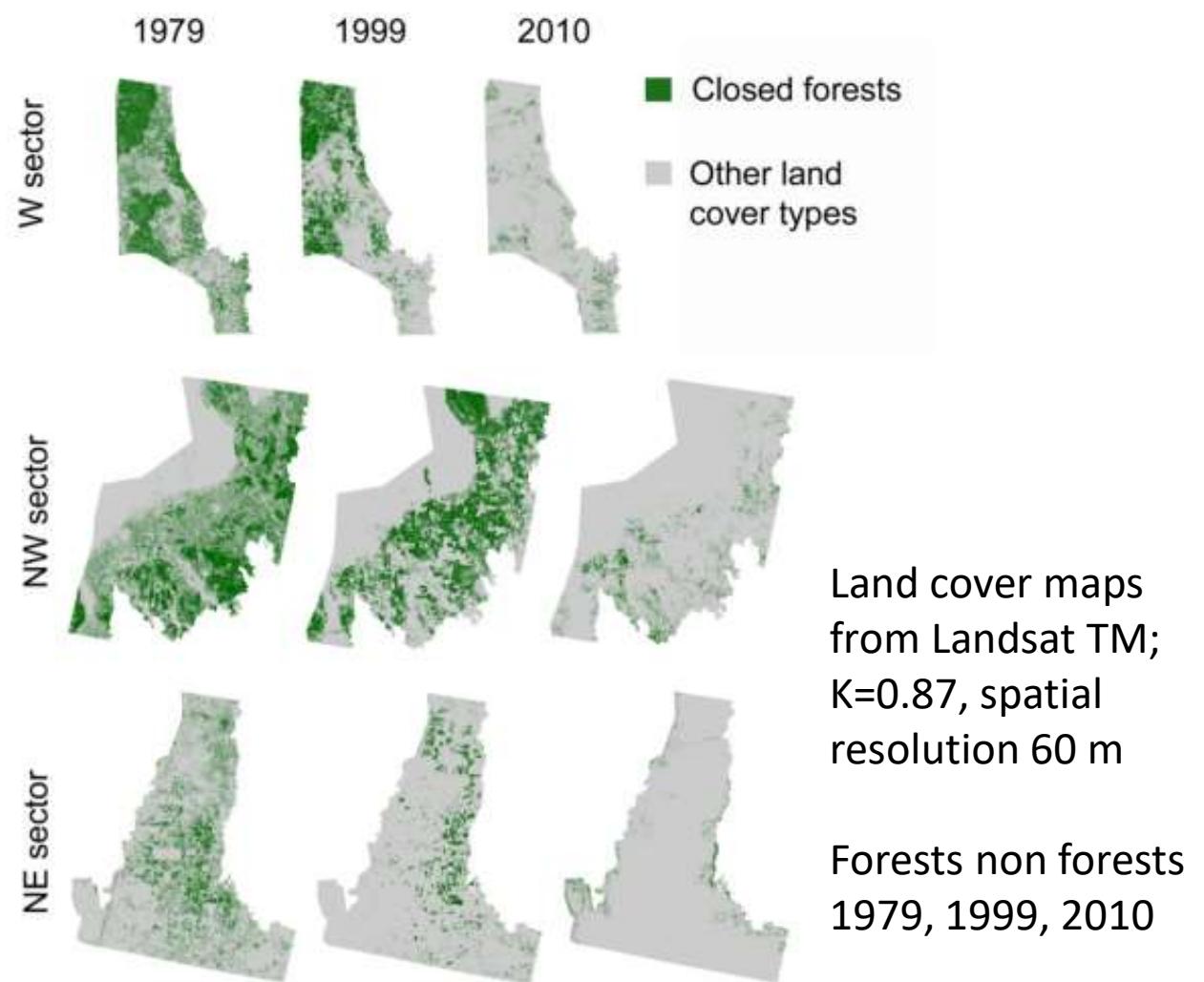
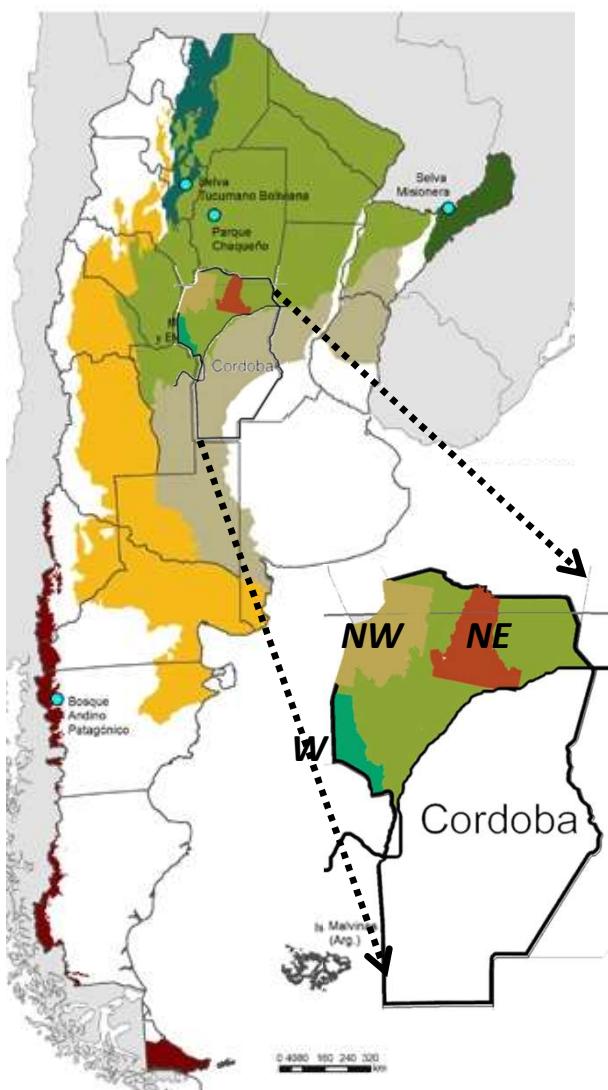


EJEMPLO: Analisis de la
frammentacion en el Gran Chaco en
30 anios (1979-2010) → utilizando
la “trajectory analysis”

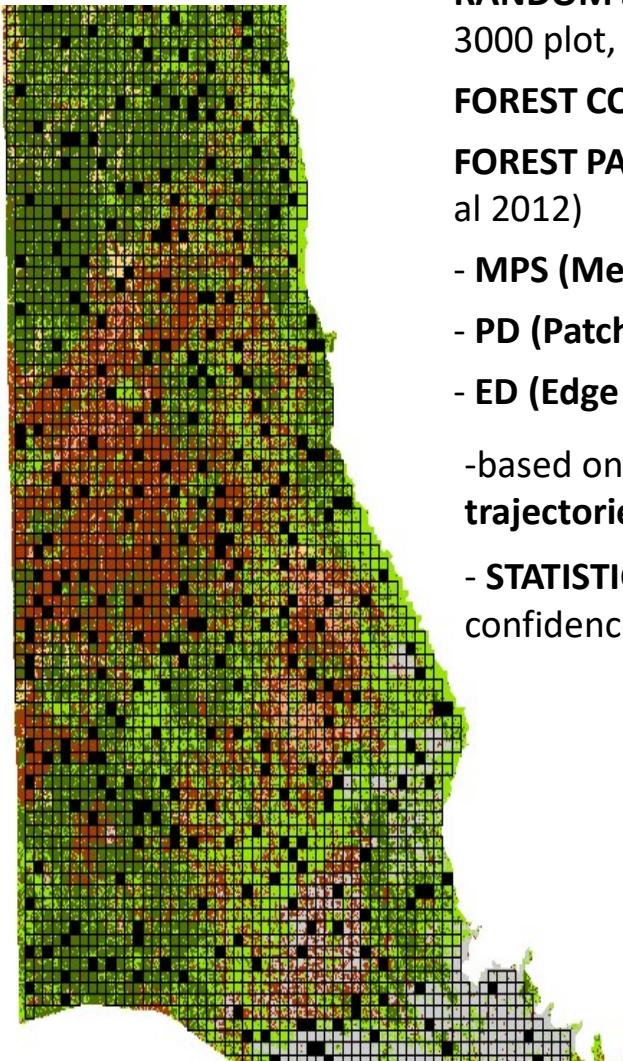


15.1.1

ANALISIS DE LA FRAGMENTACION: SECTORES DE CORDOBA – MAPAS DE BOSQUE – LANDSAT



ANALISIS DE LA FRAGMENTACION: MUESTREO Y ANALISIS



RANDOM SAMPLING

3000 plot, of 1km² -> 10% area total

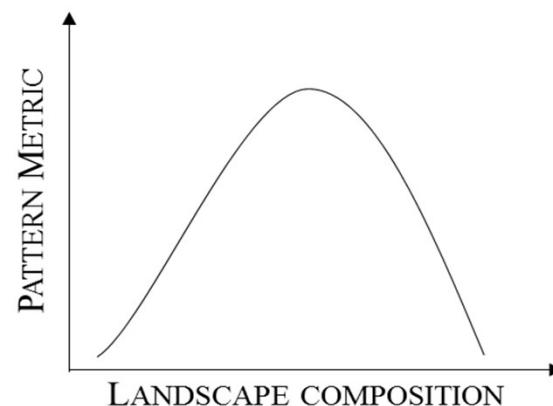
FOREST COVER %

FOREST PATTERN (adequate for sample-based estimations of landscape pattern Hassett, et al 2012)

- **MPS (Mean Patch Size)**
- **PD (Patch Density)**
- **ED (Edge Density)**

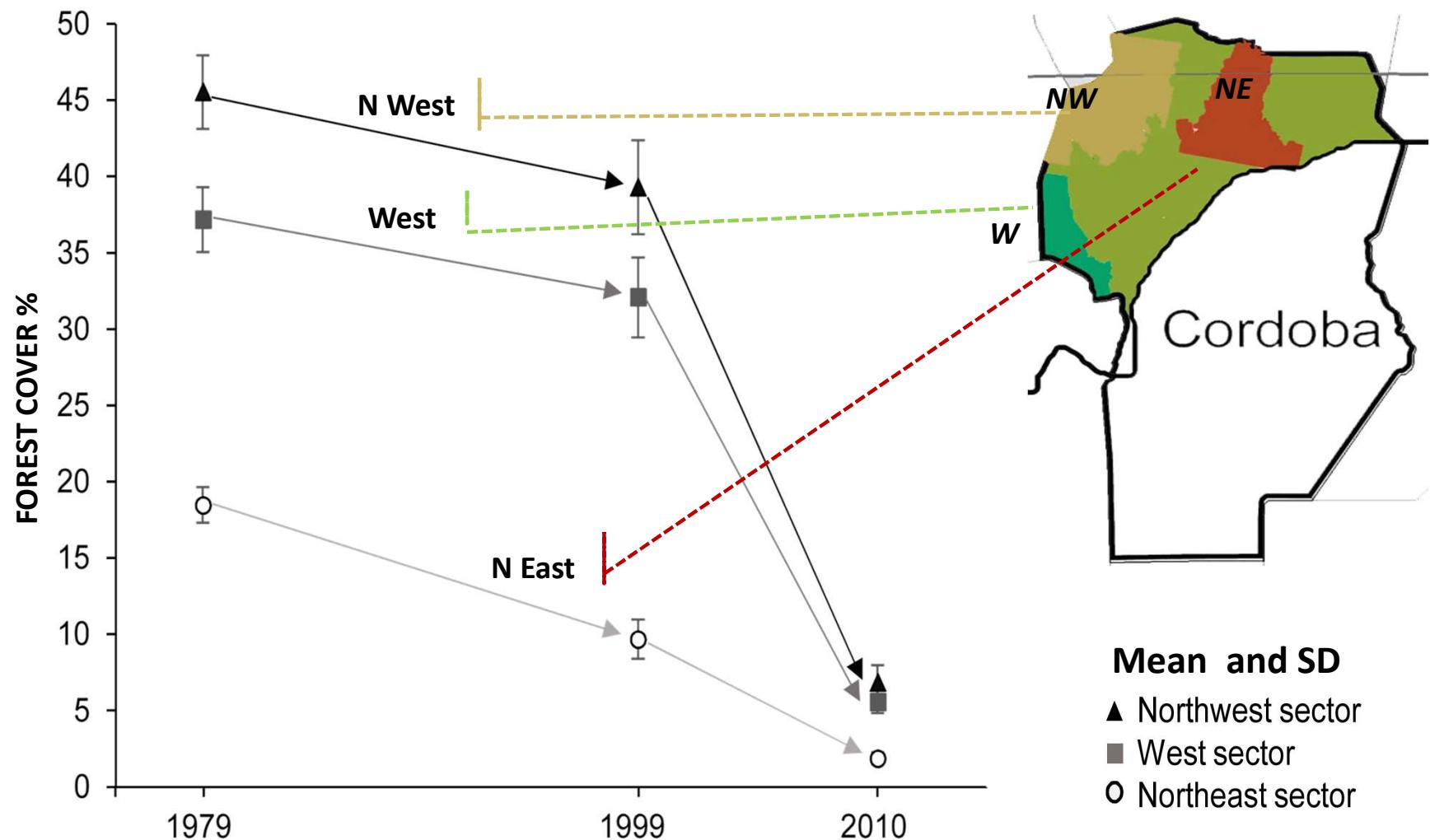
-based on plot values we built specific **RELATIONSHIP SPACES** in which analyze **landscape trajectories**

- **STATISTICAL COMPARISON:** PI estimators (Hassett et al 2012) and a bootstrapped 95% confidence intervals (Fortin et al 2012).

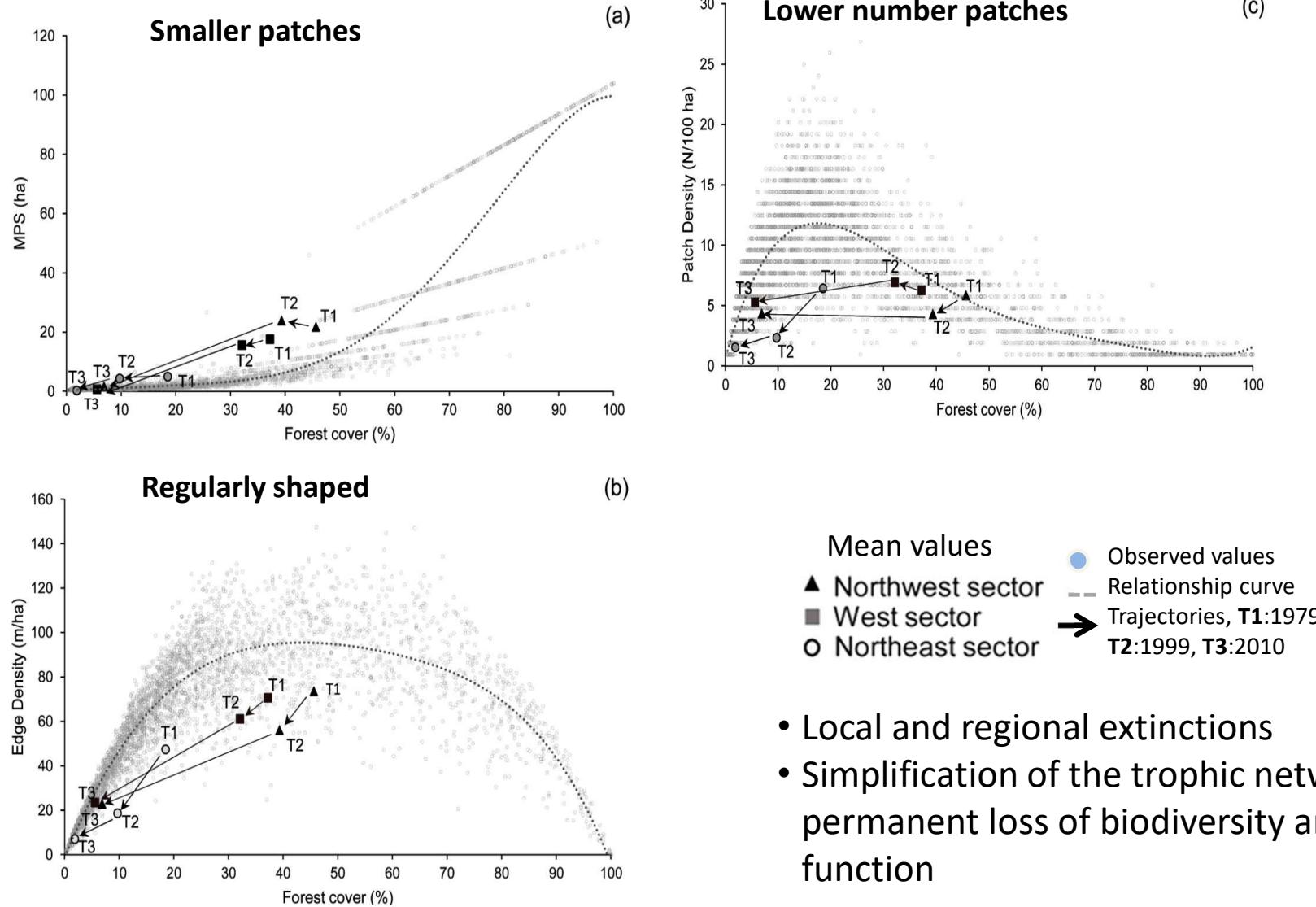


15.1.1

ANALISIS DE LA FRAGMENTACION: RESULTADOS - COMPOSICION

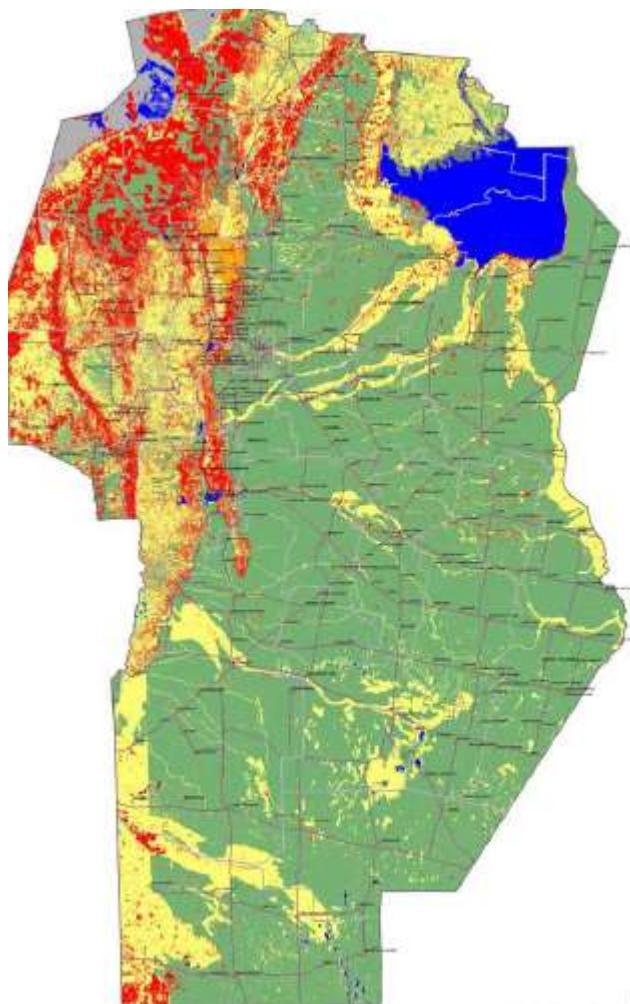


ANALISIS DE LA FRAGMENTACION: RESULTADOS - CONFIGURACION

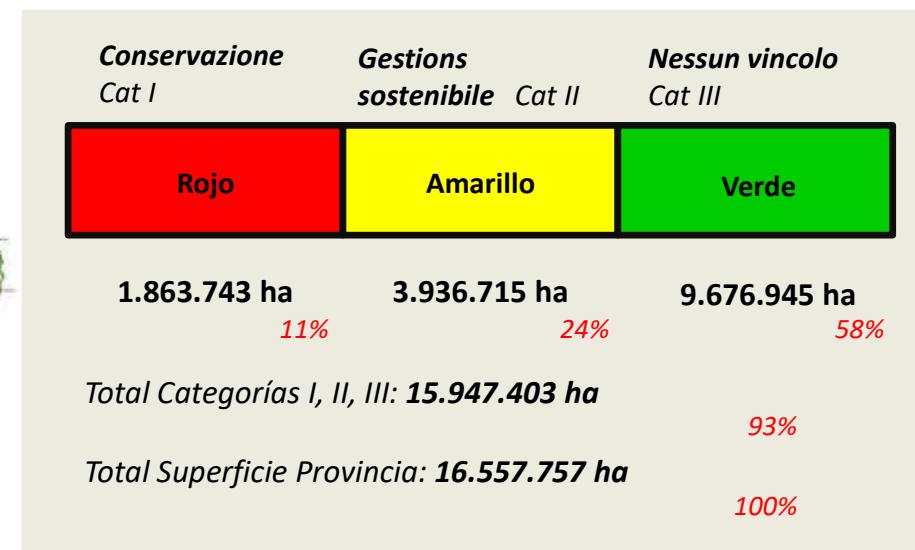


15.1.2

Proporción de lugares importantes para la biodiversidad incluidos en zonas protegidas
GAP ANALYSIS.



Zonacion segun la ley de bosques



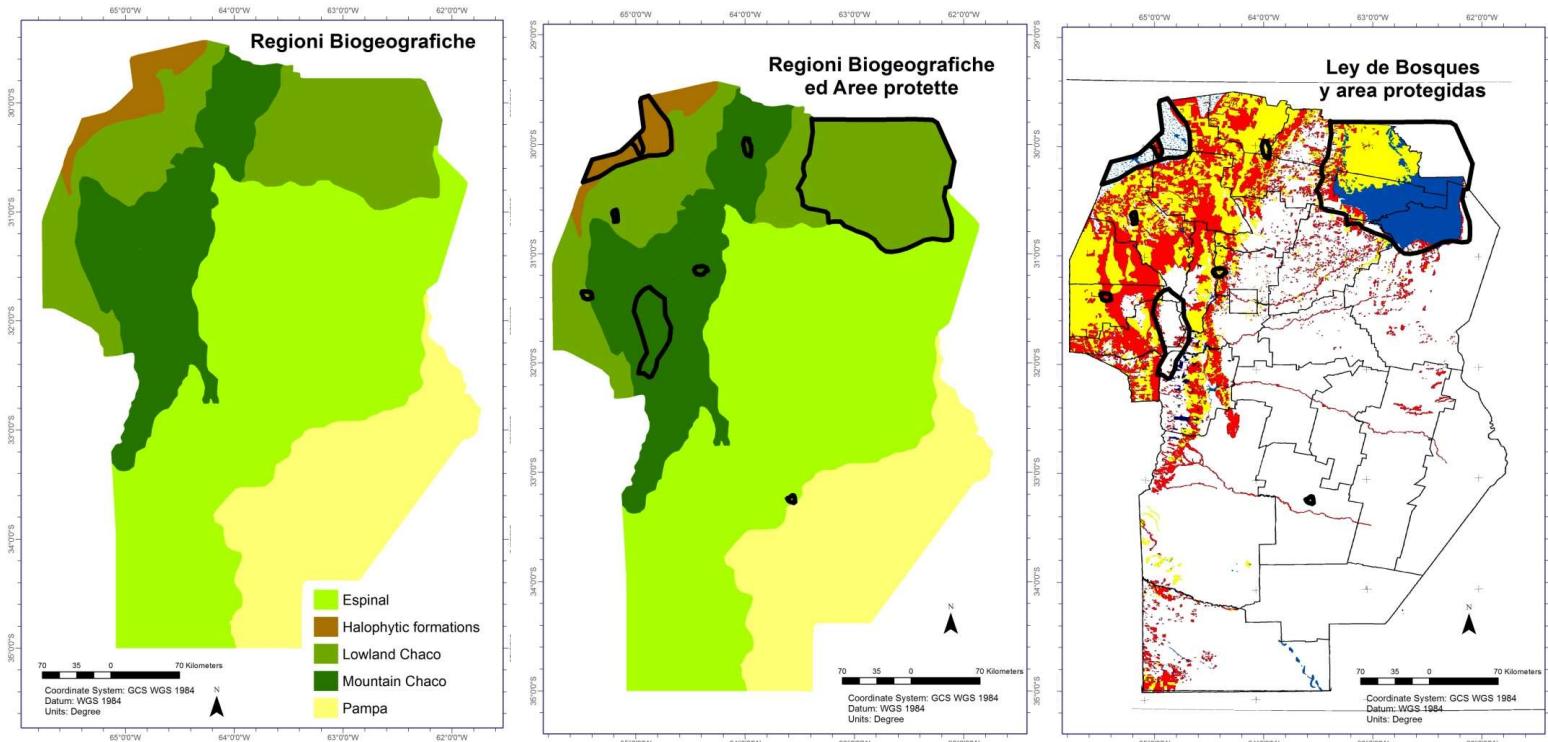
15.1.2

Proporción de lugares importantes para la biodiversidad incluidos en zonas protegidas.

Bosques relictuales por region biogeografica (chaco arido, chaco hmedo, chaco serrano)

Quanto queda dentro de las areas protegidas?

Estan protegidos por la zonacion de la ley de bosques?



15.2.1

indicadores de **GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE**



- **Potencial de datos Copernicus (Sentinel-2) para identificar estados de conservación en bosques con tipos de manejo e intensidades de uso diferentes**
- **Fenología de la vegetación y respuesta espectral en bosques con distintos manejos**

EJEMPLO: reserva de Chancani y alrededores (bosque chaqueño)

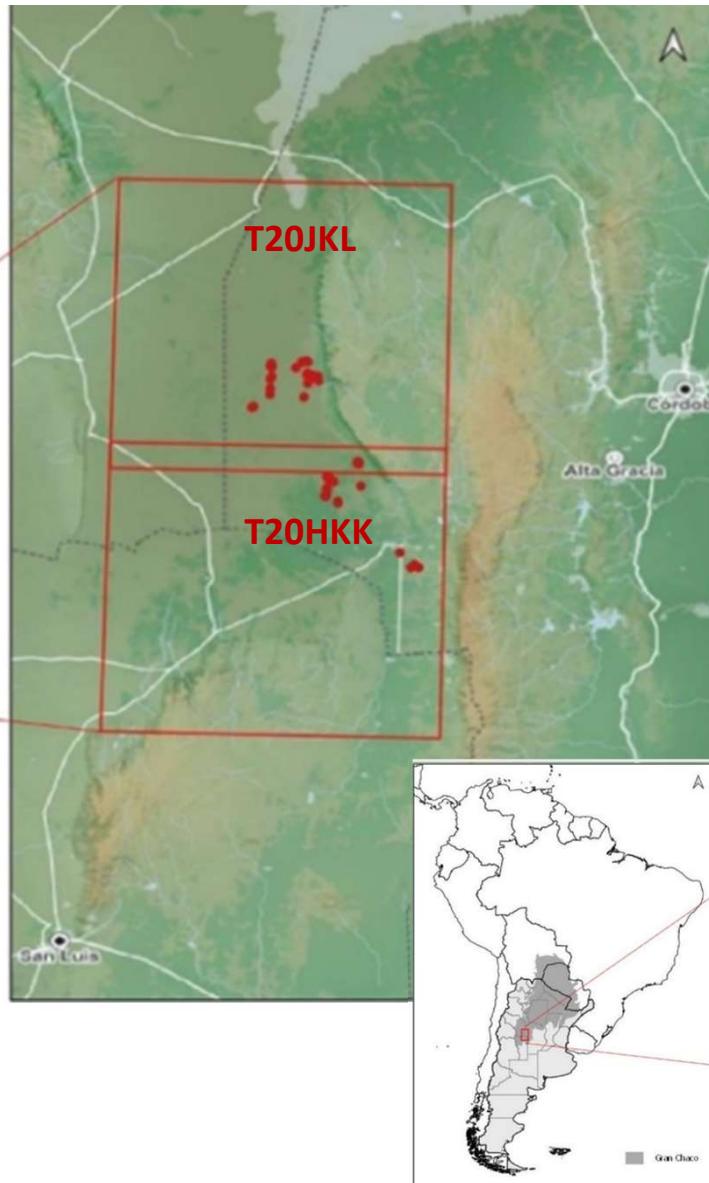
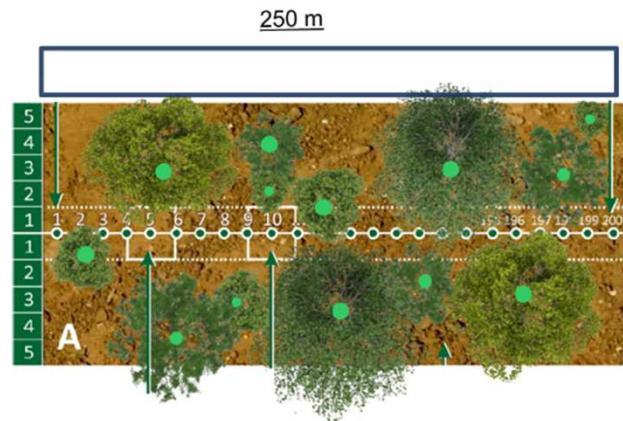
Datos de campo

(Alaggio, F. 2023)

49 transectas (2017 - 2019) - Cobertura leñosa, herbácea, fisionomia (tipos estructurales/fisionómicos)

Representativas di Bosque chaqueño árido con distintos manejos y niveles de conservación

MAX_CONS: 1... MIN_CONS:8.



Sentinel-2

Imagenes mensuales (12 meses)
2020 (2A para S2A i S2B - B2, B3, B4, B8 (10 m); B5, B11, B12 (20 m))

22 Indices espectrales → transectas

- Photosynthetic activity and biomass;
- Water content and moisture canopy;
- Water stress;
- Soil features;
- Chlorophyll/carotenoids;
- Fire stress.

Analysis

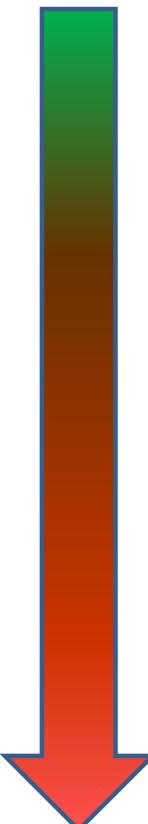
VIF → 3 indices MCARI (clorofila); NDWI (contenido de agua), BI2 (suelo desnudo y humedad)

LMM → variabilidad espacial y temporal da cada indice en relación a los tipos de bosque

8 tipos de bosque – NIVELES DE PRESIÓN ANTROPICA – GESTIÓN 1-8)

USOS MÚLTIPLES

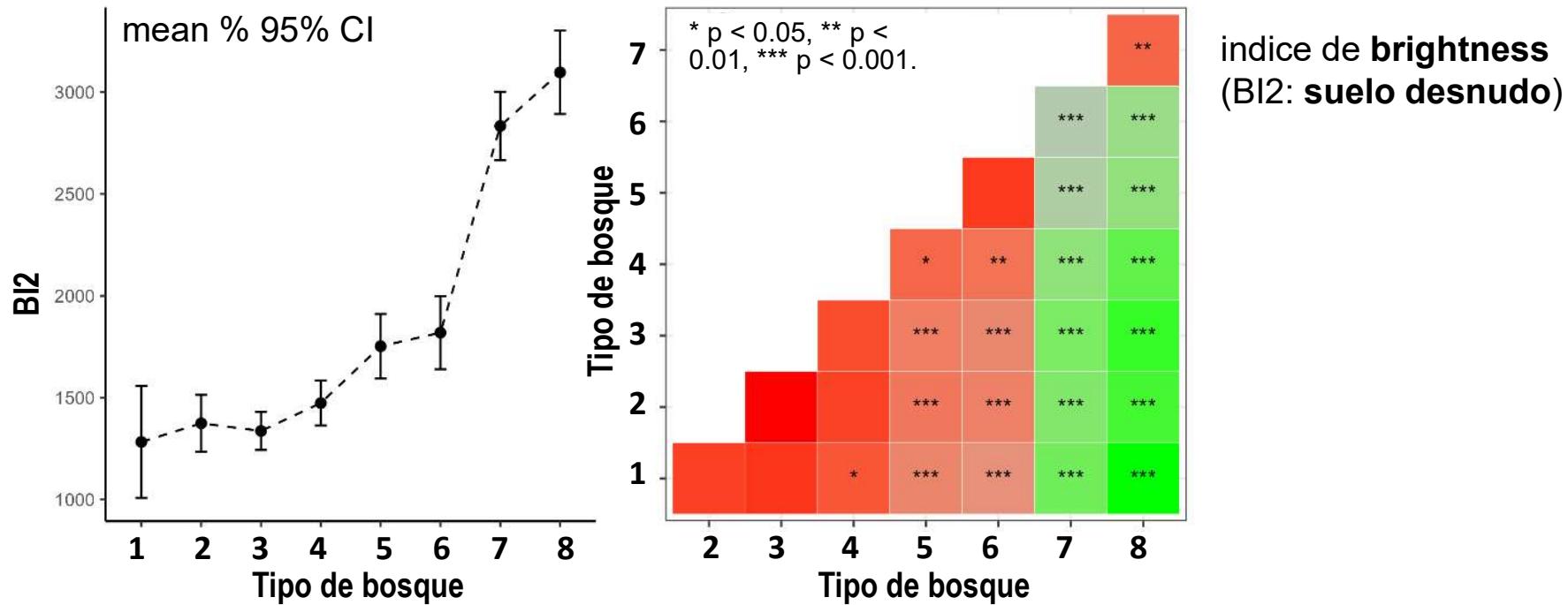
MONOUSO PASTORAL



P.A. PAISAJE	TIPO: Estructura /Physiognomia	Characteristics	Dominant species
1 PEDEM	Maduro – Quebracho bl	1. Woody low layer cover > 50% 2. Woody medium layer cover > 50% 3. Woody high layer cover > 10%	<i>Neltuma flexuosa; Aspidosperma quebracho blanco; Senegalia gilliesi; Larrea divaricata, Celtis erhenbergiana; Capparis atamisquea</i>
2 LLANO	Maduro – Algab	1. Woody low layer cover > 50% 2. Woody medium layer cover > 50% 3. Woody high layer cover > 10%	<i>Neltuma flexuosa; Aspidosperma quebracho blanco; Senegalia gilliesi; Larrea divaricata; Celtis erhenbergiana; Capparis atamisquea</i>
3 PEDEM	Cerrado Quebracho bl con emergentes	1. Woody low layer cover > 50% 2. Woody medium layer cover > 30% 3. Woody high layer cover 1-10%	<i>Neltuma flexuosa; Aspidosperma quebracho blanco; Larrea divaricata; Mimozyganthus carinatus; Celtis erhenbergiana;</i>
4 LLANO	Cerrado Queb bl con emergentes	1. Woody low layer cover > 50% 2. Woody medium layer cover > 30% 3. Woody high layer cover 1-10%	<i>Neltuma flexuosa; Aspidosperma quebracho blanco; Larrea divaricata; Mimozyganthus carinatus; Celtis erhenbergiana;</i>
5 PEDEM/LLA	Cerrado Alg sin emergentes	1. Total woody cover > 50% 2. Woody low layer cover > 50% 3. Woody medium layer cover > 30%	<i>Neltuma flexuosa; Larrea divaricata; Mimozyganthus carinatus; Parkinsonia praecox</i>
6 PEDEM/LLA	Bajo cerrado	1. Total woody cover > 50% 2. Woody low layer cover > 50% 3. Woody medium layer cover < 30%	<i>Neltuma flexuosa; Aspidosperma quebracho blanco; Larrea divaricata; Mimozyganthus carinatus; Celtis erhenbergiana;</i>
7 PEDEM/LLA	Abierto	1. Total woody cover <50%	<i>Neltuma flexuosa; Mimozyganthus carinatus; Celtis erhenbergiana;</i>
8 PEDEM/LLA	Pastizales secundarios y sembrados	1. Herbaceous cover > 25% 2. Woody cover < 5%	<i>Tricloris; Buffel grass</i>

Resultados

LMM esplicativos de la variabilidad temporal y espacial ($R^2 > 0.9$) para los tres indices (BI2: suelo desnudo y humedad; MCARI: clorofila; NDWI agua en hoja)

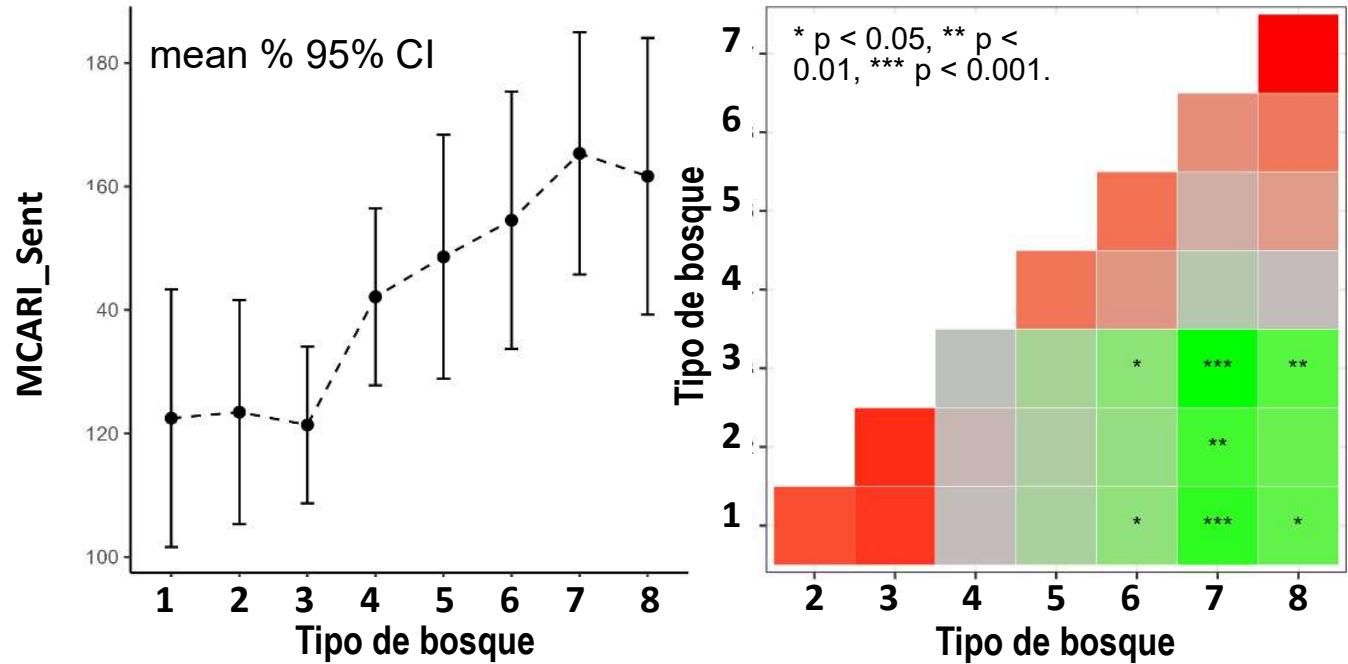


Elevado → bosques abiertos y pastizales (7,8) dedicados al **pastoreo**

Bajo → bosques con buena cobertura de leñosas con manejo **usos multiples** (extaccion de madera, pastoreo, recoleccion de plantas aromaticas y para usos medicinales, y turismo ecologico)

Resultados

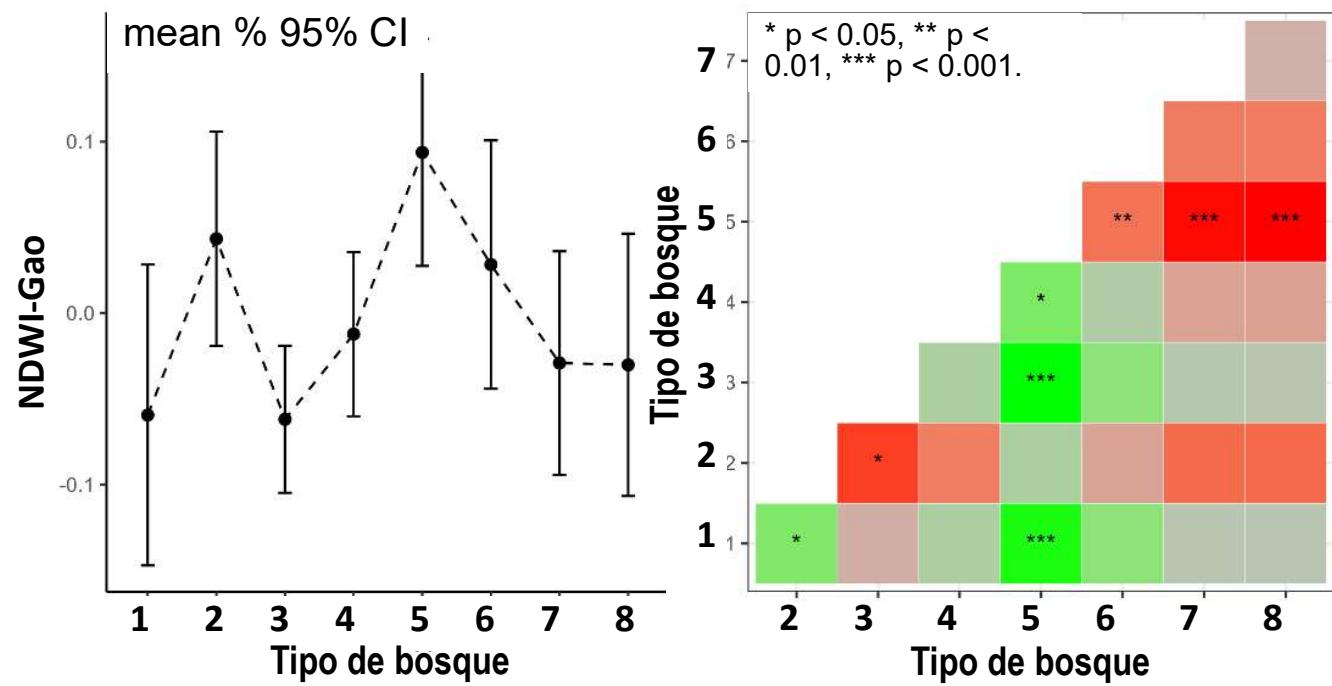
MCARI_Sent (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index)
Contenido de **clorofila foliar**



MCARI **Bajo** → Bosques **maduros** de la llanura y piedemonte (1, 2). Manejo multifuncional (dominados por *Aspidosperma quebrachoblanco* o *Neltuma flexuosa* - **adaptados al estrés hídrico**: microfilia, cuticula gruesa, fotosintesis adaptada a reducir la transpiracion y perdida de agua),
MCARI **Elevado** → Areas silvopastorales y pastorales (7, 8) . Fuerte estacionalidad y elevada fotosintesis en periodo de maxima productividad)

Resultados

NDWI Gao
(Normalized Difference Water Index) Contenido de **agua foliar**



Elevado → bosques de *N. flexuosa* del llano (2 y 5) → freatófita, raíces que permiten la utilización de aguas subterráneas profundas
Bajo → piedemonte dominados por *A. quebracho-blanco* en suelos pedregosos débilmente desarrollados). 1 y 3 → sistema radicular poco profundo
Bajo → matorrales (*L. divaricata*), bosques abiertos y pastizales → dependientes del agua de lluvia (7 y 8)

15.5.1

Índice de diversidad

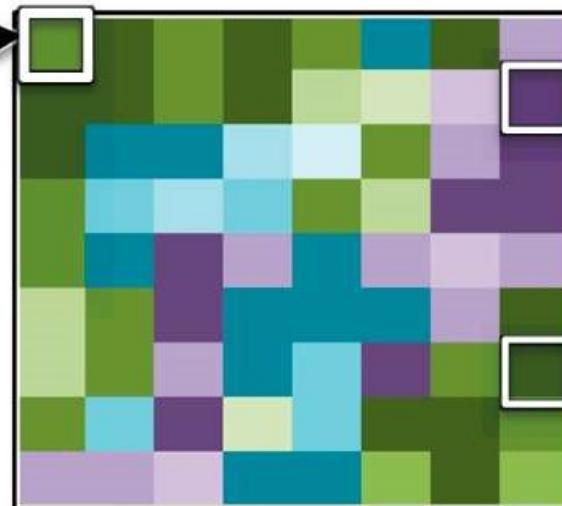
...se puede medir la biodiversidad utilizando imágenes de teledetección?

Las imágenes satelitales ofrecen información standard con una buena frecuencia en áreas muy extensas

Individual plots



Spectral image of a plot

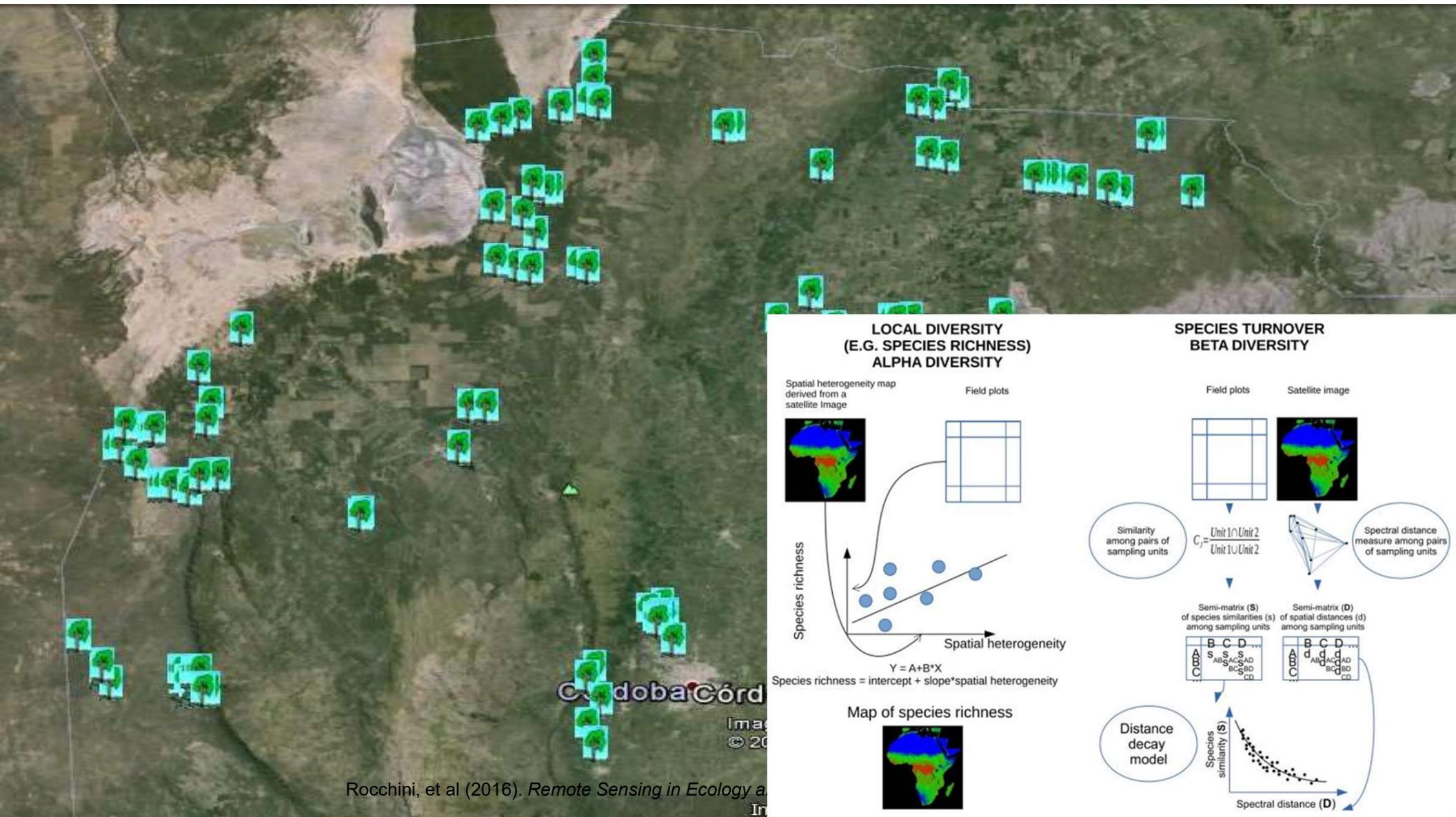


The Spectral Variability Hypothesis (SVH):

*Reflectance variability ~ landscape heterogeneity
(Palmer et al., 2000)*

Existe esta relación SVH en el bosque chaqueño? (chaco arido, chaco húmedo, chaco serrano) y en las áreas protegidas?





Monitoring forest conservation and management sustainability aided by multi-temporal Remote sensing data imagery: a study case in the Gran Chaco, central Argentina – ITAREO Project



Francisco Alaggia - INTA, Estación Forestal Villa Dolores (EEA Manfredi)

Ramon Riera-Tatché – ITAREO Project

Michele Innnagi - Università degli Studi del Molise

Flavio Marzialetti - Università degli Studi del Molise

Laura Cavallero - INTA, Estación Forestal Villa Dolores (EEA Manfredi); CONICET, CCT-Córdoba

Dardo R. López - INTA, Estación Forestal Villa Dolores (EEA Manfredi)

Maria Laura Carranza - Università degli Studi del Molise

Paolo Gamba - Università di Pavia



GRAZIE! ¡GRACIAS!

Maria Laura Carranza -Univ. Molise – CUIA - RCAI



Ludovico Frate - Univ. Molise



Alicia T.R. Acosta - Univ RomaTre



Marcelo R. Cabido - Univ. Cordoba- IMBIV-CONICET



carranza@unimol.it

<http://www.envixlab.unimol.it>

Buenos Aires, 16 de noviembre de 2017

Premiaron a investigadores por su aporte a la cooperación internacional

El Dr. Lino Barañao premió a 14 investigadores argentinos y extranjeros por su destacado rol en el fortalecimiento de la vinculación de la Argentina con el mundo.

